

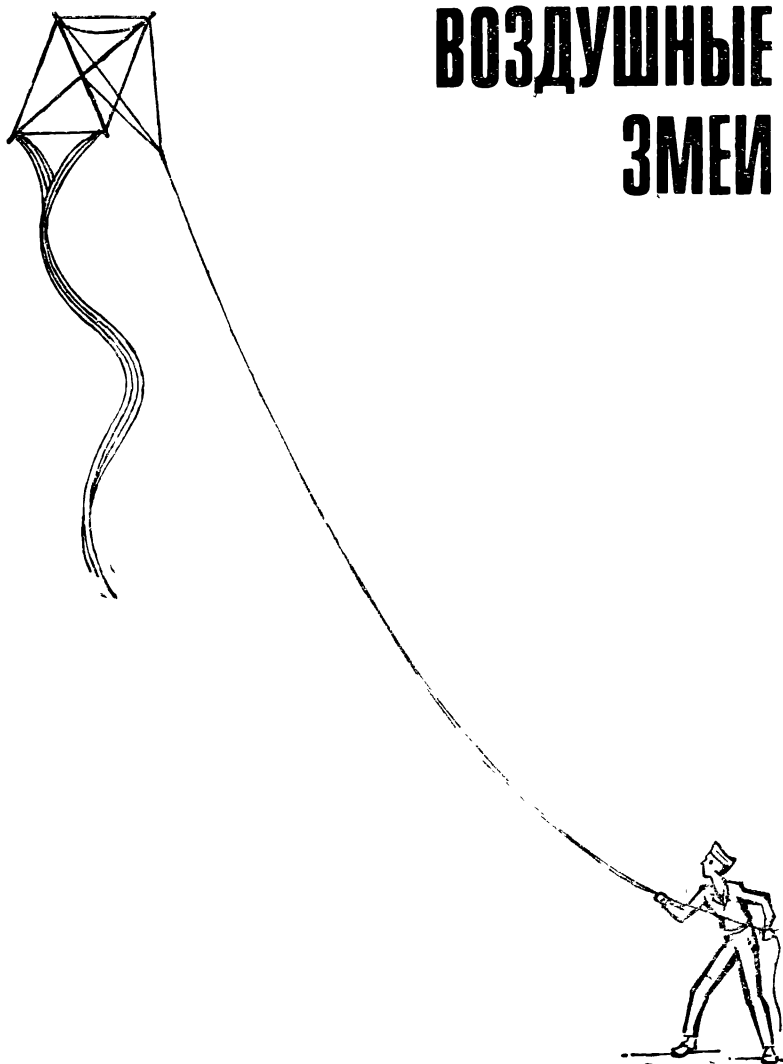
С. П. ПАНТЮХИН



МОСКВА • ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ СССР • 1984

С. П. ПАНТЮХИН

ВОЗДУШНЫЕ ЗМЕИ



МОСКВА ·
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ СССР ·
1984

Рецензент А. Ш. Назаров

Пантюхин С. П.

П16 Воздушные змеи. — М.: ДОСААФ, 1984. —
88 с., ил.
30 к.

В брошюре рассказывается об изготовлении и запуске воздушных змеев, об увлекательных играх с их использованием; приводятся чертежи змеев самых разнообразных форм и конструкций.

Для юных модельстов и руководителей кружков.

П 420200000—006
072(02)—84 50—84

ББК 75.725
7А7.3

ПРЕДИСЛОВИЕ

Воздушные змеи. Сколько детской романтики вложено в эти два слова. И те из детей, кто сами запускали змей или наблюдали, как запускают их более взрослые ребята, никогда не забудут это увлекательное занятие.

Мы живем в век сверхзвуковых скоростей и освоения космоса, в век сложнейшей авиационной и космической техники, а воздушный змей — древнейший и простейший летательный аппарат тяжелее воздуха. Однако основные аэродинамические законы являются общими как для воздушного змея, так и для сверхзвукового гиганта Ту-144.

Главная особенность воздушного змея — его простота. Он прост в изготовлении и в запуске. Для того чтобы сделать воздушный змей, не требуются особые мастерские со сложным оборудованием и инструментами. А материалы?! Достаточно иметь бумагу, ткань, деревянные рейки, леер (шнур) и клей, чтобы изготовить змей даже сравнительно сложной конструкции.

Дети нашей страны горячо любят авиацию и стараются овладеть авиационной техникой, мечтают стать летчиками, космонавтами или авиаконструкторами. Доступнее и легче всего начать познавать основы аэродинамики полета самолетов с воздушного змея. Поэтому увлечь детей и подростков изготовлением и запуском змеев означает помочь им сделать первый шаг на пути сначала к авиамоделизму, а затем и к большой авиации.

В этой книге автор стремится передать опыт по изготовлению и запуску воздушных змеев, накопленный как в нашей стране, так и за рубежом, дать сведения об истории и теории этого замечательного и полезного занятия.

В книге рассказывается, как надо изготавливать змей различной конструкции, как их запускать и проводить с ними увлекательные игры. Опыт показывает, что лучше заниматься воздушными змеями в тесной связи с

другими видами детского технического творчества. С большим увлечением ребята запускают со змея модели планеров, сбрасывают кукол-«парашютистов», придумывают и другие способы использования своего не- сложного летательного аппарата.

Положительным качеством воздушных змеев является и то, что их изготовлением могут заниматься дети самого различного возраста. Простой плоский змей или змей «монах» с успехом делают и запускают даже воспитанники старших групп детских садов, а простые коробчатые змеи доступны ученикам начальных классов.

Однако существуют и такие конструкции, разработка и создание которых требует значительных творческих усилий не только от старшеклассника, но и от взрослого, технически грамотного человека.

Запуск змеев может и должен играть определенную организующую и воспитательную роль в пионерских лагерях и других детских организациях и учреждениях. Конечно, запуском змеев удобнее заниматься в условиях сельского простора, чем в городе, но при серьезном и заинтересованном отношении со стороны людей, ответственных за организацию досуга и технического творчества подростков, это занятие доступно и городским ребятам.

В настоящее время в стране разворачивается сравнительно новый вид технического спорта — дельтапланизм. Но ведь дельтаплан — это что-то среднее между змеем и планером. Нет сомнения в том, что конструкторы воздушных змеев могут стать и создателями дельтапланов.

Цель этой книги — не только пробудить у подростков мечту о покорении неба, но сделать ее конкретнее, осуществимее, дать им начальные сведения о законах полета самолетов, приобщить их к полезному и увлекательному делу.

ИЗ ИСТОРИИ ВОЗДУШНОГО ЗМЕЯ

Воздушные змеи относятся к древнейшим летательным аппаратам. Первые документы о них встречаются еще за несколько веков до начала нового летосчисления. В китайских рукописях рассказывается, что воздушные змеи запускались во время народных праздников. Китайцы строили змей в форме птиц, рыб, бабочек, жуков, человеческих фигур, которые раскрашивали в самые яркие цвета (рис. 1).

Наиболее распространенным типом китайского змея был дракон — фантастический крылатый змей. Огромный дракон, поднимаемый в воздух, являлся символом сверхъестественных сил. В ряде местностей Китая до недавнего времени сохранялись следы обычая массового запуска воздушных змеев в девятый день девятого месяца — день змея.

Летающий дракон конструктивно сложен. Два-три десятка легких бумажных конусов образовывали длинное круглое тело чудовища, живописно извивающегося в полете. Змей-дракон имел крупную голову с оскаленной пастью. Сквозь пасть ветер проникал в пустое ту-

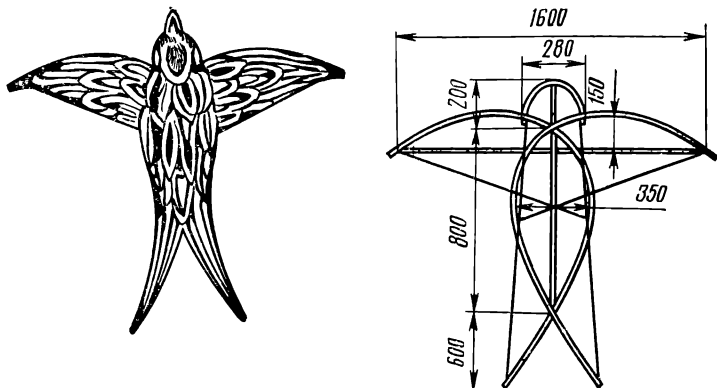


Рис. 1. Китайский змей в форме птицы

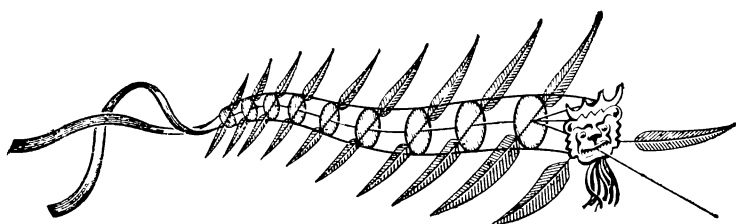


Рис. 2. Летающий дракон

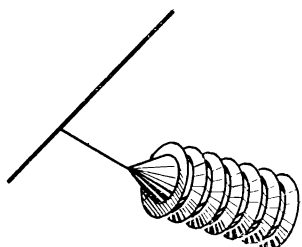


Рис. 3. Фонарик на шнуре змея

ловище и, надувая его, поддерживал в воздухе. Иногда вместо конусов в конструкцию остова дракона входили постепенно уменьшающиеся круглые диски, которые были связаны между собой шнурами. Каждый диск пересекался тонкой бамбуковой планкой, на конце которой укреплялись большие перья (рис. 2).

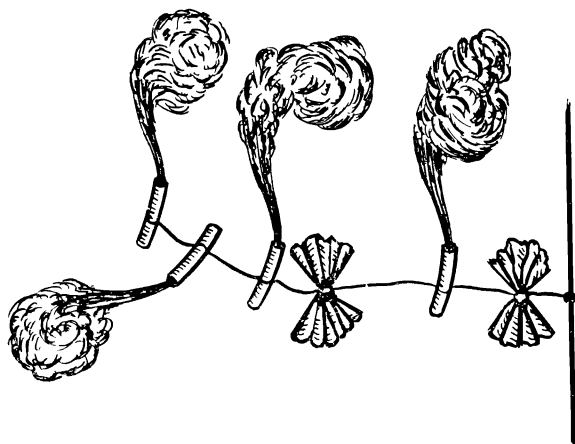


Рис. 4. Воздушный фейерверк

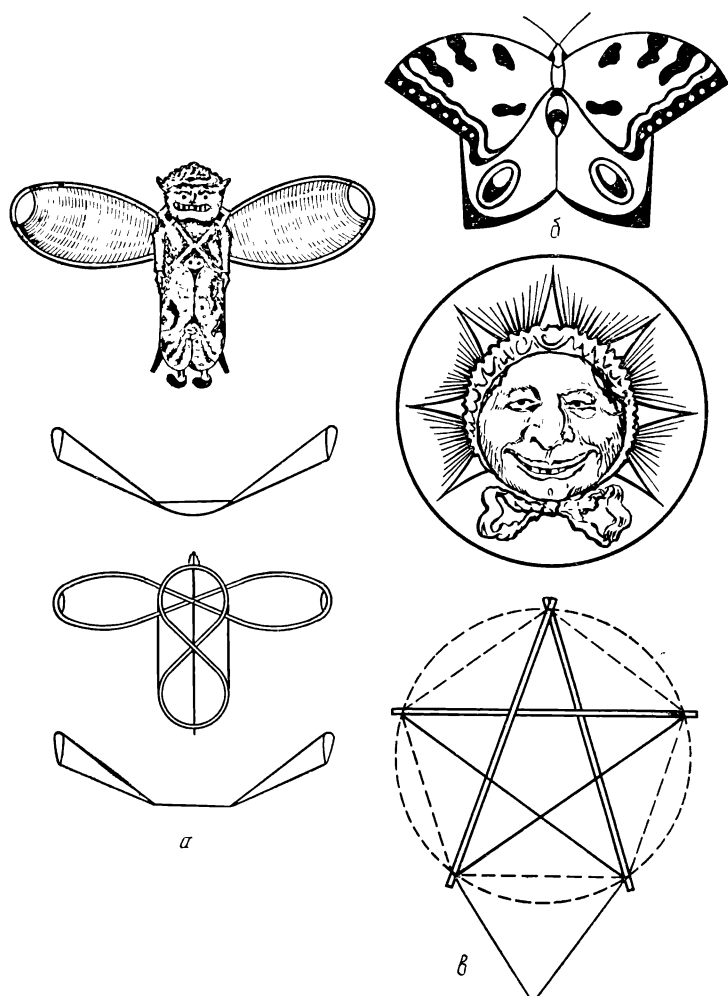


Рис. 5. Японские змеи:

а — летающее чудовище; **б** — бабочка; **в** — летающая голова

Для усиления эффекта была придумана специальная «змеиная музыка», напоминающая завывание ветра в дымовой трубе. Приспособление, издающее эти звуки, изготовляли из сухих головок мака, в которые вставляли камышовые свирельки. К пасти дракона прикрепляли леер, а к хвостовой части — две длинные шелковые ленты, которые извивались в воздухе вместе со змеем.

Интересное зрелище представляли фонарики, изготовлявшиеся из тонкой цветной бумаги (рис. 3), и фейерверки (рис. 4), прикреплявшиеся к змеям.

Широкое распространение воздушные змеи получили в Корее. Вначале их применение носило чисто религиозный характер, а затем запуск змеев стал увлекательным видом занятий и зрелищ.

На древних японских рисунках также можно встретить изображения воздушных змеев, по форме значительно отличавшихся от китайских (рис. 5).

Типичный малайский воздушный змей (рис. 6) имеет форму криволинейного симметричного треугольника. Каркас его состоит из трех пересекающихся прутьев, обтяжка — из грубой ткани.

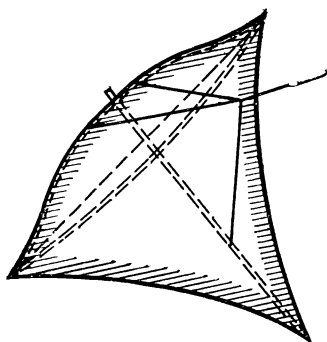


Рис. 6. Малайский змей

Изобретение змея, независимо от существовавшего в странах Востока, европейские историки приписывают древнегреческому ученому Архиту Тарентскому (IV в. до н. э.).

Любопытны старинные записи о первых практических применениях воздушных змеев. В одной из них говорится, что в IX в. византийцы якобы поднимали на воздушном змее воина, который с высоты бросал в

неприятельский стан зажигательные вещества. В 906 г. киевский князь Олег воспользовался воздушными змеями при взятии Царьграда. Летопись говорит, что над неприятелем в воздухе появились «кони и люди бумажны, вооружены и позлащены». А в 1066 г. Вильгельм Завоеватель использовал воздушные змеи для военной сигнализации при покорении Англии.

Но, к сожалению, о форме древних европейских змеев, об их конструктивных и летных свойствах не сохранилось никаких данных.

Долгое время ученые Европы недооценивали значение воздушного змея для науки. Только с середины XVIII в. воздушный змей начинает применяться при научных работах. В 1749 г. А. Вильсоном (Англия) змей был использован для подъема термометра с целью определения температуры воздуха на высоте. В 1752 г. ученый-физик В. Франклин воспользовался воздушным змеем для исследования молний. Открыв при помощи змея электрическую природу молнии, Франклин изобрел молниеотвод.

Воздушные змеи применялись для изучения атмосферного электричества великим русским ученым М. В. Ломоносовым и английским физиком И. Ньютоном.

Змей начинает оказывать науке ценные услуги. Поэтому неудивительно, что в 1756 г. знаменитый математик Л. Эйлер написал следующие строки: «Воздушный змей, эта игрушка детей, презираемая учеными, может, однако, заставить глубоко над собой призадуматься».

Значительное усовершенствование змея произвел австралийский ученый Л. Харграв в 90-х гг. прошлого столетия. Воспользовавшись работами первого планериста, немецкого инженера О. Лилиентала, Харграв впервые применил в качестве воздушного змея две сквозные коробки, соединенные друг с другом. Лилиенталь, конструируя свои планеры, заметил, что такие аппараты имеют хорошую устойчивость в воздухе. Харграв терпеливо искал выгодные пропорции своих коробок. В конце концов появился первый коробчатый воздушный змей, уже не требующий хвоста для устойчивости в полете (рис. 7).

Летающие коробки Харграва явились не только большим толчком для развития змейкового дела, но и, несомненно, помогли при конструировании первых самолетов. Это положение подтверждается сходством с двухкоробчатым воздушным змеем бипланов Вуазена,

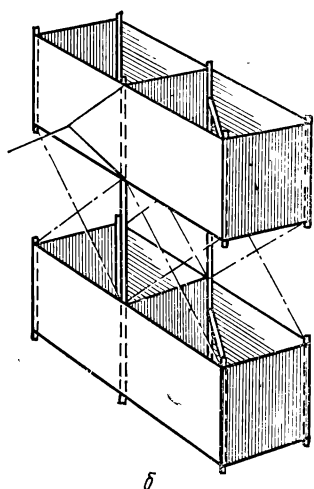
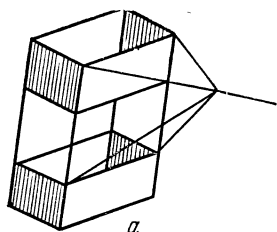


Рис. 7. Воздушные змеи конструкции Харгрэва:

а — создан в 1894 г.; б — создан в 1895 г.

Сантос-Дюмона, Фармана и аппаратов других первых авиаконструкторов.

Первый подъем человека на коробчатых воздушных змеях был осуществлен также Харгрэвом. Пассажир был поднят на четырех змеях общей площадью 22 м².

Начиная с 1894 г., воздушный змей систематически применяется для изучения верхних слоев атмосферы. В 1895 г. при Вашингтонском бюро погоды была организована первая змейковая станция. В 1896 г. в Бостонской обсерватории была достигнута высота подъема коробчатого змея, равная 2000 м, а в 1900 г. там же змей был поднят на высоту 4600 м.

В 1897 г. начаты работы с воздушными змеями и в России. Они велись в Павловской магнито-метеорологической обсерватории, где в 1902 г. было открыто специальное змейковое отделение.

Широкое применение воздушный змей нашел в метеорологических обсерваториях Германии, Франции и Японии. Змей поднимался на очень большую высоту. Например, в обсерватории Линдерберга (Германия) добились подъема воздушного змея более чем на 7000 м.

Первая радиосвязь через Атлантический океан была налажена с помощью коробчатого воздушного змея. Итальянский инженер Г. Маркони запустил в 1901 г. на острове Нью-Фаундлен большой воздушный змей, который летал на проволоке, служившей приемной антенной.

Коробчатым змеем Харгрэва заинтересовалось английское военное ведомство. Лейтенант английской армии Коди видоизменил змей Харгрэва. Он увеличил его площадь путем добавления боковых крылышек,

размещенных на всех углах коробок, усилил прочность конструкции и ввел совершенно новый принцип сборки и разборки змея. На таких змеях стали подниматься в воздух военные наблюдатели.

В начале XX в. работу над змеями Коди продолжил капитан французской армии Сакконей. Он создал еще более совершенную конструкцию воздушного змея, являющуюся одной из лучших и по настоящее время. Сакконей, пользуясь богатыми субсидиями военного ведомства, имел возможность широко поставить свои опыты. Он основательно разработал принцип буксирного подъема змеев: одна группа змеев поднимала в воздух основную леер (трос), другая — буксировала по тросу груз. Сакконей установил первые рекорды высоты и грузоподъемности воздушных змеев.

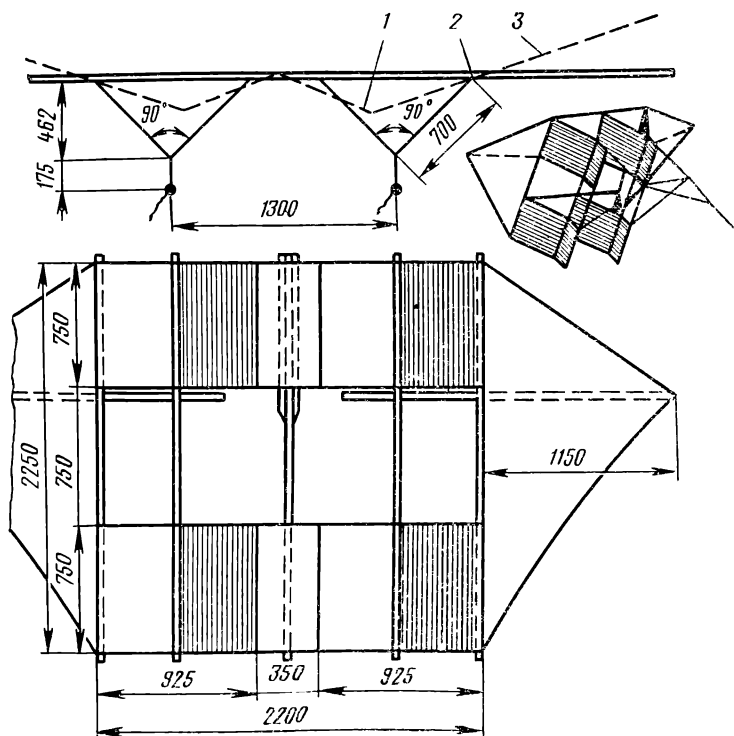


Рис. 8. Змей конструкции Ульянина:

1 — резина; 2 — шарнир; 3 — дополнительное крыло, автоматически отгибающееся в полете

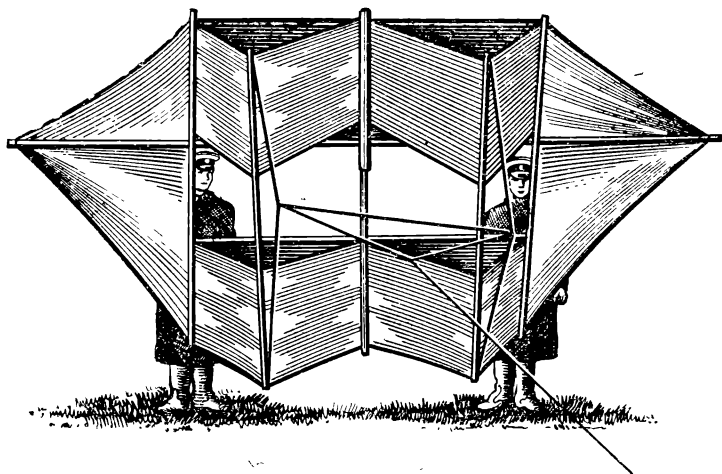


Рис. 9. Змей Ульянина перед полетом

Работы Сакконей нашли своих продолжателей во многих армиях Европы. В России полковником Ульяниным был создан для армии специальный воздушный змей (рис. 8 и 9). Ценным и остроумным новшеством в змеях его конструкции были шарнирные крылья, автоматически увеличивающие площадь змея при ослабевании ветра. Кроме Ульянина, змеями увлекались Кузнецов, Прахов и др., создавшие удачные конструкции. Во время русско-японской войны 1904—1905 гг. в русской армии были специальные змейковые подразделения.

Параллельно с работами Коди в Европе, главным образом во Франции, проводили свои эксперименты и другие конструкторы. Из них следует упомянуть Поттера, который изменил место крепления уздечки и создал змей с килевыми плоскостями, увеличивающими грузоподъемность.

Интересную конструкцию оригинального однокоробчатого змея предложил французский инженер Лекорню. Он создал змей, коробка которого напоминает пчелиные соты (рис. 10). Идею постройки своего змея Лекорню обосновал, наблюдая полет птиц. Если смотреть на летящую птицу, то можно заметить, что плоскости корпуса и крыльев образуют некоторый угол. Такой же установочный угол в 30° Лекорню сделал у горизонтальных плоскостей змея.

Во время первой мировой войны войска различных

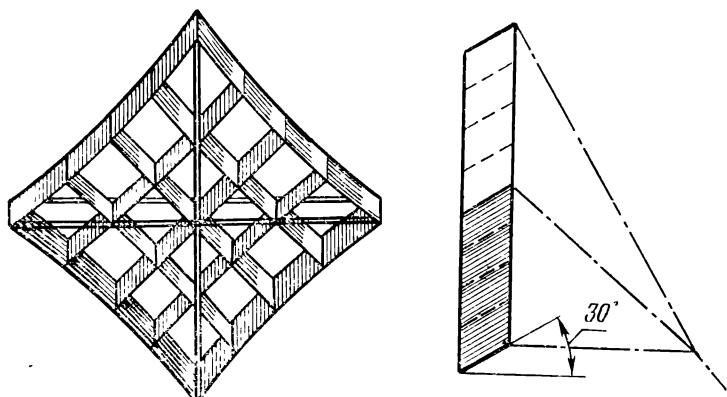


Рис. 10 Змей конструкции Лекорню

стран и особенно Германии применяли для наблюдательных постов привязные воздушные шары, высота подъема которых, в зависимости от условий боя, достигала 2000 м. Они давали возможность наблюдать расположение противника в глубь фронта и через телефонную связь направлять огонь артиллерии. Когда же ветер становился слишком сильным, вместо воздушных шаров применяли коробчатые змеи. В зависимости от силы ветра составлялся поезд из 5—10 больших коробчатых змеев, которые прикрепляли к тросу на определенном расстоянии друг от друга на длинных проволоках. К тросу привязывали корзину для наблюдателя. При сильном, но довольно равномерном ветре наблюдатель поднимался в корзине на высоту до 800 м.

Такой способ наблюдения имел то преимущество, что он позволял подойти ближе к передовым позициям противника. Воздушные змеи не так легко расстреливались, как воздушные шары, представлявшие собой очень большую мишень. Кроме того, выход из строя отдельного змея отражался на высоте подъема наблюдателя, но не вызывал его падения. Попадания же в шар одной зажигательной ракеты было достаточно для его гибели, так как он наполнялся легковоспламеняющимся водородом.

Воздушные змеи во время первой мировой войны использовали также для защиты важных военных объектов от нападения самолетов противника путем устройства заграждений, состоявших из маленьких привязных воздушных шаров и воздушных змеев, поднимавшихся до

высоты 3000 м. С шаров и змеев спускались проволочные тросы, которые создавали для самолета противника большую опасность. Германия применила такие заграждения для защиты верфи подводных лодок и ангаров в Бельгии.

Для змейковых заграждений ангаров у Брюсселя были изготовлены змеи больших размеров в виде привязных самолетов. Змеи копировали очертания самолетов различных конструкций (монопланов, бипланов) с целью ввести в заблуждение летчиков противника.

Весной 1915 г. в Германии произошел интересный случай, когда привязной самолет ввел в заблуждение не летчиков противника, а собственную зенитную батарею. Однажды рано утром в воздух был поднят привязной самолет-биплан. Вскоре после подъема он скрылся в облаках. Когда к полудню облака рассеялись, в их разрыве внезапно показался этот самолет. У немецких наблюдателей создалось впечатление, что облака неподвижны, а биплан летит с довольно большой скоростью. Вскоре он исчез в облаке с тем, чтобы тут же снова появиться в следующем разрыве. Посты воздушного наблюдения и связи сообщили: «Вражеский самолет». Зенитные батареи открыли заградительный огонь. Вокруг аэродрома гремели пушки, стараясь уничтожить воздушного врага. Самолет то исчезал в облаках, то снова показывался, и заградительный огонь продолжался до тех пор, пока немцы, наконец, не поняли, что обстреляли собственный привязной самолет. Последний не был сбит лишь потому, что при стрельбе делалась поправка на мнимую скорость движения самолета и снаряды неизменно оказывались впереди неподвижной мишени.

Змейковое дело в Европе достигло наивысшего расцвета к концу войны, в 1918 г. После этого интерес к воздушным змеям ослабел. Бурное развитие авиации начало вытеснять змей из военного дела.

Многие конструкторы, ранее увлекавшиеся змейковым делом, перешли к работе над самолетами. Но их опыт постройки змеев не прошел бесследно. Он, безусловно, сыграл свою роль в истории авиации на первой стадии развития самолета.

В Советском Союзе увлечение воздушными змеями началось почти одновременно с авиамоделизмом. Уже на первых всесоюзных состязаниях летающих моделей в 1926 г. были представлены довольно хорошо лета-

шие коробчатые змеи, построенные киевскими авиамоделистами под руководством И. Бабыюка. Одиннадцать полотняных змеев с общей рабочей площадью 42,5 м² были запущены на стальном тросе толщиной 3 мм со специальной аэростатной лебедки. Конструкция этих змеев — видоизмененный классический тип Сакконей.

Количество поездов из коробчатых змеев, представляемых на всесоюзные авиамоделные состязания, увеличивалось. В состязаниях 1935 г. участвовало 8 поездов. Тогда впервые наиболее полно было показано разнообразное применение воздушных змеев. По лееру вверх и вниз бегали «воздушные почтальоны», при помощи которых прыгали куклы-«парашютисты», сбрасывались «бомбочки» и листовки, демонстрировалась дымовая завеса. Куклы-«парашютисты» совершали затяжные прыжки вслед за сброшенным живым «десантом» — белыми мышами в клетке. Сбрасывание со змеев моделей планеров стало обычным явлением. С высотного старта улетало за несколько километров немало моделей планеров.

В пионерских лагерях воздушные змеи все чаще и чаще применяли для сигнализации во время военных игр. Нередко зимой можно было видеть легко скользящего по снегу лыжника, буксируемого воздушным змеем.

Змейковое дело стало одним из разделов первоначальной авиационной подготовки пионеров и школьников, а воздушные змеи — полноправными летательными аппаратами наряду с моделями самолетов и планеров.

При серпуховском Доме пионеров в 1931 г. была создана и успешно работала детская змейковая станция. Руководителей этой станции ежегодно приглашали с их змейковой командой на всесоюзные авиамоделные соревнования.

Вскоре опыт серпуховичей стал широко известен. Ежегодно всесоюзные соревнования стали проводиться самостоятельно. На соревнования свои команды представляли змейковые станции Саратова, Киева, Тулы, Сталинграда и других городов.

Руководители детских змейковых станций и юные «змейкачи» с большим увлечением конструировали змеи и запускали их, проводили работу среди пионеров и школьников.

В 1937 г. в Звенигороде Центральным советом Осоа-

виахима СССР были организованы I Всесоюзные состязания воздушных коробчатых змеев. Неблагоприятные метеорологические условия (отсутствие необходимого ветра) не дали возможности добиться рекордных полетов змеев. Но все же, хотя и на небольшой высоте, удалось проверить их конструктивные особенности.

В 1938 г. в поселке Щербинка (ныне город Московской обл.) проводились II Всесоюзные состязания коробчатых змеев, на которых были показаны конструкции, представлявшие исключительный интерес. Например, серпуховская детская змейковая станция представила змей-видоизмененной конструкции «Грунд» с несущей площадью 20 м². Змей поднимал груз массой до 60 кг. Были показаны змей-парашют, змей-планер и другие.

На III Всесоюзных состязаниях коробчатых змеев, происходивших в 1939 г. в Серпухове, были установлены рекорды полета змеев на высоту. Одиночный змей, сконструированный киевским авиамоделистом (так стали называть и создателей воздушных змеев) Громовым, был поднят на высоту 1550 м. Поезд, составленный из коробчатых змеев конструкции саратовского авиамоделиста Григоренко, был поднят на высоту 1800 м. В годы Великой Отечественной войны (1943 г.) А. Григоренко был награжден за боевое применение коробчатых воздушных змеев.

На IV Всесоюзных состязаниях были четко определены технические требования к конструкции воздушных змеев. Например, каждый змей должен был держаться в воздухе при скорости ветра не более 4—5 м/с у земли, несущая площадь у каждого змея должна быть не менее 5 м², общая площадь змейкового поезда должна быть такой, чтобы при ветре не более 7 м/с можно было поднять груз массой не менее 80 кг. Количество воздушных змеев должно быть не более 10 шт. Головной змей мог иметь большую площадь, конфигурация и окраска змеев произвольная.

На каждом змейковом поезде можно было установить различные приспособления и механизмы, например «воздушные почтальоны», способные поднять груз массой до 2 кг, замки для составления змейкового поезда (при диаметре леера не менее 3 мм), приспособления для аэрофотосъемки и другие.

По условиям соревнований каждая команда должна была представить сценарий игры, в процессе которой

предполагалось запустить змейковый поезд. В сценарий можно было включить, например, бомбежку, т. е. сбрасывание «бомб» на какую-то, ранее намеченную цель, выброску «воздушного десанта» (сбрасывание кукол), гонки на лыжах, перевозку раненого на санях, которые тянет змей, звуковую, световую и другие виды сигнализации со змея, сбрасывание донесений и листовок.

Соревнования проводились на высоту полета одиночного змея, на высоту запуска змейкового поезда, на максимальную грузоподъемность змейкового поезда, на быстроту сборки и запуска одиночного змея.

Для обеспечения успеха на соревнованиях во многих коллективах кружков делали различные вспомогательные средства. Например, в серпуховском Доме пионеров школьники-авиамodelисты изготовили динамометр для испытания прочности леера. Динамометр, установленный на змее, при критическом напряжении включал красную лампочку. В этом же коллективе был изготовлен анемометр из старого будильника, и с помощью этого прибора записывалось изменение силы ветра.

Школьники устанавливали на змее барограф, устройство для сбрасывания в заданную точку одиночной куклы-«парашютиста» или группового «десанта».

Юные авиамodelисты Коломенской станции юных техников (Московская обл.) построили коробчатые змеи с подкрылками, что обеспечивало змею большую устойчивость при угле стояния около 50°. Авиамodelисты Воронежской станции юных техников строили профилированные коробчатые змеи.

Саратовские авиамodelисты привезли на соревнования змейковый поезд из пяти коробчатых змеев. Каждый змей массой до 9 кг. Головной змей имел общую площадь 17 м². На змейковом поезде был установлен фотоаппарат, который делал 12 фотоснимков. Поезд способен был буксировать одного лыжника.

Команда киевских авиамodelистов привезла на соревнования змейковый поезд из шести змеев. С него можно было сбрасывать большую куклу-«парашютиста» (до 70 см, при этом купол парашюта составлял в диаметре 4 м).

Юные авиамodelисты напряженно работали, готовились к новым стартам. В Ленинграде на городские соревнования по воздушным змеям весной 1941 г. вышли более 150 участников.

После Великой Отечественной войны соревнования не проводились.

В наши дни строительство змеев не может иметь ни оборонного, ни научного значения. Однако, как простейшее, весьма доступное и увлекательное занятие, создание и запуск воздушных змеев не потеряли и не теряют своего значения.

За рубежом, прежде всего в социалистических странах, воздушные змеи чрезвычайно популярны среди детей и молодежи. Особенно ими увлекаются на Кубе. Часто можно видеть, как кубинские дети, даже находясь на пляже, не расстаются со своим любимым занятием — в воздухе над морем парят змеи самой разнообразной конструкции, самых ярких цветов.

ВЕТЕР И ЗАПУСК ВОЗДУШНЫХ ЗМЕЕВ

Происхождение и особенности ветра. Какая сила поднимает и удерживает змей в воздухе? Сила ветра. Поэтому запускающий змей должен прежде всего научиться определять и распознавать ветер и измерять его силу.

Ветер возникает в результате разности нагрева водной и земной поверхности. Земные поверхности (пашни, луга и т. д.) нагреваются быстрее, а водные пространства и лесные массивы — медленнее. Как известно, теплый воздух легче холодного. Нагретый над земной поверхностью воздух поднимается вверх. Внизу на его место устремляется со стороны моря или леса холодный воздух.

Разность нагрева бывает больше днем и особенно в солнечную погоду. Поэтому и скорость ветра в середине дня бывает больше, чем утром или вечером.

Бывают случаи, когда внизу полное безветрие (штиль), а на высоте 150—200 м дует ветер, способный удержать корбочатый змей.

При подъеме змея можно наблюдать, что ветер не всегда равномерен. Скорость и направление ветра постоянно меняются. Вертикальные воздушные потоки в авиации обычно называют «воздушными ямами» (если поток направлен вниз). Они создают впечатление, что воздух не удерживает самолет или другой летательный аппарат.

Порывы ветра вызываются неровностями земной по-

верхности. Не только горы, но и строения, мосты и деревья отклоняют ветер у поверхности земли от его горизонтального направления. Наталкиваясь на возвышенности, воздушные потоки поднимаются вверх, а на противоположной стороне, кружась, стекают вниз. Чем сильнее ветер у поверхности земли, тем более ощутимы его порывы в вертикальном направлении.

Порывы ветра происходят также от выравнивания разности температуры воздуха. В солнечную погоду при наличии отдельных облаков воздух, попадающий в тень облака, охлаждается и опускается, а там, где в облаках имеется разрыв, нагревается и поднимается. Так образуются вертикальные течения воздуха.

При встрече змея во время подъема или спуска с порывом ветра наблюдается внезапное падение змея, затем часто он рывком опять поднимается. Такие рывки наблюдаются чаще всего в полдень, когда нижняя воздушная прослойка на высоте от 100 до 200 м наполнена завихрениями.

Для подъема змея очень важно использование восходящих потоков.

Сила ветра целиком зависит от его скорости. Поэтому установить точно силу ветра можно, измерив его скорость каким-нибудь специальным прибором. Силу ветра определяют в баллах по так называемой шкале Бофорта. При некотором опыте можно определять балльность ветра без приборов, по непосредственному ощущению и по признакам, указанным в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Определение силы ветра по шкале Бофорта

Балл	Обозначение ветра	Опознавательные признаки	Скорость ветра, м/с
0	Затишье	Совершенное затишье	0
1	Легкое дуновение	Дым поднимается почти вертикально	1,7
2	Легкий	Для ощущения едва заметен	3,1
3	Слабый	Шевелит легкий вымпел и листья на деревьях	4,8
4	Умеренный	Вытягивает вымпел и шевелит маленькие ветви деревьев	6,7
5	Свежий	Шевелит большие ветви деревьев	8,8

Балл	Обозначение ветра	Опознавательные признаки	Скорость ветра, м/с
6	Сильный	Слышен в домах; шевелит тонкие стволы деревьев	10,7
7	Жестокий	Шевелит более толстые стволы деревьев, на стоячей воде поднимает опрокидывающиеся волны	
8	Бурный	Шевелит вековые деревья; идущий против ветра человек заметно задерживается	12,9
9	Шторм	Легкие предметы (черепицы крыш и т. д.) вырывает из своих гнезд	15,4
10	Полный шторм	Вырывает деревья	18
11	Тяжелый шторм	Разрушающее влияние на всякого рода постройки	21
12	Ураган	Действие опустошающее	38
			40

Ветромеры. Для точного измерения скорости ветра имеются особые приборы — анемометры, или иначе — ветромеры различных систем. Наиболее простое приспособление для этой цели — флюгер-ветромер (рис. 11).

Флюгер-ветромер показывает скорость и направление ветра. Он состоит из вертикальной стойки-мачты, на которой вращается горизонтальная рейка. Строения и деревья создают завихрения, а иногда изменяют направление ветра в данном месте. Поэтому размеры вертикальной стойки-мачты должны быть такими, чтобы флюгер-ветромер был значительно выше этих препятствий. На мачте укрепляются четыре рейки с обозначениями стран света (Ю, З, С, В). Эти рейки располагаются одна по отношению к другой под углом 90°.

Ветромер устанавливают при помощи компаса так, чтобы рейка с буквой Ю была направлена на юг, рейка с буквой З — на запад и т.д.

Ветромер должен вращаться вместе с соединенной с ним горизонтальной стрелкой, показывающей направление ветра, и всегда при этом становиться плоскостью доски строго против ветра.

В зависимости от скорости ветра ветромерная доска, поднимаясь кверху, устанавливается перед тем или иным штифтом, укрепленном на дуге. Если пластинка

Но движущийся воздух кроме сопротивления движению своим давлением создает и подъемную силу, при помощи которой летательные аппараты не только мо-

Т а б л и ц а 2

Установка зубцов ветромера

Номер зубца	Угол установки зубца, град.	Скорость ветра, м/с
1	6	1
2	13	2
3	24	3
4	34	4
5	48	5
6	58	6
7	65	7
8	71	8
9	76	9
10	82	10

гут подниматься, но и держаться продолжительное время в воздухе.

Для этого плоские или коробчатые змеи при помощи уздечки устанавливаются под некоторым углом к встречному потоку воздуха. Этот угол называется углом а т а к и. Коробчатые змеи летают при углах атаки, равных примерно 15—20°.

А что было бы со змеем, если бы не было леера, т. е. бечевки, шпагата или капроновой нити, за которую запускающий удерживает змей?

Едва только змей будет выпущен из рук, как ветер мгновенно подхватит и унесет.

Леер требуется для того, чтобы удерживать змей и воспринимать силу сопротивления воздуха.

Воздушный змей можно запустить и в безветрие. Для этого запускающий должен бежать с леером, передавая его по эстафете своим товарищам. Можно прикрепить леер с запущенным змеем к мотоциклу или автомашине, которые движутся и увлекают змей за собой. Если на определенной высоте окажется ветер, то в движении по земле необходимость отпадает.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОСТЫХ ЗМЕЕВ

Змей типа «монах». Самыми простейшими являются змей типа «монах» (рис. 12) и плоский прямоугольный змей (рис. 13).

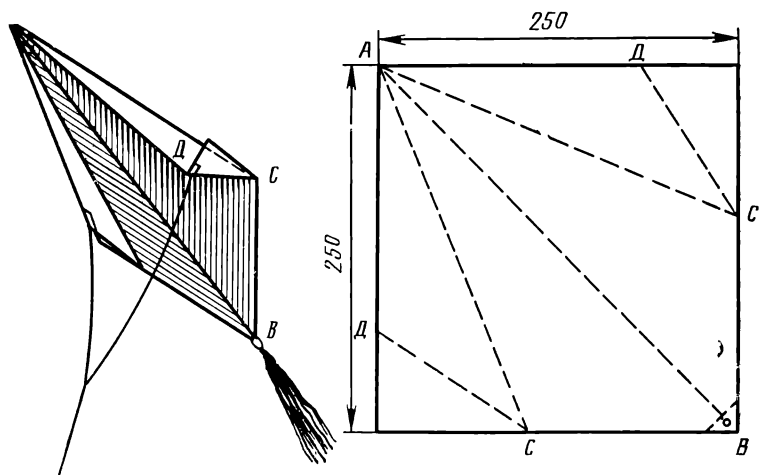


Рис. 12. Змей «монах»

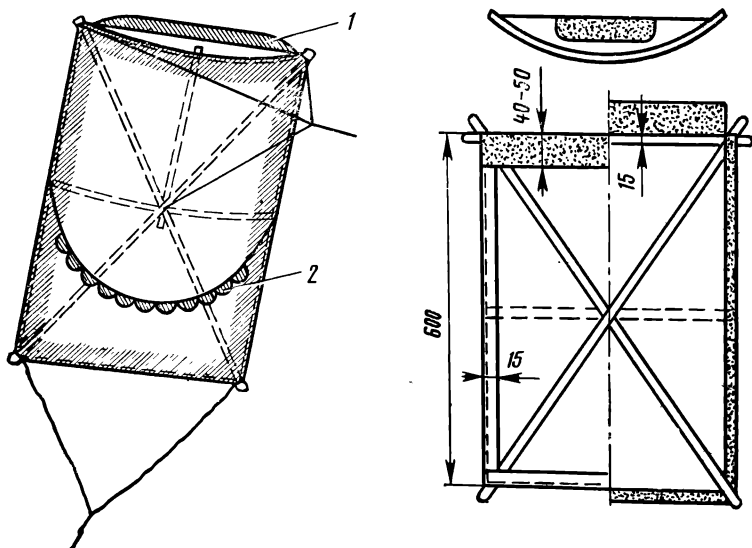


Рис. 13. Плоский змей:

1 — гудок; 2 — трещотки

Особенно широкое применение могут найти простейшие змеи в пионерских лагерях, на детских площадках.

Воздушный змей мягкого типа, называемый «монахом», изготавливается почти из одной бумаги. Материалом для него служит лист плотной писчей или тонкой чертежной бумаги размером приблизительно 250×250 мм. Чем плотнее бумага, тем большие размеры может иметь будущий змей, а значит, и лист бумаги должен иметь большие размеры. Лист складывают пополам по диагонали АВ. Затем каждую из его половинок складывают вновь пополам по линии АС, но в обратную сторону листа, и, наконец, отгибают уголки по линии СД.

Не следует змей «монах» делать больших размеров, так как он может легко сложиться. Не нужно делать его и очень маленьким: у такого змея отношение массы к площади слишком велико и летает он плохо.

В концах сгибов В и Д клеивают небольшие отрезки ниток для крепления уздечек и хвоста. После этого иглой прокалывают отверстия и прикрепляют уздечки и хвост.

Уздечкой для «монаха» служит обыкновенная катушечная нитка. Хвост изготавливают из узкой полоски ткани или мочалы, на которой навязывают несколько узлов. Его длина находится в пределах от 1 до 1,25 м и регулируется при пробных взлетах змея.

Летает «монах», несмотря на его простоту, довольно хорошо. Пускать его следует на катушечных нитках в слабый ветерок, так как сильный ветер легко его сомнет.

Плоский змей. Каркас широко распространенного плоского прямоугольного воздушного змея (см. рис. 13) делают из тонких сосновых планочек (дранок), обтяжкой служит бумага, для хвоста используют нитки или мочало с грузом.

Небольшой змей (площадью до $0,5 \text{ м}^2$) можно запускать на катушечных нитках. Плоские змеи больших размеров запускают на крепких суровых или капроновых нитках.

Змей имеет всего три планки: две из них служат диагоналями («крестом»), а третья находится вверху и скрепляет диагонали. Иногда при сравнительно больших размерах змея добавляют еще одну планку посе-

редине (на чертеже показана пунктиром). Длина планок: крестовых — 750 мм, верхней — 450 мм.

Изготовление змея несложно. Крестовые планки скрепляют под нужным углом нитками. К этим планкам привязывают верхнюю планку. По контуру будущего змея натягивают прочную нить, соединяющую все уголки, и наклеивают обтяжку из бумаги.

После того как змей высохнет, верхнюю планку нужно слегка стянуть ниткой в дугу. Такой змей более устойчиво держится в воздухе.

Уздечку змея делают из трех ниток. Верхняя (двойная) часть уздечки должна быть такой длины, чтобы она точно уложилась по диагонали, а вершина ее, где делается узел, легла в центр змея. Нижняя часть уздечки должна быть такой, чтобы, если ее положить на змея, узел попал точно в середину верхней планки змея.

Змей «звезда». На рис. 14 изображен легкий и прочный каркас для плоского змея «звезда». Он состоит из пяти одинаковых сосновых реек размером $500 \times 9 \times 4$ мм. Рейки связаны в центре парой щечек из фанерных кружков толщиной 1,5 мм. Змей усилен проволоочным кольцом диаметром 382 мм. Кольцо прикреплено к рейкам нитками. Наружные концы реек соединены между собой расчалками из тонкого шпагата. Расчалки собственно и образуют основные контуры звезды.

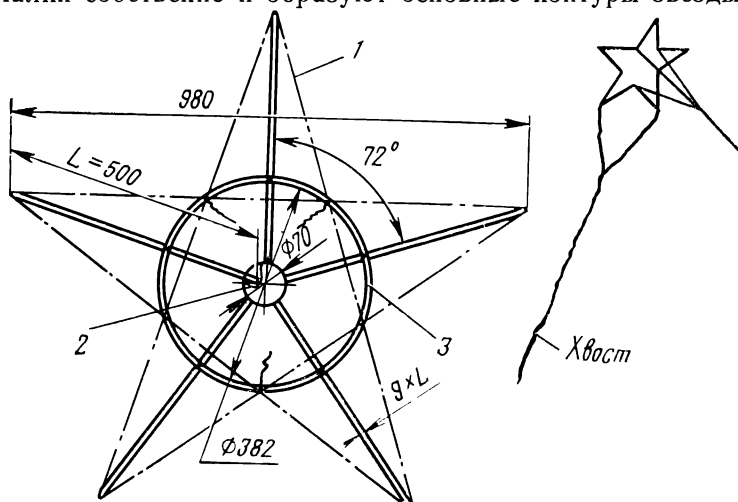


Рис. 14. Змей «звезда»:

1 — прочная нить; 2 — фанерные щечки; 3 — стальная проволока диаметром 1,5 мм

Обтяжка змея «звезда» делается из бумаги или ткани, желательно красного цвета.

Размеры «звезды» могут быть разными, но в тех случаях, когда размер змея превосходит 1,2 м, концы лучей следует снабжать предохранительными обтяжками из шпагата, иначе их отломит ветер.

Концы оттяжек крепят к узлу уздечки. Длина хвоста должна быть примерно в десять раз больше высоты змея. Уточняют ее во время запуска.

Коробчатый змей конструкции Поттера. Из всех коробчатых змеев простотой в изготовлении при хороших летных качествах отличается змей конструкции Поттера (рис. 15).

Техника постройки различных коробчатых змеев единообразна. Достаточно освоить постройку простейшего коробчатого змея, чтобы легко справиться с более сложными конструкциями. Для изготовления змея конструкции Поттера требуются следующие материалы.

Рейки квадратного или круглого сечения толщиной не менее 15 мм делают из сухой прямослойной сосны без сучков. Для уменьшения массы змея рейки к концам постепенно сужаются, так как основная нагрузка приходится на середину рейки. Рейки тщательно отделывают рубанком и шкуркой. Для предохранения от влаги желательно пропитать их олифой.

Можно заменять сосновые рейки ореховыми прутьями, но последние по своим качествам хуже.

Ткань различную синтетическую, любых расцветок употребляют для обтяжки змея.

Бумагу применяют для обтяжки змеев небольших размеров. Желательно использовать тонкую, плотную бумагу.

Шпагат и шнур необходимы для запуска змеев, изготовления уздечки и растяжек. Современная промышленность выпускает легкие прочные капроновые нити. Их с успехом можно применять в змейковом деле.

Нитки идут на обмотку лонжеронов и распорных реек, прикрепление скобок, обтяжки к лонжеронам и т. д. Более тонкими нитками сшивают обтяжки змея.

Резину в лентах (нитях) различного сечения употребляют в уздечках змеев для амортизации порывов ветра.

Клей необходим для соединения деревянных частей, проклейки узлов, обмоток и т. п.

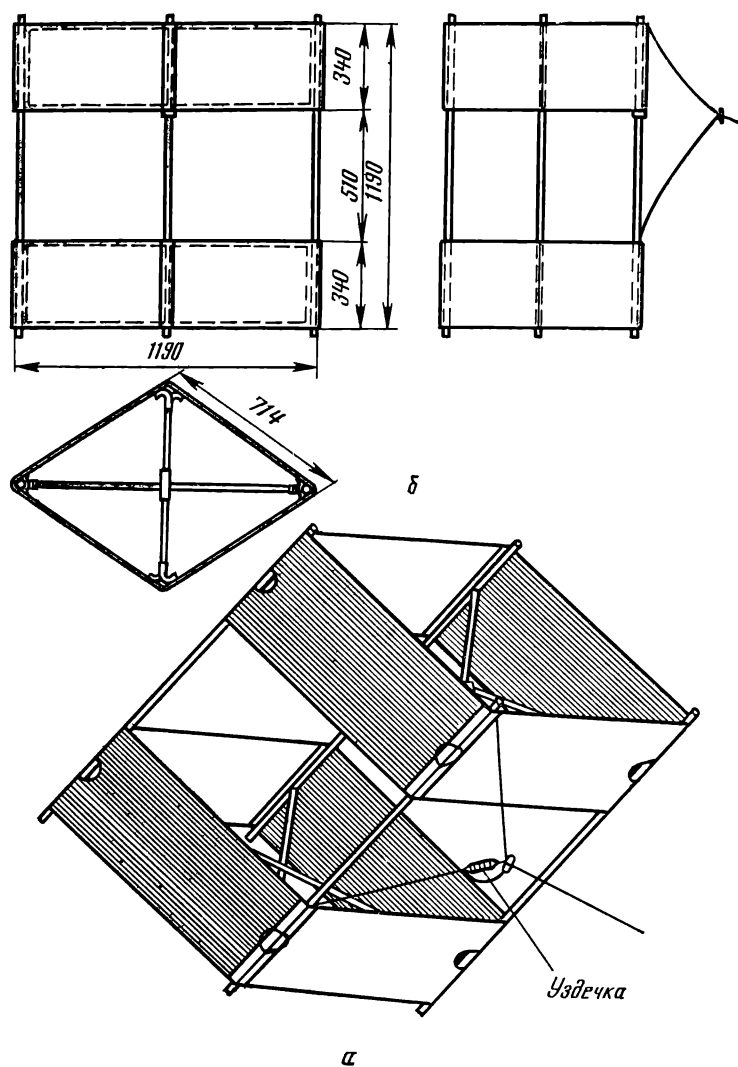


Рис. 15. Змей конструкции Поттера:

а — общий вид; *б* — чертеж

Крахмал применяют для пропитки материи и при склейке бумажной обтяжки.

Олифой пропитывают шпагат и деревянные детали с целью предохранения их от порчи при действии влаги.

Лак масляный или спиртовой нужен для окончательной отделки лонжеронов и распорок.

Весь процесс постройки складывается из трех главных операций: изготовления каркаса, изготовления обтяжки, а также монтажа частей и установки расчалок и уздечки.

Для облегчения обработки лонжеронов и распорных реек нужно взять прямослойную доску. Толщина ее должна соответствовать сечению реек. Если, например, нужны рейки сечением 15×15 мм, то берут доску толщиной 15—20 мм. Ее распиливают поперек на куски, равные длине лонжеронов и распорных реек. Затем куски распиливают вдоль.

Если под руками нет лесоматериала достаточной длины, то для получения рейки срезают «на ус» два более коротких куска и соединяют их по месту среза, обматывая нитками (рис. 16, а).

Строгать рейки лучше всего таким способом: положить ее на длинный и ровный стол, придерживая переднюю часть левой рукой, и затем от середины начать обстругивание. После строгания рейки тщательно зачищают мелким рапилом и шкуркой.

Очень важно, чтобы все лонжероны и распорные рейки имели одинаковое сечение и массу.

Для змея нужно заготовить рейки нескольких размеров:

четыре рейки для лонжеронов длиной 1016 мм и сечением 10×10 мм (можно заготовить и круглые рейки диаметром 12 мм);

две большие распорные рейки длиной 990 мм и сечением 8×8 мм (или 9×9 мм);

две малые распорные рейки длиной 660 мм и сечением 8×8 мм (или 9×9 мм).

На концах всех распорных реек делают лапки. Для этого наклеенные на них тонкие планки обматывают прочной ниткой, которую затем пропитывают клеем (см. рис. 16, б).

Дерево способно впитывать в себя влагу, изменять свою массу и коробиться. Чтобы предотвратить коробление, лонжероны и распорные рейки пропитывают оли-

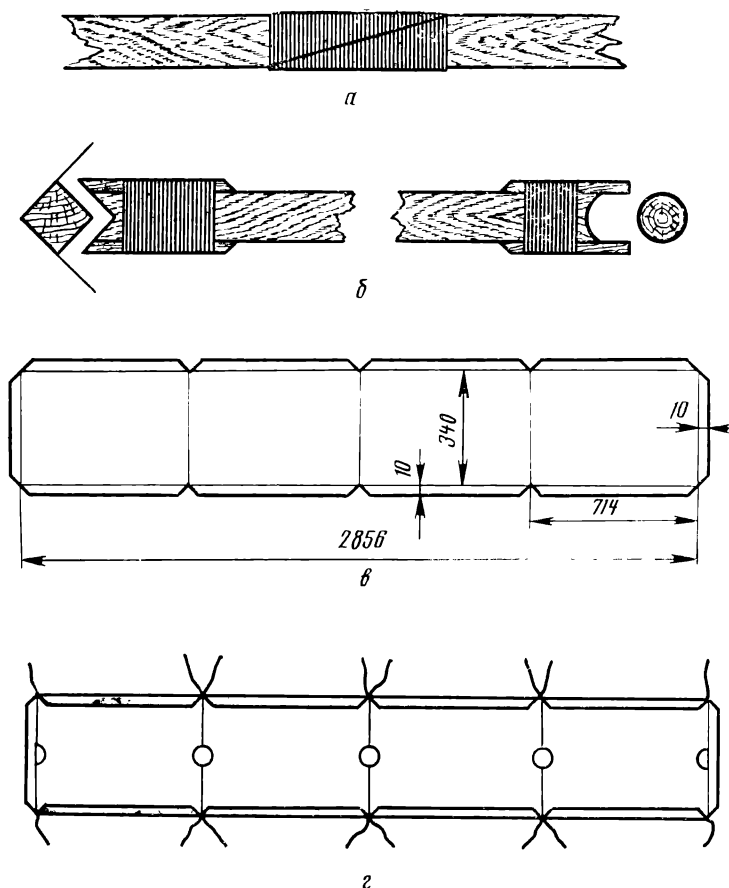


Рис. 16. Изготовление змея Поттера:

а — соединение рейки «на ус»; б — лапки для распорных реек; в — выкройка обтяжки; г — вклейка ликтроса

фой. Для этого берут кусочки ваты, обертывают марлей и опускают в олифу, которую втирают в поры дерева до тех пор, пока рейки не станут почти сухими.

После изготовления лонжеронов и распорных реек из ткани или бумаги делают обтяжку для каркаса змея. Как видно на рис. 15, нижняя коробка змея по своей величине равна верхней, что дает возможность сделать общие выкройки для нижней и верхней коробок. Для изготовления выкроек оставляют припуск в 10 мм со всех сторон по длине и ширине для сгиба при крепле-

нии к нитке (ликтросу), которую вклеивают в кромки для создания большей прочности (рис. 16, в, г). Концы ее на углах выходят за обтяжку на 60—70 мм для прикрепления к лонжеронам. Ликтрос следует вклеивать так, чтобы он не приклеился к обтяжке, иначе после просушки края будут иметь морщины.

Для крепления лонжеронов с обтяжкой их обматывают на углах концами ликтросов, а места соединения промазывают столярным или другим клеем.

Чтобы установить распорные рейки, сначала на одном конце каждой рейки делают лапку, затем распорную рейку обрезают по длине так, чтобы она плотно легла по диагонали в коробку. После этого укрепляют лапку на другом конце. Под углом к первой распорной рейке ставят вторую, меньшей длины. Рейки равной длины в верхней и нижней коробках должны иметь одинаковую массу. Для большей жесткости каркаса змея каждую пару распорных реек в центре перевязывают нитками.

После сборки к змею прикрепляют уздечку, конструкция которой хорошо видна на рис. 15, а.

Для того чтобы изготовить змей Поттера различных размеров, приведем соотношение его сторон.

Если принять высоту одной коробки змея за единицу, то его высота будет составлять 3,5 единицы, т. е. будет иметь соотношение 1:3,5. А общая длина периметра ромба равна 8,4 единицы. Диагонали ромба относятся как 2:3. Вместо соотношения достаточно представить нужные размеры, и змей можно с успехом изготовить.

Змей конструкции Коди-Сакконя (рис. 17, а) пользовался большим успехом у юных «змейкачей». Он прочен, легок и может подниматься в воздух при ветре в 4—5 м/с.

Для каркаса змея (рис. 17, б) нужно заготовить сосновые рейки.

Для лонжеронов делают четыре рейки *АА* длиной 1224 мм, диаметром 12—15 мм.

Длину распорных реек определяют практически после того, как уже будет изготовлена обтяжка змея и соединена с лонжеронами. Две большие распорные рейки *ВВ* должны иметь диаметр в середине 15 мм, а две малые *СС* — 10—12 мм.

Две нервюрные рейки *ДД* имеют сечение 8×4 мм и

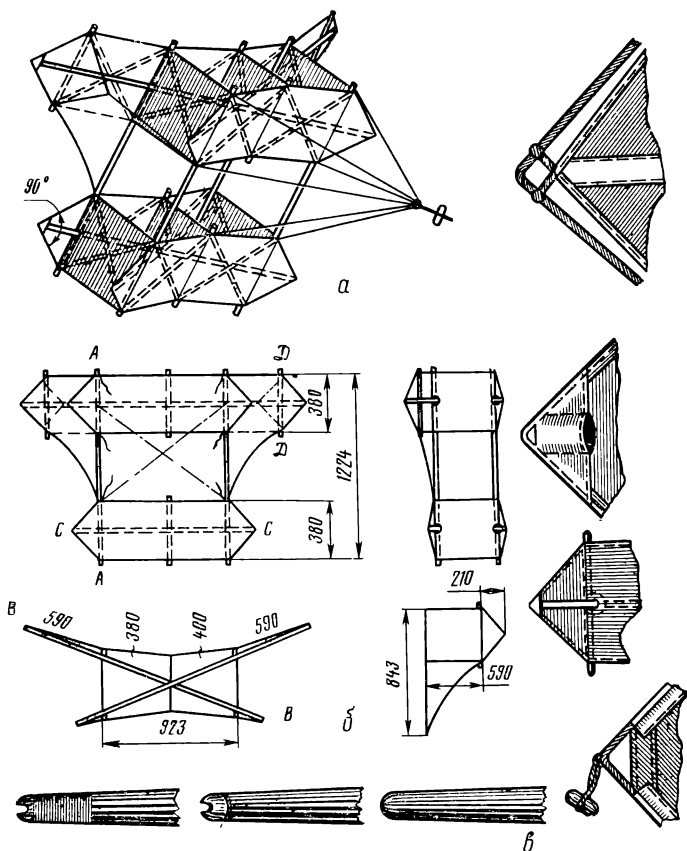


Рис. 17. Змей конструкции Коди-Саккоеня:

а — общий вид; *б* — чертеж; *в* — заделка углов открьлков для упора распорных реек

длину 380 мм. Нервюрные рейки нужны для крепления к обтяжке открьлков змея.

Как известно, наибольшая сила давления воздуха приходится на среднюю часть реек, поэтому желательно в этом месте их делать несколько толще. Очень хорошо усилить рейки лентами на клею, наматывая их на расстояние 200—250 мм от середины в оба конца.

Концы распорных реек у змея Коди-Саккоеня делают иначе, чем у змея Поттера: вместо лапок в торцах у концов распорных реек прорезывают желобки (см. рис. 17, *в*).

Для обтяжки каркаса берут любую легкую ткань.

На столе или на полу размечают при помощи угольника такую же выкройку, как и для змея Поттера. В углах боковых сторон делают прорезы для лонжеронов, которые усиливают дополнительной обтяжкой.

После коробок выкраивают два боковых открьлка. Средние промежуточные плоскости (диафрагмы) для верхней и нижней коробок делают на 20 см уже боковых стенок коробок, чтобы создать лучший натяг обтяжки змея.

Далее производят сшивку обтяжки коробок и боковых открьлков, причем последние подшивают так, чтобы можно было по краям протянуть ликтрос (шпагат). Боковые открьлки пришивают на углах верхней коробки.

Змей конструкции Коди-Сакконей собирают так же, как и змей Поттера. Уздечки изготавливают так, как показано на рис. 17,а.

Змей конструкции Громова (рис. 18). Этот змей является результатом дальнейшей разработки и усовершенствования конструкции Коди-Сакконей.

Характерные особенности змея следующие: вынос задней плоскости составляет 30° , боковые (килевые) плоскости AA и BB расположены по отношению к несущим AB под некоторым углом. Это придает змею большую поперечную устойчивость и создает в проекции добавочную несущую плоскость. Между передней и задней плоскостями имеются добавочные промежуточные плоскости. Змей был поднят с авиационным барографом на высоту 1550 м и показал хорошую продольную и поперечную устойчивость.

При испытании змея на Всесоюзных состязаниях в 1939 г. правильность расчета Громова подтвердилась полностью.

Змей конструкции Григоренко. Хорошие результаты показал змей авиамоделиста Григоренко (рис. 19). При конструировании змея Григоренко поставил своей целью придать ему хорошую жесткость при относительно небольшой нагрузке. Несмотря на большие несущие площади, змей имеет всего четыре продольных лонжерона и четыре основных распорных рейки. Вынос задней плоскости по отношению к передней составляет 30° , чем созданы наиболее благоприятные условия для работы промежуточных и задних плоскостей. Целесооб-

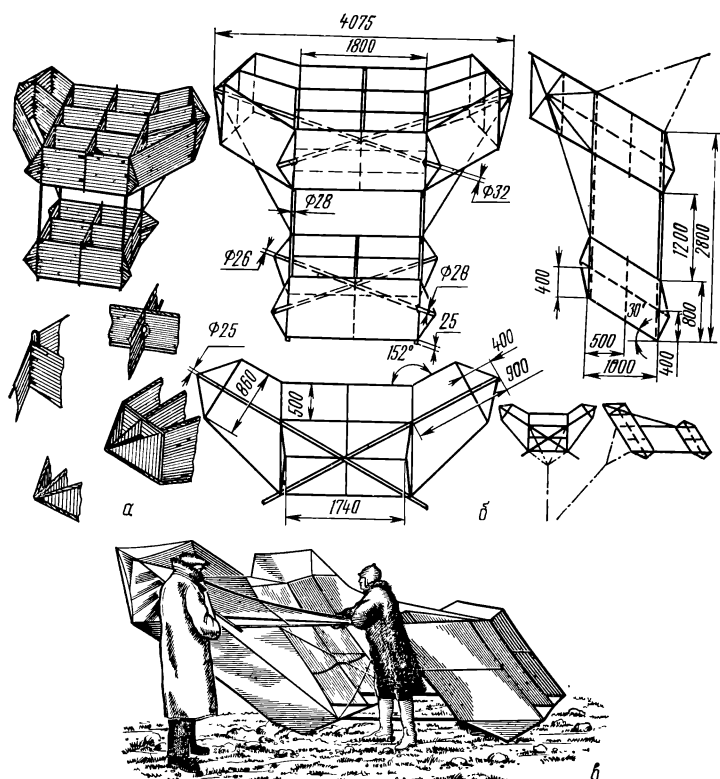


Рис. 19. Змей конструкции саратовского авиамоделиста Григоренко: а — общий вид; б — чертеж; в — змей перед запуском

ренко очень удачно присоединил уздечку к верхней части лонжеронов, применив две добавочные планки, связывающие лонжероны между собой и придающие змею достаточную жесткость.

Тройные открьлки, расположенные под некоторым углом к плоскостям коробов, помимо обеспечения хорошей поперечной устойчивости, увеличивают площадь полезной несущей поверхности змея.

Расчеты конструктора-моделиста подтвердились: несмотря на небольшое количество продольных и распорных реек при значительных размерах, змей получился достаточно жестким, что дало возможность поднимать его на большую высоту при ветре 8—9 м/с.

На всесоюзных состязаниях в 1939 г. шесть змеев конструкции Григоренко были подняты в составе поез-

да на высоту 1800 м. Устойчивость поезда в воздухе оказалась хорошей; угол стояния доходил до 60—70°.

Но конструкция змея Григоренко может выявить все свои положительные качества лишь при условии тщательного изготовления змея, для чего, безусловно, необходим опыт в работе. Для начинающих любителей изготовить и запускать змеи такой конструкции будет чрезвычайно трудно.

ЗАПУСК ЗМЕЕВ

Леер. Прочность леера должна быть такой, чтобы он не разорвался от порыва ветра.

При выборе лееров нужно пользоваться табл. 3 для определения массы леера и силы, которая может разорвать леер данного сечения. Если, например, выбрана стальная проволока диаметром 1 мм, масса 1 м которой составляет 6,3 г, то 100 м леера будут весить 630 г. Проволока такого диаметра может выдержать змей, на который ветер давит с силой, не превышающей 1850 Н.

Очень большой прочностью отличается кордная нить (до 100 кгс/мм²), которая изготавливается из синтетических волокон и используется для изготовления тросов разного диаметра и назначения. При этом масса 1 м такой нити или веревочного изделия из нее почти не превышает массы обычной бечевки.

Таблица 3

Масса и разрывающие усилия для лееров

Диаметр леера, мм	Стальная проволока		Бечевка	
	масса 1 м, г	сопротивление на разрыв, кгс	масса 1 м, г	сопротивле- ние на раз- рыв, кгс
0,4	1,0	35	—	—
0,5	1,5	50	—	—
0,6	2,2	75	—	—
0,7	3,1	100	—	—
0,8	4,0	130	—	—
0,9	5,7	155	—	—
1,0	6,3	185	—	—
2,0	15	225	3,5	70
2,5	20	300	5,5	100
3,0	30	600	8,0	150
3,5	50	1000	11,5	190

брусек вручную или на токарном станке обрабатывают в цилиндр диаметром 39 мм. Концы цилиндра туго обматывают суровой ниткой, чтобы они не раскололись во время приколачивания к ним дисков.

Два диска диаметром 220 мм изготавливают из хорошей фанеры. Каждый диск склеивают из трех фанерных кружков толщиной 1 мм — двух наружных диаметром 220 мм и одного внутреннего диаметром 210 мм. Центры кружков должны строго совпадать друг с другом. После склейки и обжати под тяжестью получаются два желобчатых диска 2.

Кружки дисков скрепляют дополнительно мелкими гвоздями. Гвозди можно заменить П-образными проволочными скобами, концы которых пропускают через два отверстия и изгибают ударами молотка. В центре каждого диска аккуратно просверливают отверстие диаметром 5 мм.

Из стального прутка диаметром 6 мм и длиной 368 мм изготавливают вал с ручкой 3. На вал надевают деревянный цилиндр и оба диска 4.

Очень важно, чтобы стальной вал держался в цилиндре жестко, составляя с ним как бы одно целое. Для этого часть вала, примерно на треть длины цилиндра, следует слегка расклепать до овального сечения.

Оба фанерных диска, прилегающие к торцам деревянного цилиндра, прочно приколачивают к ним гвоздями длиной 25 мм.

Из медного или стального листа вырезают две полоски длиной 100 и шириной 18 мм и изгибают в трубку. Это подшипники 5; в них будет вращаться стальной вал катушки. Для каждого подшипника изготавливают по две медные или стальные шайбы 6, внутренний диаметр которых немного больше диаметра железного вала.

На ручку вала необходимо надеть трубку из пластмассы или резины 7. Трубка должна совершенно свободно вращаться на валу. Конец ручки расклепывают для того, чтобы трубка не сползала.

Вторая важная часть леерной катушки — это станок 8. Он состоит из основной фанерной доски размером 260×230×5 мм, на которой прочно укреплены два треугольных кронштейна. На вершинах кронштейнов, в специальных выемках, монтируют подшипники. Кронштейны могут быть изготовлены из прямоугольных брусков березы или сосны сечением 15×18 мм в виде массивных равнобедренных треугольников с вершиной,

плоско срезанной на длину 32 мм. Важно, чтобы кронштейны были соединены с основной доской 12 совершенно прочно и неподвижно.

Оба кронштейна крепят к доске перпендикулярно на расстоянии 200 мм друг от друга. Для прочности их прикрывают трапецевидными фанерными накладками 9 размером 150×39 мм и после установки подшипников покрывают накладкой 11. Все деревянные части лебедки шлифуют наждачной бумагой, пропитывают олифой и лакируют.

В желобок левого диска катушки вкладывают 500 мм мягкой прочной проволоки диаметром 1,5 мм (лучше взять для этого стальной тросик), концы которой привинчивают шурупами к станку. Проволока является тормозом 10. Если на нее нажать рукой, то она, прижимаясь к диску, тормозит вращение катушки.

Для запуска змеев больших размеров и змейковых поездов применяют ручные или механические лебедки.

Как запустить одиночный змей. Умение запустить змей имеет важное значение. Лучше всего запускать змей в поле и по возможности на возвышенности. Перед запуском следует проверить правильность регулировки и прочность соединения разбирающихся частей. Собирают змей в месте, защищенном от ветра: за лесом, строениями, в овраге и т. п. Можно собрать змей и при ветре в поле, но для этого должна быть команда не менее четырех человек.

Запускают змей несколькими способами. При запуске в одиночку змей ставится передней плоскостью против ветра. Запускающий отходит назад, постепенно раскручивая леер и удерживая змей в вертикальном положении. Отойдя на 10—15 м, следует потянуть змей на себя и пробежать некоторое расстояние. При наличии ветра змей быстро поднимается вверх.

Лучше и легче всего запускать змей вдвоем. Для этого один из запускающих остается со змеем, держа его над головой за задние лонжероны, другой же с леером отходит против ветра на 80—100 м. Для момента подъема существует сигнализация: стоящий с катушкой и леером поднятием руки вверх предупреждает стоящего со змеем, чтобы последний приготовился. Резкое поднятие руки вверх является сигналом для запуска змея.

Когда змей поднимется на достаточную высоту, можно постепенно отпускать (травить) имеющийся в запасе леер. В случае внезапного порыва ветра леер нес-

колько отпускают и тем самым ослабляют давление ветра на змей. При стихании ветра змей надо немедленно подтянуть к себе.

Меры предосторожности при запуске змея. Каждый запускающий должен хорошо уяснить все нежелательные случаи, которые могут возникнуть при запуске змея, тем более змейковых поездов. Расскажем о некоторых таких случаях.

Нужно знать и помнить, что сила и направление ветра на различной высоте могут быть различными. Это зависит от многих причин. А главное — от рельефа местности.

Нежелательно, чтобы леер запущенного змея соприкоснулся с проводами или повис на проводах. Особенно опасно, если это электрические провода высокого напряжения.

Руководители кружков, да и сами запускающие могут и должны избежать упомянутого случая. Желательно ограничить высоту подъема змея 150—200 м. Что для этого требуется? Прежде всего надо внимательно осмотреть местность: определить, где проходят провода, в каком направлении дует ветер. Необходимо, чтобы змеи запускались в противоположную от проводов сторону.

Иногда запускающие не учитывают силу ветра и прочность леера. При наличии сильного порывистого ветра леер может оборваться, а змей ветром унесет за провода. Возникает опасность, что трос или сам змей замкнет эти провода, это особенно опасно, когда змей или змейковый поезд запускают на стальном тросе.

Не следует трос змея накручивать на руку или вокруг себя. Если змей большой, а ветер сильный, порывистый, то в таком случае можно тросом порезать руку или повредить одежду.

Большие змеи лучше всего запускать на леерной катушке, а змейковые поезда — на леерной лебедке.

Как запускать поезда из змеев. Поездом воздушных змеев называется несколько змеев, запущенных на одном тросе. Количество запускаемых змеев может быть довольно значительным, иногда достигая полутора десятков. Чем больше змеев запускается одновременно, тем больший груз они могут поднять.

Существует несколько способов крепления змеев к лееру.

Первый способ. Несколько змеев запускают на отдельных леерах, нижние концы которых прикрепляют

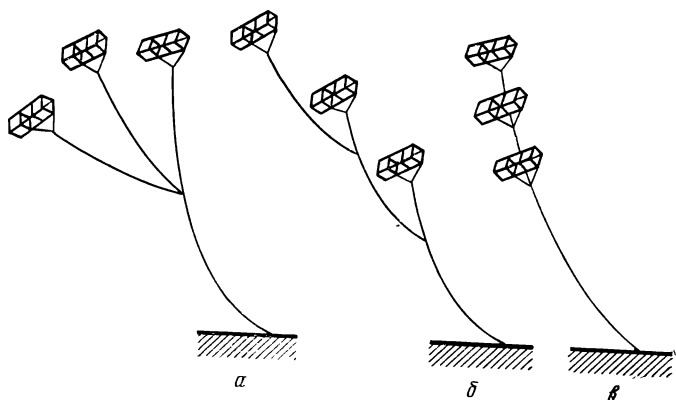


Рис. 21. Различные способы запуска змеиного поезда:

a — первый способ; *б* — второй способ (параллельный запуск);
в — третий способ (последовательный запуск)

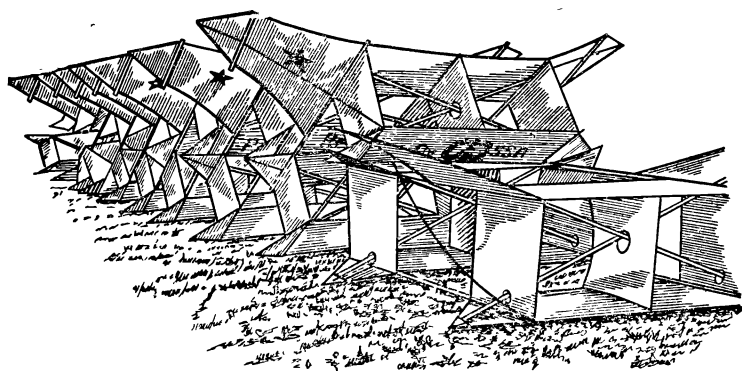


Рис. 22. Змеиный поезд, подготовленный к запуску

к одному основному лееру (рис. 21,*a*). При данной системе крепления очень легко запускать поезд даже при малочисленной команде. Но при неровном ветре и неточной регулировке змей могут вести себя неустойчиво в воздухе и перепутаться.

Второй способ. Змеи запускают также на отдельных леерах, но соединяют их с основным, более прочным леером по другой схеме (см. рис. 21,б). Такое расположение змеев называется параллельным.

Третий способ. Змеи последовательно соединяют с основным леером (см. рис. 21, в). Расстояние между змеями — от 20 до 40 м в зависимости от длины леера и размера змеев. Змеи прикрепляют верхней плоскостью задней коробки при помощи колышка к лееру, причем уздечкой устанавливается необходимый угол атаки.

На рис. 22 показан поезд из змеев, подготовленный к запуску.

Третий способ крепления змеев заслуживает особого внимания, так как при таком способе поезд держит себя устойчиво в воздухе и создает наибольшую тягу.

При запуске змея команду расставляют по одному человеку к каждому змею. Запускающие становятся сзади змеев и берут их за два задних лонжерона.

Капитан команды поднятием флажка дает сигнал приготовиться. При резком отпускании флажка вниз все

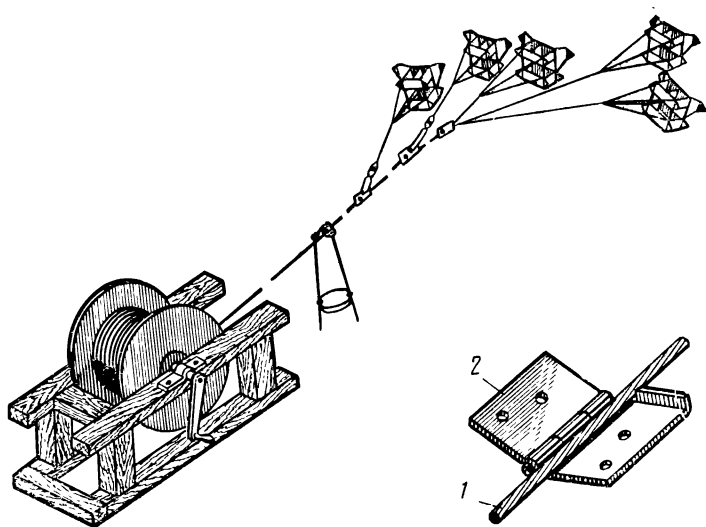


Рис. 23. Замок для крепления змея к поезду:

1 — трос; 2 — петля

запускающие одновременно опускают змеи, слегка подбрасывая их вверх. По той же команде «змейкач», стоящий у лебедки, быстро накручивает леер на ее барабан.

Все змеи одновременно поднимаются вверх. Когда поезд вполне установился, леер понемногу отпускают до тех пор, пока поезд не поднимется на нужную высоту.

Поезда можно составлять из змеев простейших конструкций (Поттера, Харграва), что дает возможность даже начинающим авиамоделистам заниматься запуском змейковых поездов.

Для присоединения воздушных коробчатых змеев с основным леером существует несколько конструкций замков. На рис. 23 показан простейший самодельный замок, изготовленный из обычной дверной петли. На том же рисунке показано крепление змеев к тросу с помощью замка.

ИГРЫ И АТТРАКЦИОНЫ СО ЗМЕЯМИ

«Воздушный почтальон». Этот змей можно назвать проще парусной тележкой, которая на роликах по лееру движется вверх к основному змею и обратно. При помощи этой тележки, или «воздушного почтальона», можно посылать к парящему змею различные грузы и сбрасывать их вниз. Простейшее приспособление позволяет парусу «почтальона» после сбрасывания груза отклоняться по ветру, и «почтальон» возвращается обратно, к запускающему змей.

«Воздушным почтальоном» (рис. 24, а) пользуются при различных играх со змеями, особенно связанных со сбрасыванием с них грузов.

«Воздушный почтальон» удобнее и легче всего делать заранее, в условиях школьной учебной мастерской.

Материалами для «воздушного почтальона» служат фанера толщиной 2—3 мм, сосновые рейки сечением 20×10 мм, гвозди длиной от 10 до 25 мм, жест, стальная проволока диаметром 2—3 мм, ткань.

Для остова «почтальона» выстругивают рейку сечением 20×10 мм и длиной 600 мм (см. рис. 24,б). Остов «почтальона» должен быть изготовлен из свежей прямо-

слоистой сосны без сучков. К остоу крепят две коробки — переднюю и заднюю, внутри которых вращаются ролики. Крышки коробки вырезают из фанеры толщиной 2—3 мм в форме четырех пластинок. Пластины прикрепляют клеем и гвоздями попарно к хвостовой и передней колодкам остова «почтальона». Между укрепленными пластинками вставляют и прибивают вертикально по два брусочка сечением 10×10 мм и длиной 60 мм. Эти брусочки, как и пластины, должны иметь прорезы для прохождения леера (см. рис. 24,б, в).

После изготовления коробок готовят два ролика, для чего из тонкой жести вырезают две пары кружков диаметром 50 мм. Затем склеивают листы фанеры до толщины 5—6 мм и из них выпиливают два колеса диаметром 40 мм. Жестяные колеса соединяют мелкими гвоздями с фанерными так, чтобы их центры точно совпали. В изготовленном ролике просверливают отверстие такого размера, чтобы он легко вращался на своей оси — гвозде или проволоке диаметром 2—3 мм и длиной 18 мм. Ролики вставляют на свое место в верхней части коробок и закрепляют осями. Между роликами и стенками коробок необходимо проложить для уменьшения трений прокладки — шайбы, изготовленные из жести.

При установке роликов на концы их осей с обеих сторон надевают шайбы, сделанные из тонкой жести, а сами оси слегка расклепываются.

К остоу «почтальона» с правой или левой стороны прикрепляют изготовленные из жести направляющие ушки (см. рис. 24,в). В ушках просверливают отверстия так, чтобы в них свободно ходил стержень из стальной проволоки длиной 706 мм и диаметром 2—3 мм. Проволока для стержня должна быть совершенно ровная и гладкая. Тщательно подогнав заднюю, замковую часть стержня на месте, сгибают кольцо так, как указано на рис. 24,б.

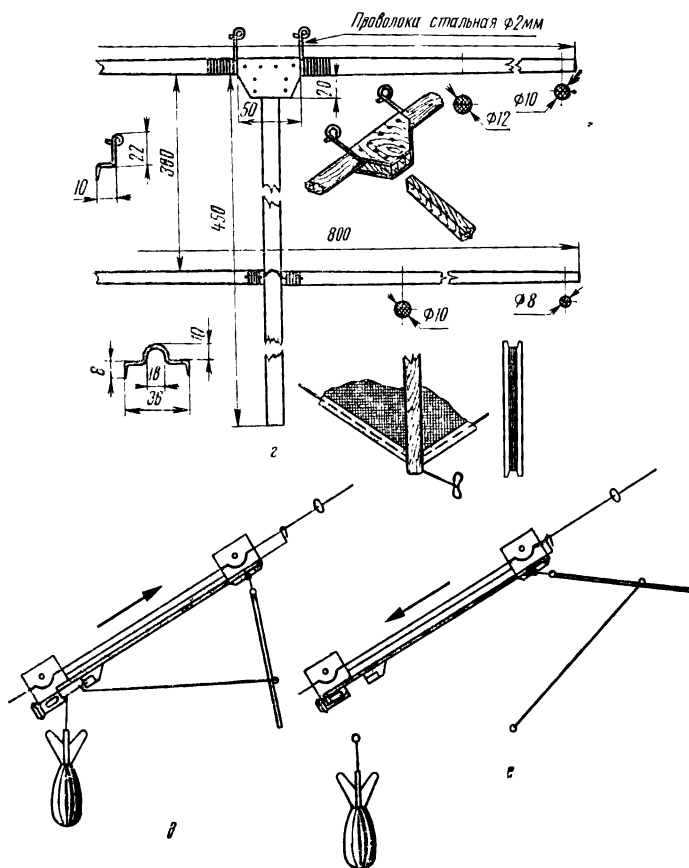
Парус «воздушного почтальона» изготавливают из тонкой ткани, каркас паруса — из сосновых реек (см. рис. 24,в). На горизонтальной верхней рейке паруса укрепляют колодку с гнездом для соединения со средней вертикальной рейкой.

Колодку паруса изготавливают из фанеры толщиной 2—3 мм и двух сосновых брусочков соответствующего размера.

После сборки все шероховатости поверхности и клей

Запуск моделей планеров со змея. В воздух поднимают змея, по лееру которого пускают вверх «почтальон» с моделью планера. При столкновении со змеем ударник «почтальона» приводит в действие выключающее устройство, модель срывается и летит.

Один из способов запуска модели планера со змея показан на рис. 25. К змею прикрепляют ролик 1, по которому при помощи шнура подтягивают вверх модель. Подтягиванием другого шнура 2, привязанного к выключающему приспособлению 3, добиваются отсоединения модели. Модель до подъема нужно отрегулировать так, чтобы она не могла вращаться в горизонтальном



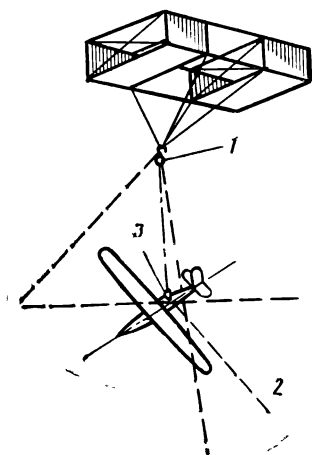


Рис. 25. Запуск модели планера подтягиванием шнура

направлении, иначе оба шнура скрутятся и отсоединение будет невозможным.

После отсоединения модель обычно падает вертикально, выравнивается и лишь затем начинает свой планирующий полет. Из-за различной массы моделей время между отсоединением и началом планирования неодинаково: легкая модель выравнивается быстрее и летит дальше, чем тяжелая.

Заранее установить угол планирования и сразу добиться планирующего полета модели можно лишь после опыта и усовершенствования методов старта модели со змея.

В 1930 г. немецкий моделист Эстерле разработал новое стартовое приспособление. В месте соединения этого приспособления с моделью планера леер прерывается, и здесь крепят два равных шнура-леера. При помощи поперечной рейки-распорки, устанавливаемой между ними посередине, их разводят в стороны (рис. 26,а). К рейке подвешена «стартовая дорога» для модели.

«Стартовая дорога» состоит из рейки, к которой прибита маленькая дощечка для опоры модели. На некотором расстоянии наверху, параллельно нижней рейке, расположена вторая, более короткая. Обе рейки соединены между собой фанерными дощечками, поверхности которых действуют при подъеме как боковой руль. Верхняя рейка продергивается по направляющей, прикрепленной посередине поперечной рейки, до тех пор, пока стартовая доска с моделью не расположится горизонтально, и модель не будет иметь установочного угла атаки (рис. 26,б).

Незначительные колебания модели в продольном направлении от ветра стабилизирует руль глубины.

Модель планера прикрепляют у хвоста тонкой веревкой, протянутой при помощи иголки через узкую полосу окалины (стопина). На стартовый крюк модели подвешивают кольцо с довольно толстой резинкой, кото-

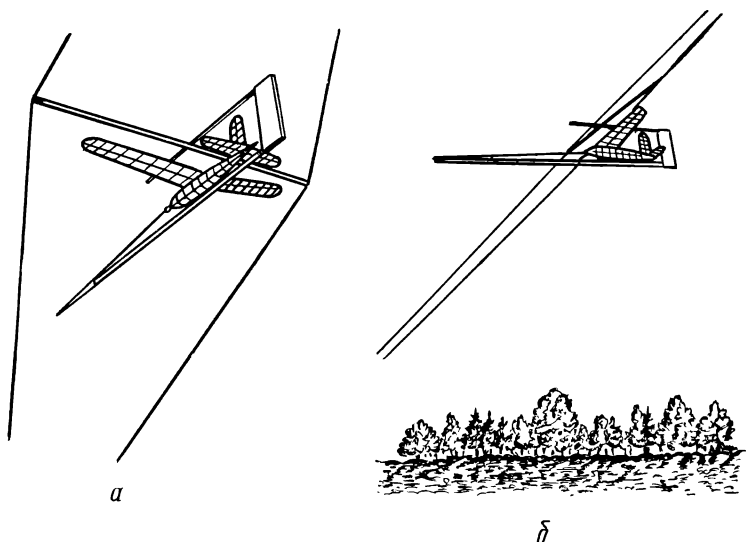


Рис. 26. Приспособление для высотного запуска модели планера:
 а — шнуры-лееры разведены поперечной рейкой; б — шнуры-лееры установлены параллельно

рую вытягивают и прикрепляют к переднему концу нижней рейки. Чтобы модель в приспособлении не опрокинулась, к поперечной рейке прикреплены две согнутые дугой проволоки, на которых свободно лежит задний край несущих поверхностей. Змей или привязной самолет поднимают в воздух, запуская его в зависимости от условий ветра на длину леера от 100 до 150 м.

После подготовки, когда стартовая установка подвешена горизонтально, зажигают окалину и пускают установку в воздух. Модель становится в нормальное полетное положение, т. е. против ветра. Когда окалина на концевой части сожжет тонкую веревку, модель освободится. При скольжении ее вдоль стартовой установки та наклоняется вперед, и модель сейчас же приобретает некоторый угол скольжения (рис. 27). Таким образом она в начале полета получит некоторую скорость от установки, действующей как катапульта.

Для повторения старта один запускающий держит крепко леер, а другой берет шнур рукой и бежит навстречу змею, подтягивая его вниз (рис. 28).

Для повторения старта модель вновь прикрепляют к стартовому устройству. При поднятии змея запускающий возвращается обратно, отпуская леер.

Изготовление парашюта. Парашют изготавливают двумя способами.

Первый способ показан на рис. 29,а. Из бумаги вырезают выкройку длиной 500 мм и шириной 250 мм и у вершины 30 мм. Затем тонкую ткань разрезают по размеру выкройке. Заготовив для купола парашюта десять таких долек, сшивают их по длине. По краям купола пришивают 10 строп, длина которых равна диаметру купола парашюта. Стропы соединяют со складной сумкой парашюта, которая находится на спине «парашютиста».

Парашюты из цветной материи, особенно при массовом запуске, выглядят эффектнее. Поэтому лучше всего предварительно подобрать яркие цветные лоскуты и из них сшить парашюты.

Парашют складывают в сумку и запирают булавкой, проходящей через небольшие ушки. Булавка тонкой нитью соединена с «почтальоном». Сам «парашютист» подвешен к замку с помощью колечка, пришитого к шлему. «Почтальон», ударяясь об ударник, отпирает замок, и «парашютист» падает вниз. Булавка выскакивает из ушек, и парашют начинает раскрываться. Для затяжных прыжков нужно удлинить нить, идущую от «почтальона» к «парашютисту».

Можно с «почтальоном» сбрасывать одновременно несколько кукол, подвешивая их к одному замку. В этом случае нитки для раскрывания парашютов должны быть короткими.

Второй способ более простой. Он позволяет изгото-

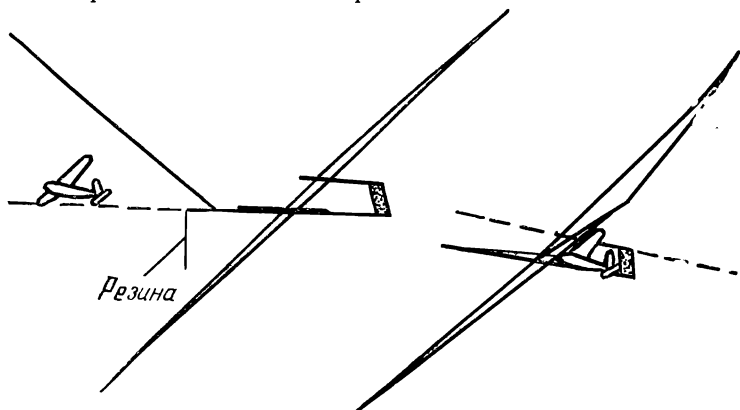


Рис. 27. Запуск модели планера с помощью приспособления

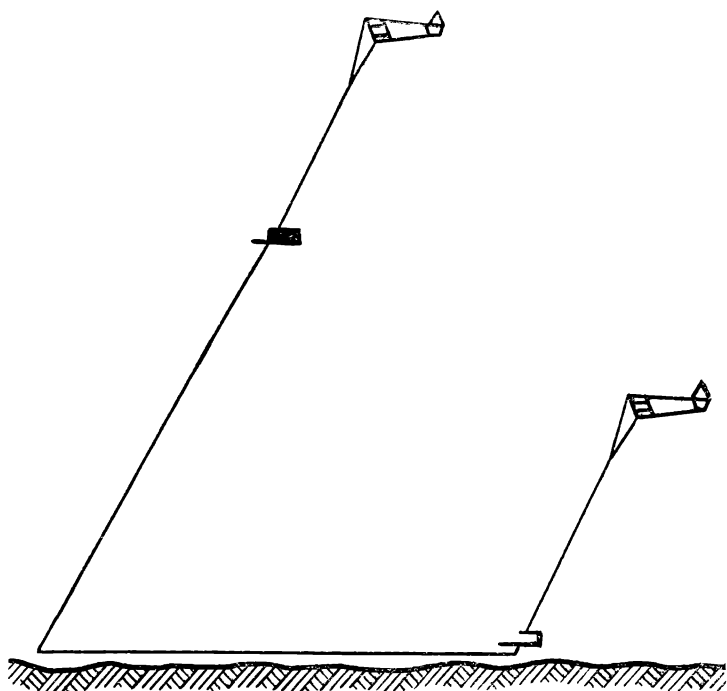


Рис. 28. Спуск змея для повторного запуска модели планера

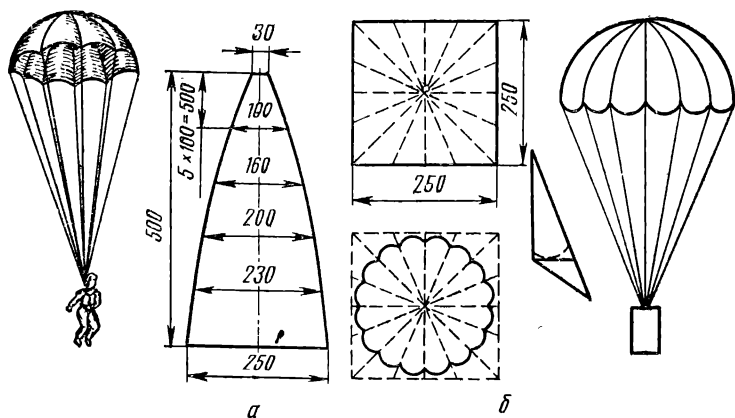


Рис. 29. Парашюты, сбрасываемые с воздушных вмеев:
 а — парашют из ткани; б — парашют из бумаги

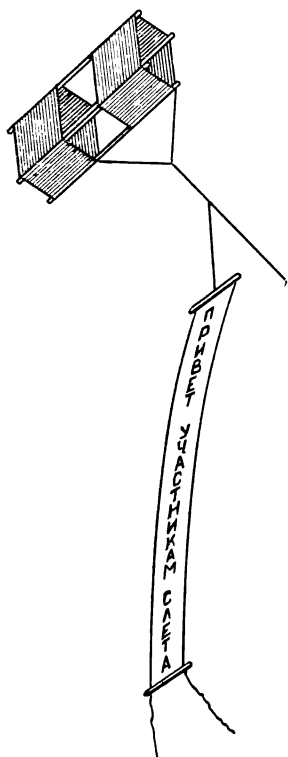


Рис. 30. Подъем транспаранта

вить очень много парашютиков из папиросной или другой тонкой бумаги. Для этой цели берут квадратный лист бумаги размером примерно 250×250 или 300×300 мм и складывают по диагонали на шестьдесят равных частей (см. рис. 29,б). Концы сложенной бумаги обрезают ножницами.

Перед изготовлением парашюта желательно обрызгать бумагу из пульверизатора цветными чернилами или тушью. К парашютикам столярным, казенным или другим клеем приклеивают стропы из тонких ниток длиной, немного большей диаметра парашюта.

К концам строп прикрепляют небольшой грузик. Один из парашютиков вместе с выбранным грузом подбрасывают кверху. Парашютик должен опускаться плавно и медленно. Если он опускается быстро, то груз слишком тяжел, если он опускается медленно, то груз легкий.

Бумажные парашютики можно в большом количестве сбрасывать со змея во время праздников, демонстраций и т. д.

Воздушное нападение. Это одна из наиболее увлекательных игр со змеями.

Цель игры: разбить с воздуха укрепленные точки «противника». Для этого создаются две группы. Каждая группа составляет боевой экипаж, причем один экипаж нападает, а другой обороняется. Еще до начала игры устанавливают время для нападающей стороны и разыгрывают жребий для определения очередности. Во время игры роли между экипажами меняются.

Материальная часть каждого экипажа включает в себя коробчатый воздушный змей, лебедку с леером длиной 150—200 м, «воздушный почтальон» и две-три

куклы-«парашютиста», несколько игрушечных «бомб» различного назначения. «Бомбы» изготавливают следующим образом. В пакетик из тонкой бумаги насыпают золу, тертый мел, охру или еще какой-нибудь цветной порошок. Цвет порошка определяет назначение «бомбы». Например, мелом начиняется «бомба» с шрапнелью, охрой — химическая, золой — фугасная. Сброшенная с «почтальона», к которому она привязана ниткой, «бомба» разрывается на любой высоте, в зависимости от длины выпущенной нитки. Падая вниз, «бомба» оставляет в воздухе след.

Перед началом игры обороняющаяся сторона размечает на земле укрепленную крепость, дорогу, мост, военные склады и т. п. Размеченная площадка должна иметь размеры 50×50 м. Нападающий не должен подходить ближе чем на 150 м. Он высылает наблюдателя-связиста, имеющего право подходить к противнику на 50 м. В обязанность наблюдателя входит корректировка стрельбы, что очень важно в том случае, когда с места запуска змея не видно цели.

В случае попадания «бомбы» в круг засчитывается очко.

При подсчете результатов «боя» посредником за каждое попадание в цель начисляется 1 очко, за спуск «парашютиста» на территорию противника — 2 очка.

Экипаж, набравший большее количество очков, является победителем.

Поднятие транспаранта. На ткани пишут четким шрифтом лозунг. Размеры транспаранта и шрифта зависят главным образом от размера змея и высоты его подъема. Вполне понятно, что на змее небольшого размера нельзя поднять большой транспарант.

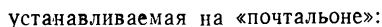
После определения общей подъемной силы змея нужно вычесть из нее массу змея и леера. По остатку полезной подъемной силы определяют массу, а значит, и размер транспаранта.

Размер шрифта лозунга должен быть возможно большим с тем, чтобы его легко можно было прочитать с земли.

Транспарант привязывают иногда непосредственно к змею или поднимают вместе с «почтальоном».

На концах ткани, чтобы она не сгибалась, вшивают по одной поперечной планке. За верхнюю планку транспарант подвешивают к змею или к «почтальону» (рис.

Пишущему эти строки пришлось поработать начальником пионерского лагеря и убедиться, какое большое значение имеет воздушный змей с сиреной в лагерных условиях. Очень часто ребята при походах забирали с



53

собой змей и сирену. При завершении похода или просто при сборе воздушный змей с сиреной являлись незаменимым сигналом. Обычно пионерские лагеря располагаются на берегу какой-нибудь реки, на опушке леса. И здесь воздушный змей с сиреной может оказаться очень полезным при пионерских или октябрятских сборах. Тем ребятам, которые далеко уйдут от лагеря и заблудятся, воздушный змей с сиреной поможет определить место расположения лагеря, послужит надежным ориентиром.

РАСЧЕТ ПОЛЕТА ВОЗДУШНОГО ЗМЕЯ

Аэродинамика змея. Воздушный змей, как и планер, и самолет, является летательным аппаратом тяжелее воздуха. Основная причина, благодаря которой все эти аппараты поднимаются и держатся на высоте, — движение воздуха по отношению к ним. Разница лишь в том, что самолет движется поступательно и сам создает тот встречный набегающий поток воздуха, который его поддерживает, а змей подвергается действию движущегося воздуха (ветра) в неподвижном состоянии по отношению к земле.

Впрочем, если, например, при отсутствии ветра запускающий бежит, держа в руке конец леера, или если привязать леер к движущемуся автомобилю, то змей также взлетает, причем в этом случае его полет, по существу, уже ничем не отличается от полета самолета.

Для облегчения понимания аэродинамических законов, влияющих на полет змея, можно представить змей в виде прямоугольной плоской пластинки. Самые слож-

ные воздушные змеи в большинстве являются по своей конструкции сочетанием таких пластинок, расположенных друг к другу под различными углами.

Для того чтобы воздух мог поднять пластинку, она должна быть расположена под некоторым углом к потоку воздуха (рис. 32), который упрощенно можно считать движущимся гори-

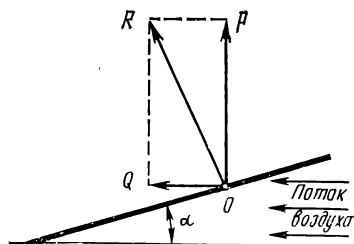


Рис. 32. Схема действия сил на пластинку:

R — подъемная сила; Q — лобовое сопротивление; R — равнодействующая сил R и Q ; α — угол атаки

зонтально. Угол α , образованный пластинкой и направлением потока воздуха, называют углом атаки.

Поток воздуха создает общее давление на пластинку с силой R , направленной перпендикулярно пластинке. Эта сила состоит из двух сил — лобового сопротивления Q , действующего по направлению движения воздуха, и подъемной силы P , действующей вертикально вверх, поднимающей и удерживающей пластинку или змея в воздухе.

Для того чтобы змей держался в воздухе, подъемная сила должна быть равной массе змея вместе с леером. Если подъемная сила меньше массы змея, то последний падает на землю или опускается, изменяя угол атаки. Масса змея обозначается через m . Теперь можем написать формулу $P=m$, т. е. подъемная сила должна быть равна массе змея.

Величина подъемной силы зависит от скорости ветра V , массовой плотности воздуха ρ , равной, примерно 0,125, размера площади змея S и угла атаки α .

При исследовании в аэродинамической трубе установлено, что между подъемной силой и перечисленными величинами существует зависимость, выражаемая следующей формулой:

$$P = C_y \cdot \rho \cdot S V^2,$$

где C_y — коэффициент, зависящий от угла атаки α . При углах атаки 10—15° (при которых летают змеи) этот коэффициент равен примерно 0,32.

Для дальнейших расчетов удобнее упростить данную формулу, заменив C_y и ρ как постоянные величины одним коэффициентом K .

$$C_y = 0,32; \rho = 0,125; \text{ тогда } K = C_y \cdot \rho = 0,32 \cdot 0,125 = 0,04,$$

и формула подъемной силы примет такой вид:

$$P = K \cdot V^2 S = 0,04 V^2 S.$$

Так как $P=m$, мы получим простую формулу для расчета массы змея:

$$m = 0,04 V^2 S, \quad (1)$$

где V — скорость ветра, м/с;

S — площадь змея, м².

Зная эти величины, мы можем по формуле (1) определить подъемную силу, или массу змея.

Определение силы ветра и нагрузки змея

Пример 1. Определить подъемную силу змея, имеющего площадь $S=5 \text{ м}^2$ при скорости ветра $V=4 \text{ м/с}$.

Заменим значение букв в формуле (1) цифрами:

$$m = 0,04 \cdot 4^2 \cdot 5 = 0,04 \cdot 16 \cdot 5 = 3,2 \text{ кг.}$$

Это значит, что данный ветер может поднять наш змей при полной загрузке 3,2 кг.

Если нам известна масса змея m и площадь S , то мы можем по формуле (1) определить скорость ветра V , при которой змей может подняться. Решая формулу (1) как уравнение с неизвестным V , получим:

$$V^2 = \frac{m}{0,04S} = 25 \frac{m}{s}, \text{ откуда } V = 5 \sqrt{\frac{m}{S}}. \quad (2)$$

Пример 2. Определить необходимую скорость ветра для подъема змея, весящего вместе с леером 3 кг и имеющего площадь 10 м^2 .

Подставляя в формулу (2) $m=3 \text{ кг}$ и $S=10 \text{ м}^2$, получим

$$V = 5 \sqrt{\frac{3}{10}} = 5 \sqrt{0,3}.$$

Поскольку $\sqrt{0,3} \approx 0,55$, то $V = 5 \cdot 0,55 = 2,75 \text{ м/с}$.

Предположим теперь, что мы намерены нагрузить змей разными предметами массой 6 кг. Какова будет в этом случае необходимая скорость ветра?

Общая масса змея будет $m=3+6=9 \text{ кг}$.

$$\text{По формуле (2) } V = 5 \sqrt{\frac{9}{10}} = 5 \cdot 0,95 = 4,75 \text{ м/с.}$$

Дробь $\frac{m}{S}$, стоящая под корнем в формуле (2), называется нагрузкой p : $p = \frac{m}{S}$.

Нагрузка показывает, сколько килограммов массы змея приходится на 1 м^2 его площади. Например, если змей весит 3 кг, а площадь его 10 м^2 , то нагрузка равна

$$p = \frac{3}{10} = 0,3 \text{ кгс/м}^2.$$

Формулу (2) теперь можем написать так:

$$V = 5 \sqrt{p}. \quad (3)$$

Из формулы (3) видно, что необходимая скорость ветра зависит непосредственно и от нагрузки змея и что два различных змея при одной и той же нагрузке будут взлетать при одной и той же скорости ветра.

Чтобы не заниматься подсчетами перед каждым запуском змея, приводим табл. 4, по которой можно сразу определить возможную нагрузку змея при любой скорости ветра. Эту таблицу нужно переписать на досочку (фанеру) и иметь всегда при себе в поле. Замерив скорость ветра, определяют по таблице нагрузку, а зная площадь змея, можно определить и полную массу, которую он поднимет.

Таблица 4

Зависимость нагрузки змея от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	Нагрузка змея, кгс/м ²	Скорость ветра, м/с	Нагрузка змея, кгс/м ²
1	0,04	7	2,0
2	0,16	8	2,5
3	0,4	9	3,2
4	0,6	10	4,0
5	1,0	11	4,8
6	1,4	12	5,8

Определение высоты полета змея. В некоторых случаях очень важно определить высоту полета змея.

Делают это с помощью транспортира из фанеры, вырезанного с ручкой, как у пистолета (рис. 33). На транспортире имеются две мушки (или мушка и прорезь прицела) *А—А* и грузик *В*, свободно подвешенный в точке *О*. Опирая транспортир на штатив или другую подставку, направляют линию *А—А* на змей. Тогда вертикальная нить покажет угол подъема змея (на рис. 33 он равен 40°).

Нужно знать и длину отмотанного леера. Перед подъемом через каждые 50 м или меньше делают отметку на леере, продевая через леер цветную нитку и крепко завязывая узел (во избежание сдвига).

Высоту подъема модели или змея легко определяют

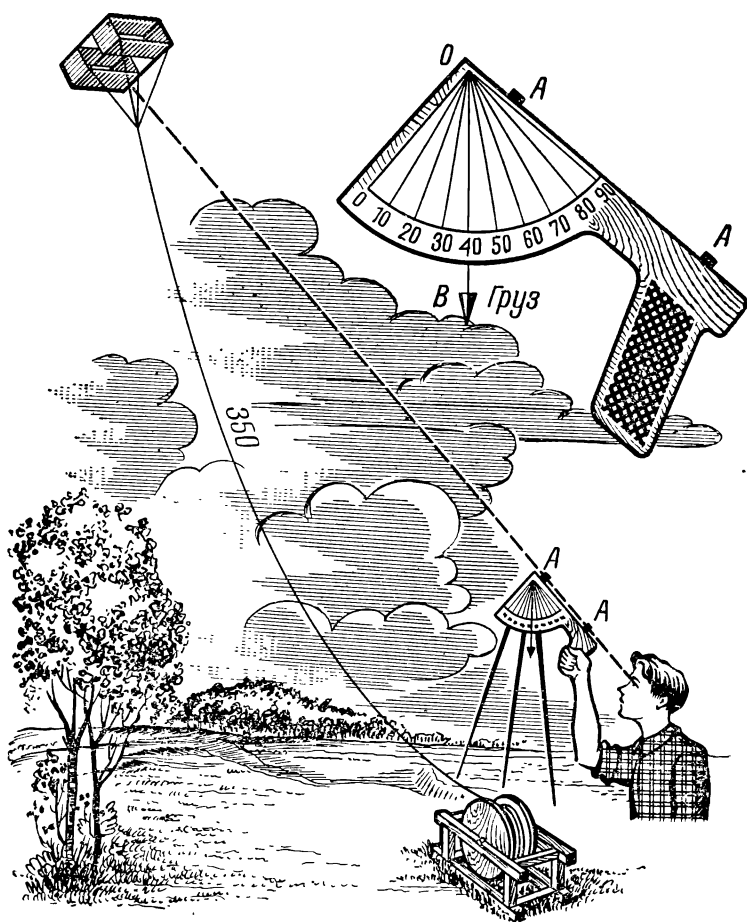


Рис. 33. Определение высоты полета змея

по графику (рис. 34). Если, например, угол подъема равен 40° , а длина выпущенного леера 350 м, то на горизонтальной оси графика (на шкале транспортира) находят отметку 350 м и двигаются от нее по дуге до пересечения с линией угла 40° (см. пунктирную линию). Проводя от места пересечения горизонтальную линию налево до пересечения с указателем высоты подъема, находят там высоту 225 м. Промежуточные величины углов подъема, длин леера и высот подъема берут приблизительно.

Хорошие подъемные качества змея при правильном выборе леера обеспечивают очень незначительное провисание последнего. Поэтому при расчете провисание можно не учитывать. Таким образом достигается лишь ориентировочное определение высоты, но для целей запуска змеев этой точности вполне достаточно.

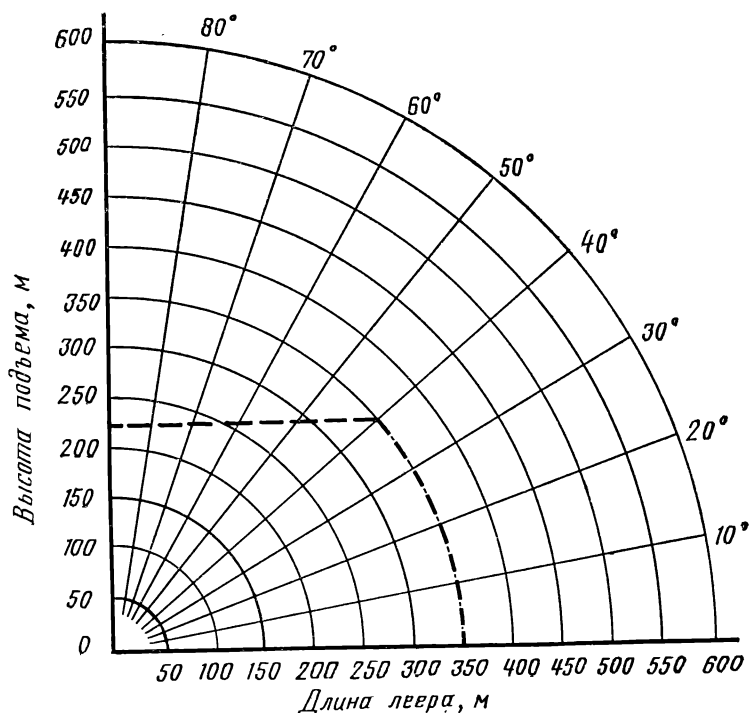


Рис. 34. График для определения высоты полета змея

КОНСТРУИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ЗМЕЕВ

Почти у каждого авиамоделиста, после того как он научится делать летающие модели или змеев по готовым чертежам, появляется желание конструировать и изобретать самому. Но для того чтобы изобрести лучшее, необходимо знать существующие конструкции, необходимо разобраться в их положительных и отрицательных качествах.

Описанные выше конструкции змеев Коди-Сакконей и Харгрэва настолько удачны, что основные элементы

их содержатся почти в каждой из современных конструкций.

К конструкциям змеев предъявляются следующие основные требования:

змей должен быть достаточно прочным и жестким. Необходимо учесть, что давление на несущую поверхность змея при средней скорости ветра 7—8 м/с доходит до 2 кгс/м². Кроме того, змей под действием ветра в полете не должен складываться;

змей должен быть достаточно легким. Желательно, чтобы его нагрузка не превышала 0,3—0,4 кгс/м², тогда змей может летать при ветрах со скоростью 3—4 м/с. Змей с малой нагрузкой способен подниматься на большую высоту, чем змей с большой нагрузкой;

змей должен быть портативным, легко собираться и разбираться, в собранном виде должен занимать небольшое место для хранения, быть удобным в перевозке и переноске.

Всем этим требованиям может удовлетворить мягкая, но одновременно прочная и тонкая плоская пластинка. Ее можно свертывать в трубку, и в то же время она выдерживает большие нагрузки на разрыв. Материалом для плоского змея служат обычные ткани, а специальные змеи строятся из синтетической или резиновой ткани.

Наивыгоднейшие формы сочетания пластинок. При практических запусках воздушных коробчатых змеев и при исследовании в аэродинамических трубах установлено, что у обычного змея, например конструкции Харграва, задние несущие плоскости коробок используются в полете только на 70—75%. Это является результатом вредного влияния завихрений воздуха, образующихся на передних несущих плоскостях и вредно действующих на задние плоскости. Конструкторы для уменьшения действия завихрений и для увеличения подъемной силы как одно из серьезных усовершенствований вводят вынос задних плоскостей коробок змея (рис. 35), т. е. коробчатый змей делается так, чтобы его задние несущие плоскости *Б—Б* были выше, чем передние *А—А*.

Испытания показали, что чем больше делается угол выноса, тем большая создается подъемная сила, а лобовое сопротивление возрастает незначительно.

Несмотря на явную выгоду наибольшего выноса, конструктивные требования заставляют ограничиться некоторым пределом. При увеличении выноса задней

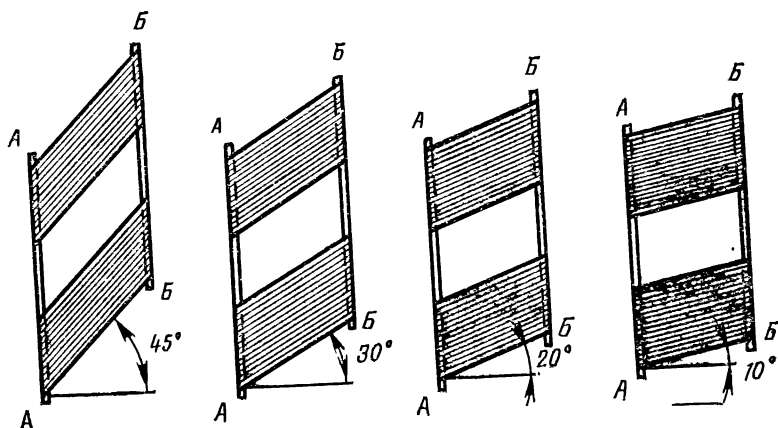


Рис. 35. Различные углы выноса у змеев;

А — А — передняя плоскость; Б — Б задняя плоскость

плоскости центр тяжести змея переносится к его вершине, а с центром тяжести змея связано место привязи и направление уздечки. Чрезмерный вынос с задних плоскостей коробок значительно усложняет конструк-

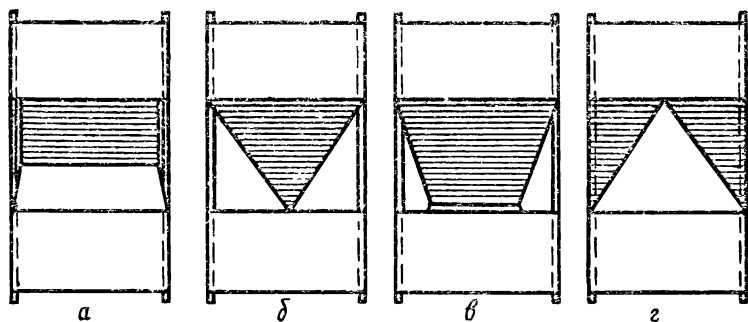


Рис. 36. Компенсаторы в форме:

а — прямоугольника; б — треугольника; в — трапеции; г — двух треугольников

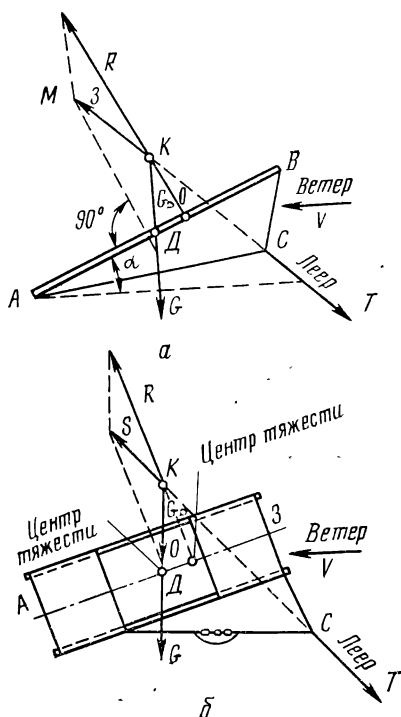


Рис. 37. Крепление леера к змею:
а — плоскому; б — коробчатому

Компенсаторы имеют формы прямоугольника, трапеции, двух треугольников и т. д. (рис. 36).

Практика и исследования в аэродинамических трубах показали, что компенсаторы значительно улучшают аэродинамические качества змея.

При продувке в аэродинамической трубе модели змея с компенсаторами оказалось, что:

наибольшая эффективность змея была при полетном угле атаки, равном $20-25^\circ$;

компенсатор целесообразно устанавливать сверху (имеется в виду, что змей лежит передней несущей площадью на горизонтальной поверхности);

компенсатор в форме треугольника значительно увеличивает подъемную силу змея.

На **устойчивость змея в полете** значительное влияние оказывают место привязи уздечки (относительно

цию. Практически установлено, что угол выноса целесообразно делать в пределах от 15 до 45° .

Уменьшение нагрузки змея. Выше было указано, что чем меньше нагрузка змея (отношение массы змея к его несущей площади), тем меньшая скорость ветра требуется для его подъема. Чтобы уменьшить нагрузку, обычно подбирают наиболее легкие материалы для каркаса и обтяжки, а лонжероны изготавливают минимального сечения. Но чрезмерное облегчение каркаса в большинстве случаев ведет к снижению прочности змея. Можно добиться снижения нагрузки без уменьшения прочности путем увеличения площади змея за счет добавления компенсаторов.

центра тяжести змея), а также форма и конструкция змея.

На рис. 37 показана схема сил, действующих на воздушные змеи. Здесь $A-B$ — поверхность змея; C — центр тяжести (взят в середине, но он может находиться в зависимости от конструкции и в другом месте); O — центр сопротивления; α — угол наклона поверхности змея к направлению ветра, или угол атаки; $АСВ$ — уздечка змея и $СТ$ — леер. На змей действуют силы: G — сила тяжести, направленная перпендикулярно к земле и приложенная в центре тяжести змея, в данном случае посередине, R — полная сила сопротивления воздуха, направленная перпендикулярно к AB и лежащая примерно на $1/3$ длины змея, считая от верхней кромки.

Перенеся первые две силы по их направлению в точку K и построив по ним параллелограмм, получим их равнодействующую силу G_p . Сила G_p будет стремиться унести змей в воздух. Для противодействия этому к змею нужно приложить силу, равную G_p , но действующую в обратную сторону. Такая сила создается натяжением леера. Поэтому нужно уздечку поместить, так, чтобы сила натяжения леера T лежала на одной линии с силой G_p . Если этого не будет, то змей сам изменит угол атаки и повернется.

С изменением центра тяжести змея нужно изменить и место расположения уздечки, потому что равнодействующая G_p займет новое положение. При изменении силы ветра изменится и сила R , что, в свою очередь, вызовет необходимость изменения направления леера.

По формуле (1) определяется сила P — она равна силе тяжести G . Сила Q (сила лобового сопротивления) при летных углах атаки $10-15^\circ$ примерно в два раза меньше силы P . Начертив в масштабе силы P и Q , строят параллелограмм и находят силу R (общее сопротивление змея).

Длина строп уздечки определяется практически. Для определения направления леера и устройства уздечки у коробчатого змея следует в масштабе начертить его боковую проекцию (см. рис. 37,б).

Если такой змей имеет одинаковые коробки и равные сечения лонжеронов, то центр тяжести его будет в середине линии AB . Центр давления будет лежать также примерно на $1/3$ высоты коробки.

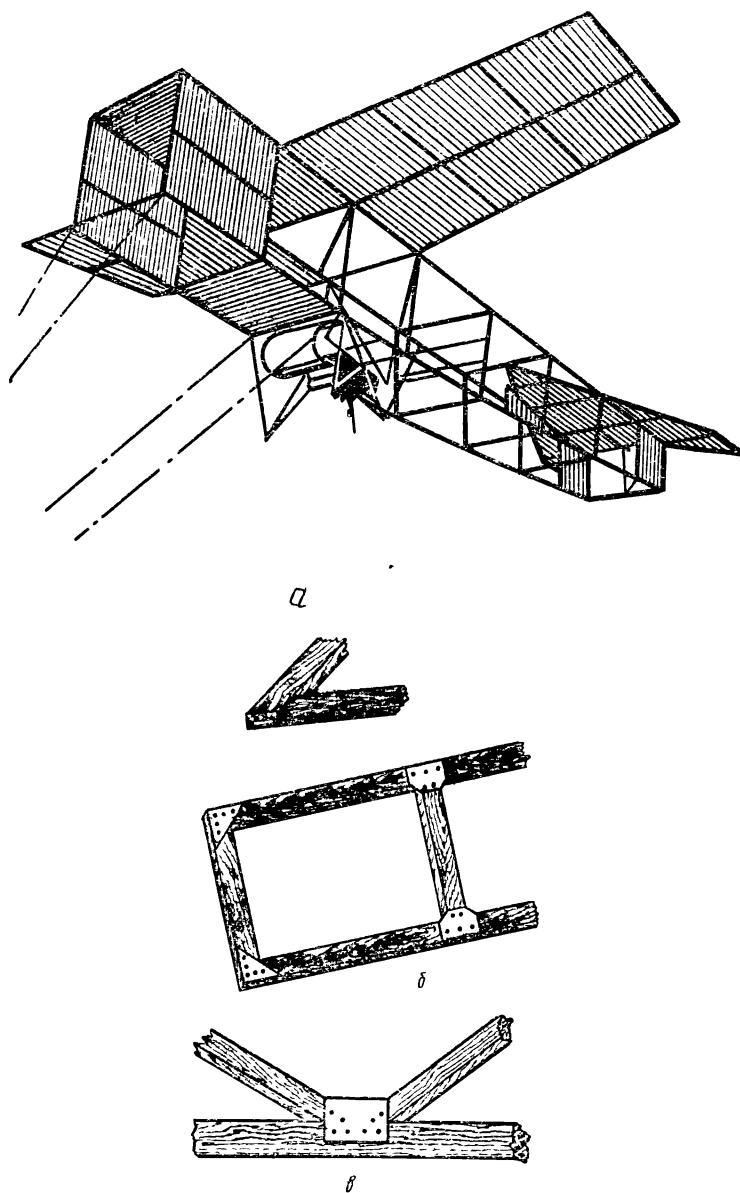


Рис. 38. Привязной самолет-моноплан:

a — общий вид; *б* — набор крыла; *в* — узел крепления стоек к лонжеронам фюзеляжа

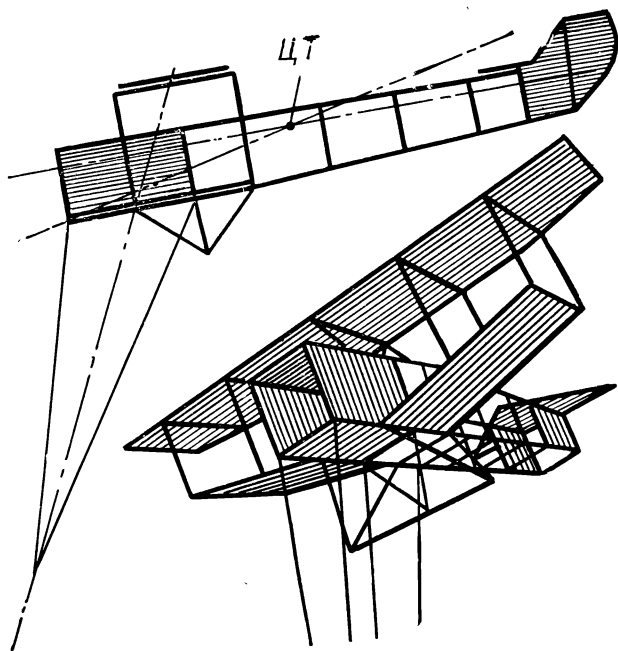


Рис. 39. Привязной самолет-биплан

По такому принципу находят направление и место привязи уздечки.

ПРИВЯЗНЫЕ САМОЛЕТЫ

Кроме описанных выше конструкций воздушных змеев существуют еще так называемые привязные самолеты. Привязной самолет, по своей форме похожий на настоящий, устойчив в воздухе.

Единственный недостаток привязного самолета — довольно значительные размеры. Однако те станции юных техников и авиамодельные кружки ДОСААФ, которые имеют просторные помещения, могут заняться изготовлением привязного самолета.

Привязные самолеты делятся на монопланы (рис. 38,а) и бипланы. Они имеют фюзеляж, крыло, хвостовое оперение, т. е. все то, что имеет настоящий самолет (кроме двигателя). Поэтому привязной самолет в большей степени отвечает учебным требованиям, чем обычный коробчатый змей. Он значительно быстрее прибли-

жает авиамоделю к возможности изучения планера и самолета, чем воздушный змей.

Описываемые привязные самолеты рассчитаны на квалифицированных авиамоделю, умеющих подбирать некоторые материалы для их постройки и самостоятельно разрабатывать отдельные конструктивные данные, связанные с практической работой.

Из чего изготовляют привязные самолеты? Больше всего для постройки каркаса подходят пластмассовые и дюралюминиевые трубки, а также сосновые рейки, а для обтяжки — синтетическая или обычная ткань.

Каркас должен быть изготовлен по возможности из тонких реек, толщина которых зависит прежде всего от качества материала. Чем лучше материал, тем более тонкие рейки можно изготовить. Соединяют рейки между собой на клею с гвоздями. Для обеспечения большей прочности места соединения усиливают накладками из кусочков фанеры.

На рис. 38,б дано соединение лонжерона с распорными рейками, на рис. 38,в — соединение кромок крыла с нервюрами.

Моноплан. Представленный на рис. 38 привязной самолет отличается хорошими полетными качествами, особенно при равномерном ветре, скорость которого 6—9 м/с. Несмотря на свою легкость, моноплан способен выдержать много полетов при сильных порывах ветра. Основные его данные: общая длина 3,4 м, размах крыльев 2,4 м, нагрузка 0,9 кгс/м².

Для более удобного хранения моноплана несущие поверхности делаются съемными. Еще меньше места для хранения требует привязной самолет с узким фюзеляжем, похожий на планер.

При сильном ветре более удобен привязной самолет с малой площадью несущих плоскостей. Но было бы неправильно для этой цели уменьшать масштаб самолета. Наоборот, следует сохранить размах крыла, длину фюзеляжа, но в то же время сделать несущие поверхности более узкими и уменьшить поверхность стабилизатора. Соотношение ширины крыла (хорды) к размаху крыльев следует взять примерно 1:6 или 1:8. Чем на более сильный ветер рассчитан привязной самолет, тем уже должны быть крылья. Привязной самолет с меньшей несущей поверхностью имеет большую нагрузку на 1 м² и держит себя устойчивее при сильном ветре, чем привязной самолет с меньшей нагрузкой. При

одинаковой нагрузке у привязного самолета большего размера устойчивость больше, чем у меньшего. Плоские несущие поверхности при сильном ветре менее пригодны. Лучше всего сделать для этой цели привязной самолет с профилированными плоскостями.

Биплан. Добавлением второй несущей поверхности моноплан превращается в биплан (рис. 39). Последний имеет нагрузку меньшую, чем моноплан. Это дает биплану возможность поднимать больший груз. Биплан из-за меньшей нагрузки не требует для своего подъема такого сильного ветра, как моноплан. Величины и формы стабилизатора соответствуют площади крыльев и делаются такими, чтобы обеспечить требуемый установочный угол атаки.

Биплан должен иметь следующие данные: длину 2,7 м, размах крыльев 2,3 м, несущую площадь 2,5 м², нагрузку 0,8 кгс/м².

Лучше всего летают привязные самолеты с общей длиной фюзеляжа от 3,4 до 4,5 м. Строить фюзеляж короче чем 1,8 м не рекомендуется.

При подъеме привязного самолета следует избегать близости домов или деревьев, так как воздушный поток у таких препятствий образует шквалы, что затрудняет старт и посадку. Следует избегать и непосредственной близости проводов.

Старт производится так же, как и обыкновенного змея. Привязной самолет берут за фюзеляж вблизи от центра тяжести, определяемого путем балансирования, и держат его наклонно против ветра.

Если в результате слишком слабого ветра привязной самолет не поднимается, запуск прекращать не следует. Нужно развернуть лееер двойной длины и быстрым бегом против ветра попытаться поднять привязной самолет на возможно большую высоту, где обычно бывает более сильный ветер.

Посадка привязного самолета. Лучше всего посадить привязной самолет тогда, когда он находится на небольшой высоте под довольно большим углом. Нужно привязной самолет притянуть к земле и держать его крепко спереди у головной части. Второй запускающий ловит самолет у задней части фюзеляжа. Если посадка при сильном ветре затруднена, нужно побежать с лееером быстро навстречу привязному самолету; напор ветра упадет, и самолет снизится.

ПРИЛОЖЕНИЕ

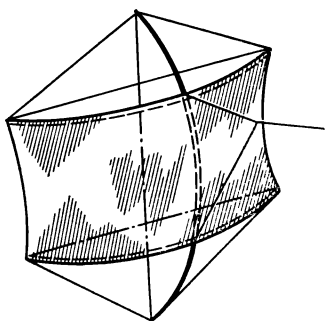


Рис. 1. Полинезийский змей

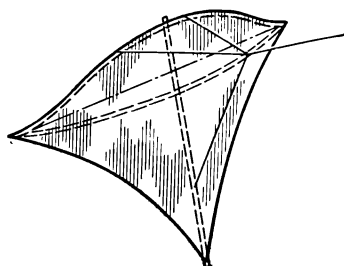


Рис. 2. Малайский змей

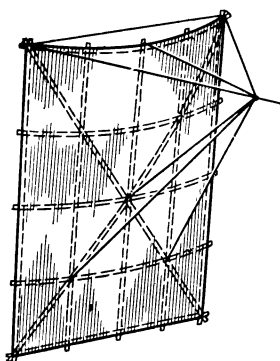


Рис. 3. Корейский змей

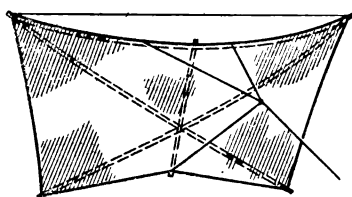


Рис. 4. Китайский змей

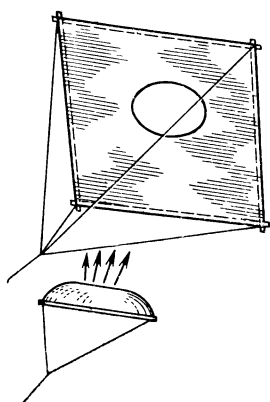


Рис. 5.
Старинный японский змей

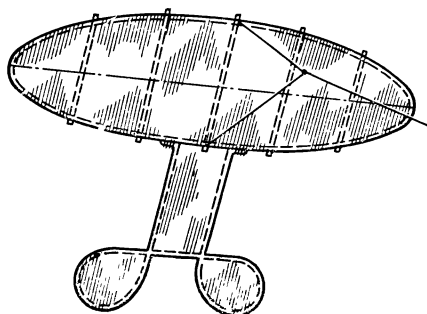


Рис. 6.
Японский змей «Керо»

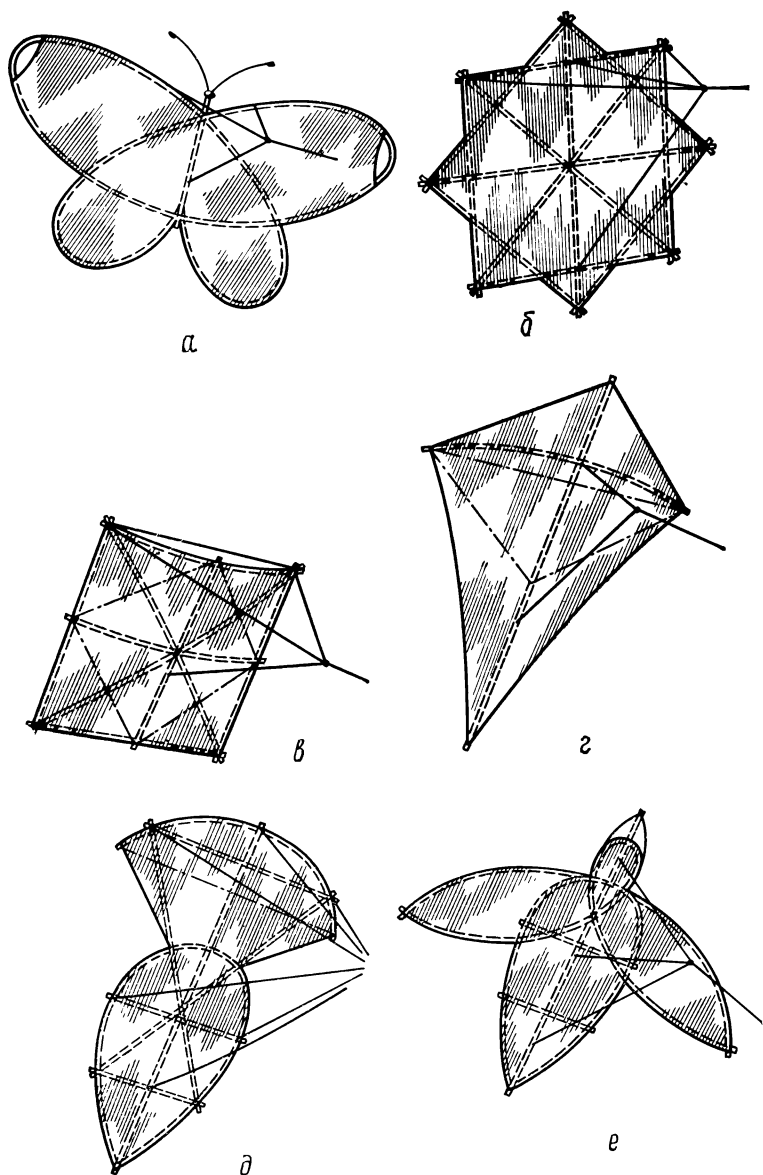


Рис. 7. Японские змеи:

a — «бабочка»; *б* — «Ятсухана»; *в* — «Гонбо»; *г* — из округи Нагасаки, *д* — «Бозо»; *е* — «Ато»

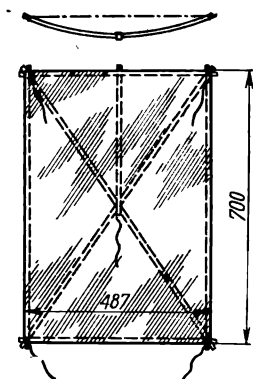


Рис. 8. Русский змей

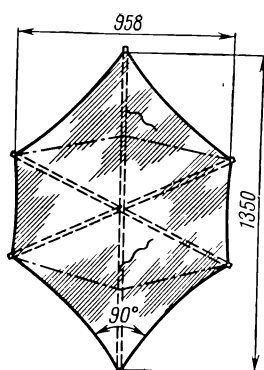


Рис. 9. Змей конструкции Бату

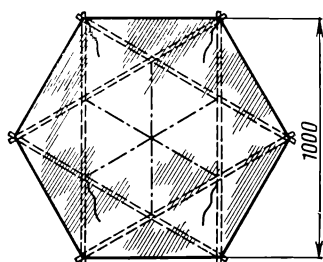


Рис. 10. Змей конструкции Магрена

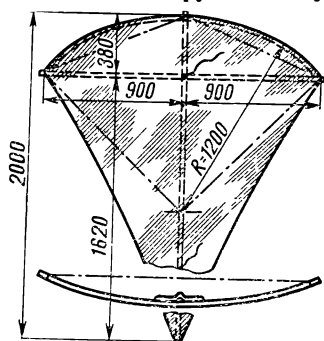


Рис. 11. Змей конструкции Эдди

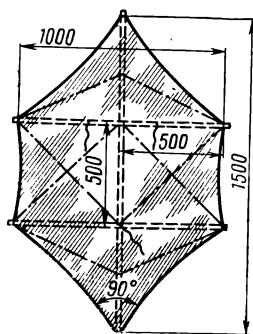


Рис. 12. Змей конструкции Бадена-Повея

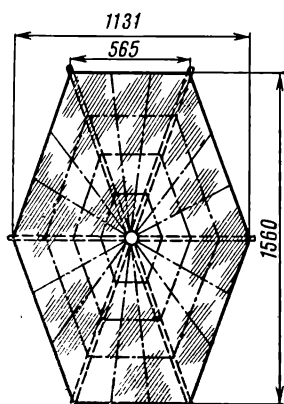


Рис. 13. Змей конструкции Потье

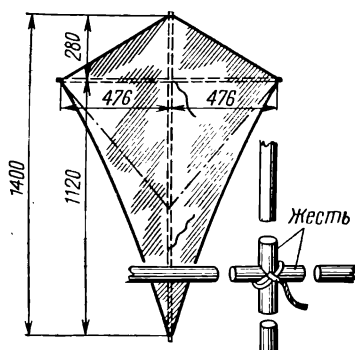


Рис. 14. Змей конструкции Эдди-Венца

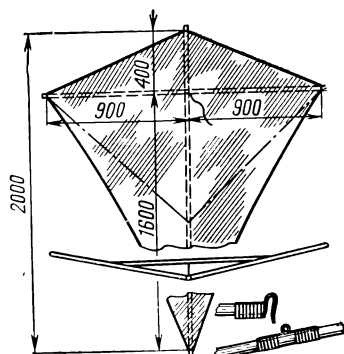
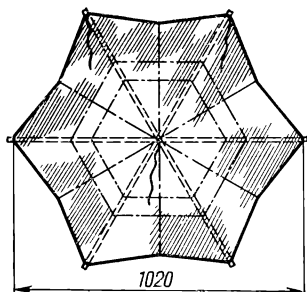
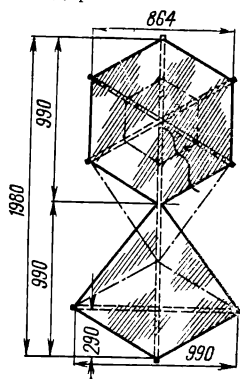


Рис. 15. Змей конструкции Эдди-Гондара



а



б

Рис. 16. Змей конструкции Вольбриджа-Дэвиса:
а — первый вариант; б — второй вариант

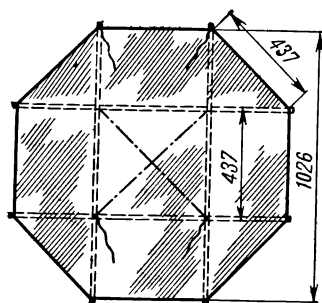


Рис. 17. Змей конструкции Мело

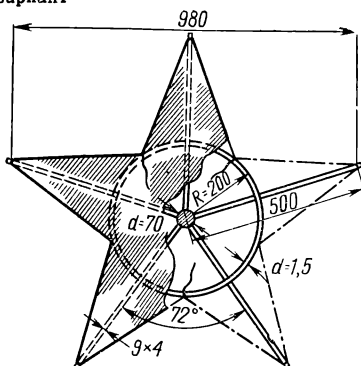


Рис. 18. Змей «звезда» конструкции Бабьюка

Рис. 19. Бескаркасный
«монах»

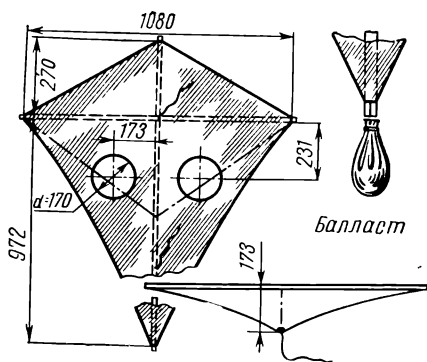
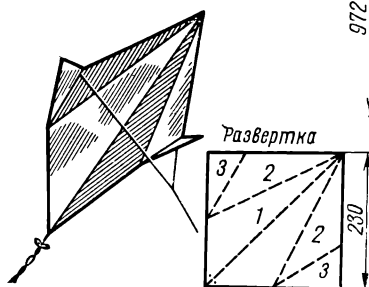


Рис. 20. Змей со свободно натянутой плоскостью конструкции Эдди

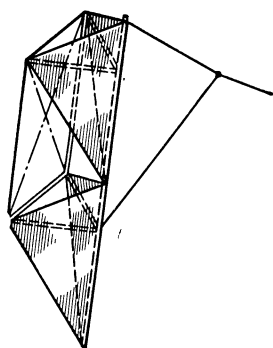


Рис. 21. Сдвоенный змей конструкции Белля

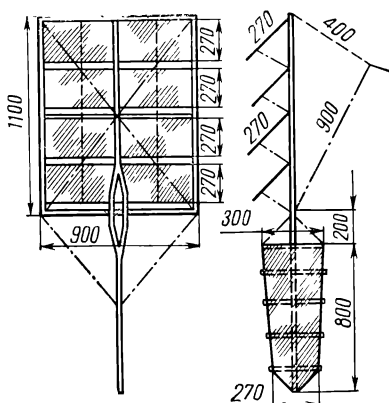


Рис. 22. Змей «жалюзи» конструкции Ракка

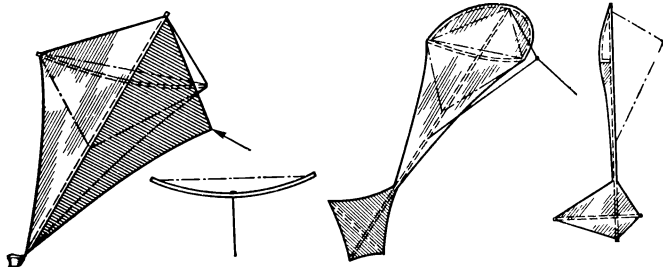


Рис. 23. Змей с килевой плоскостью конструкции Эдда

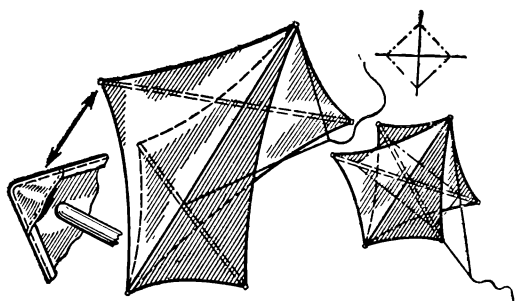


Рис. 24. Змей конструкции Флекса

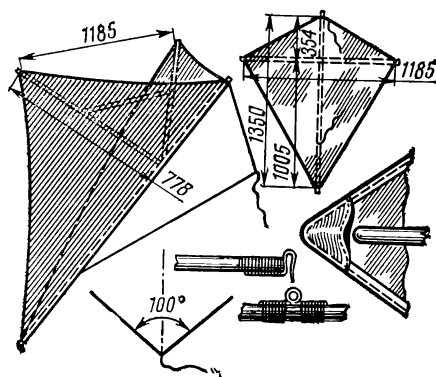


Рис. 25. Змей конструкции Белля

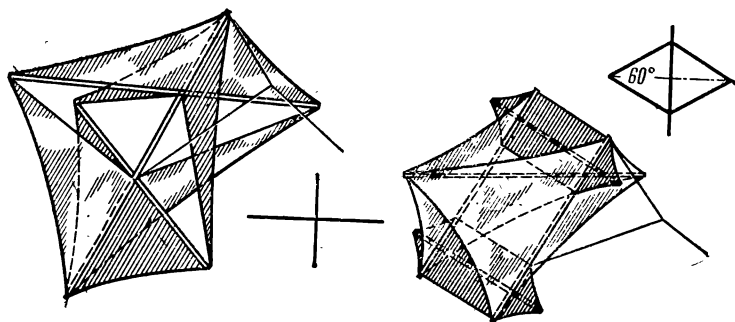


Рис. 26. Змей конструкции Бабыюка

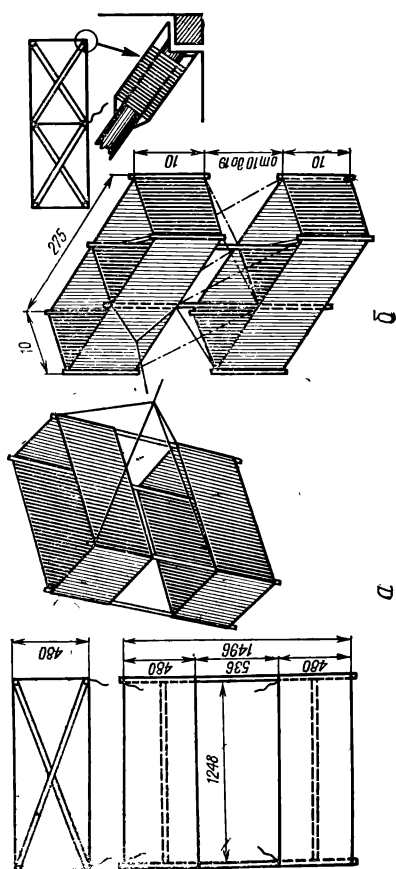


Рис. 27. Змен конструкции Харгава:
 а — первый вариант; б — второй вариант

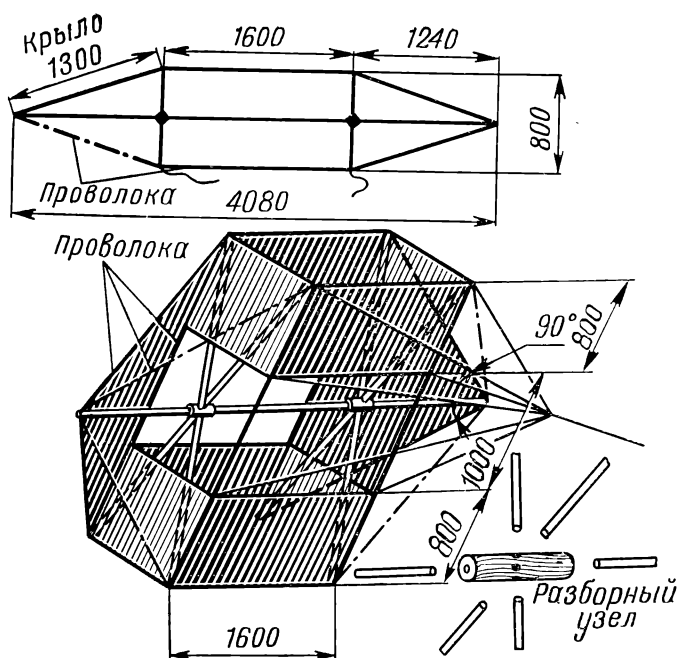


Рис. 28. Змей конструкции Мэдьё

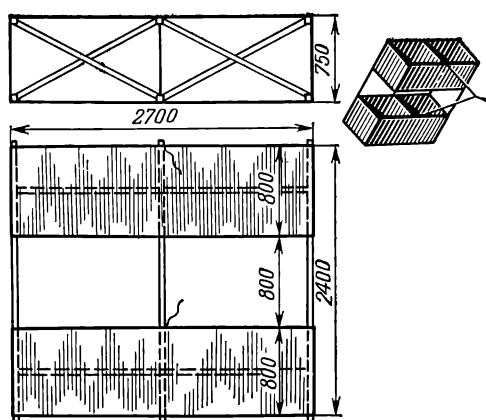


Рис. 29. Змей конструкции Визе

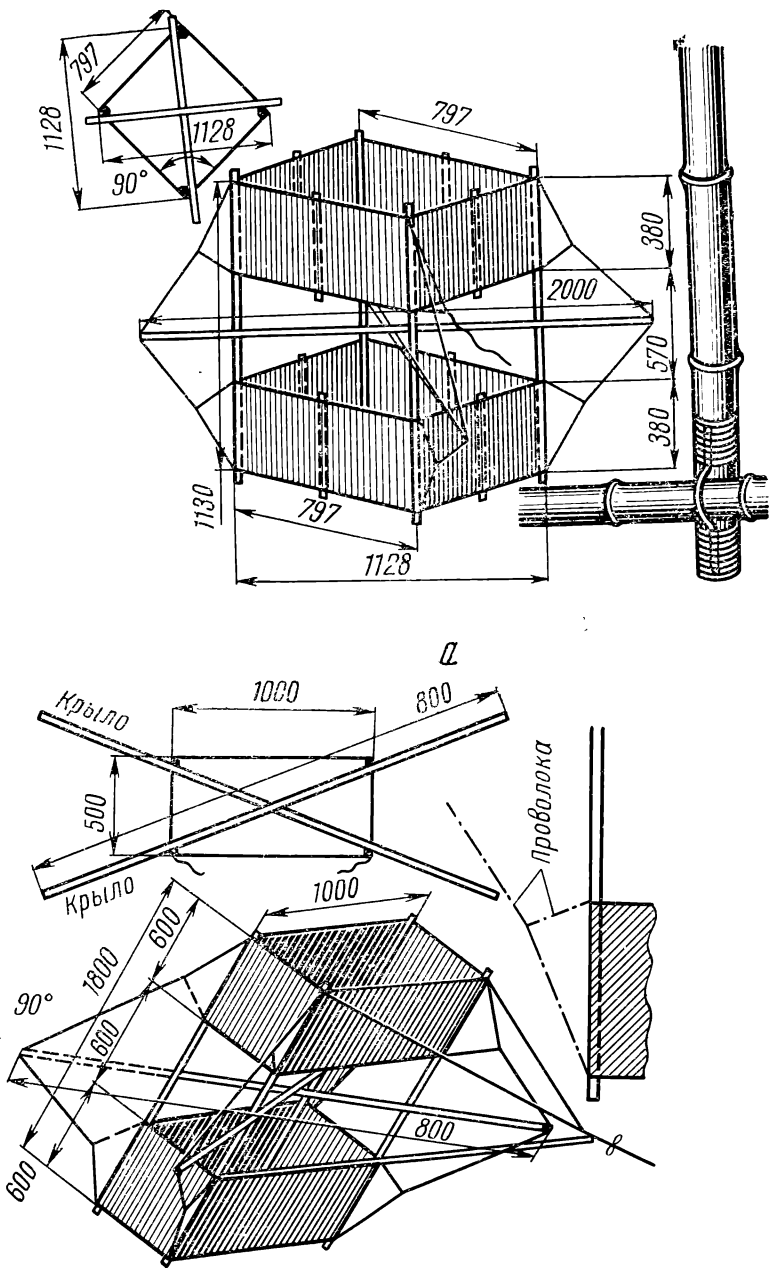


Рис. 30. Змей конструкции Ленуара:
 а — первый вариант; б — второй вариант

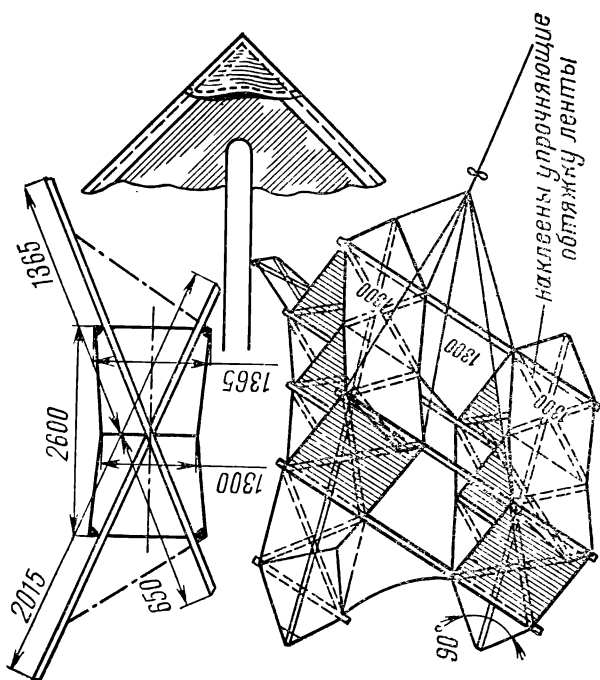


Рис. 31. Змей конструкции Коли

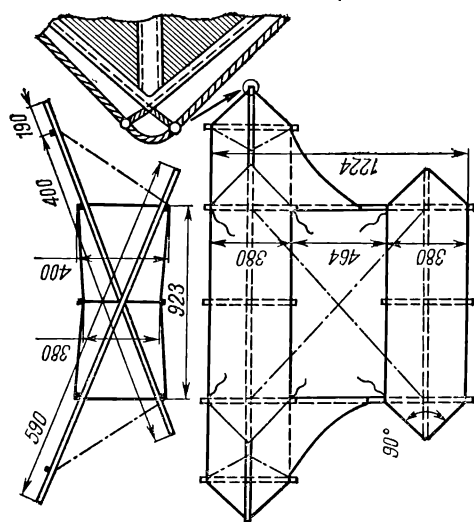


Рис. 32. Змей конструкции Сакконей

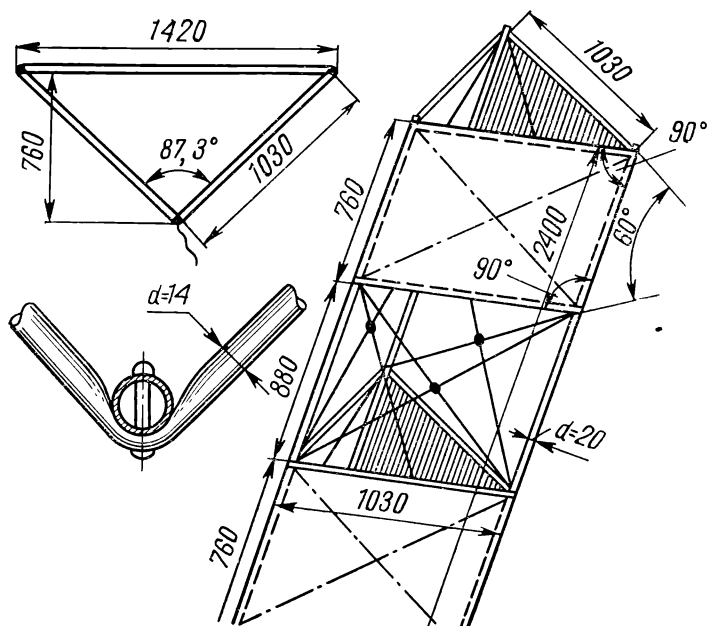


Рис. 33. Змей конструкции Молчанова

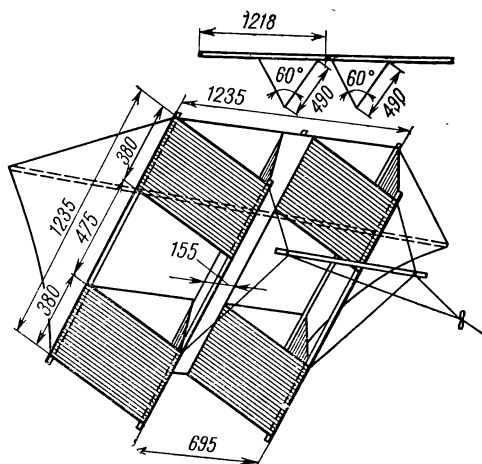


Рис. 34. Змей конструкции Брокка-Гильмона

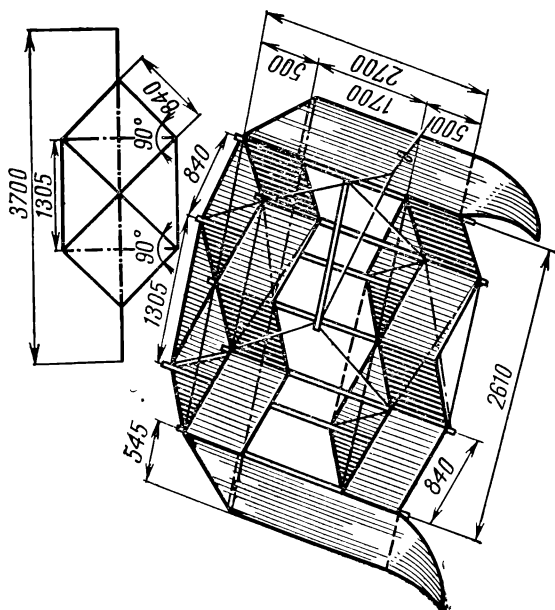


Рис. 35. Змей конструкции Дериво

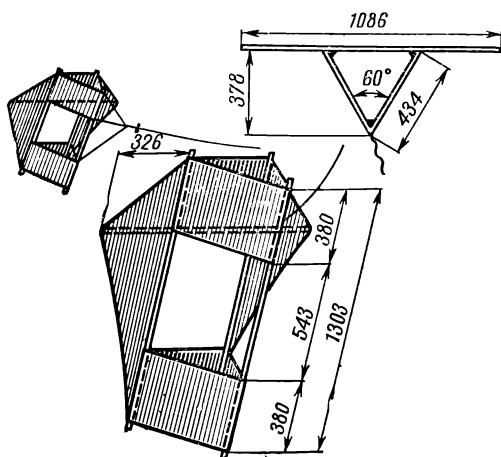


Рис. 36. Змей конструкции Алиаса-Конина

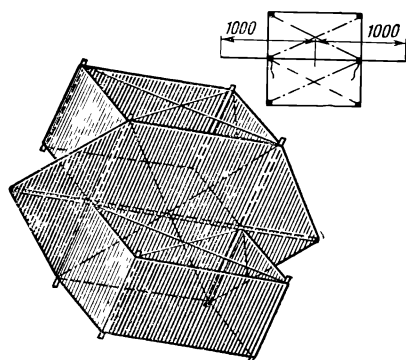


Рис. 37. Змей «моноблок» конструкции Роша-Донзеля

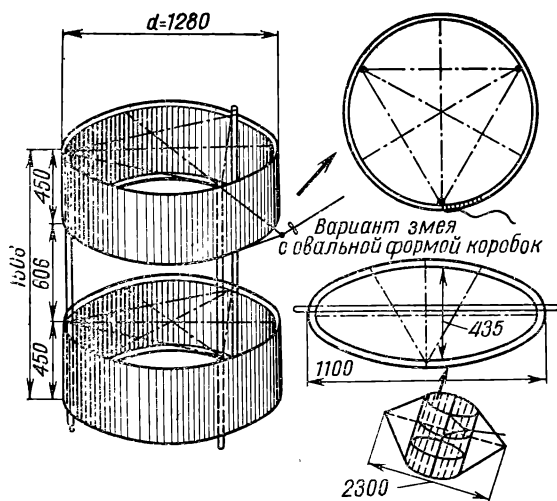


Рис. 38. Жесткий цилиндрический змей

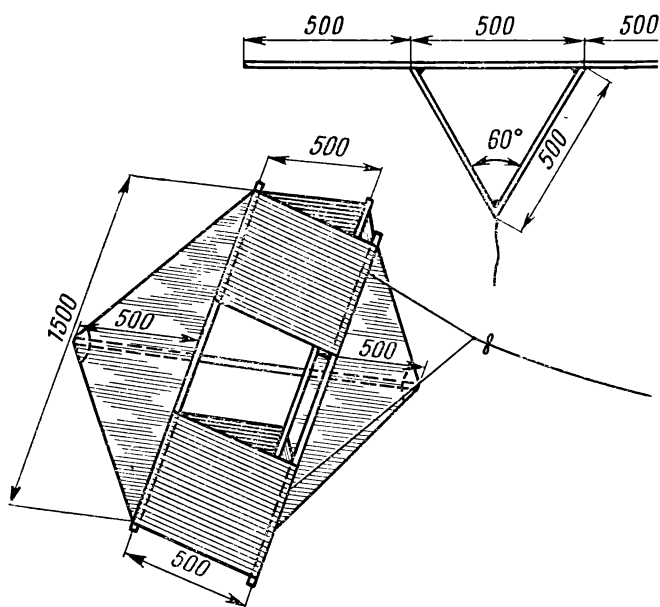


Рис. 39. Змей конструкции Гамажа

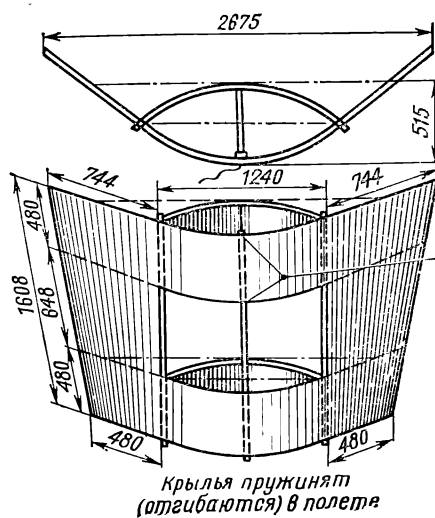


Рис. 40. Змей с каркасом из ивовых прутьев

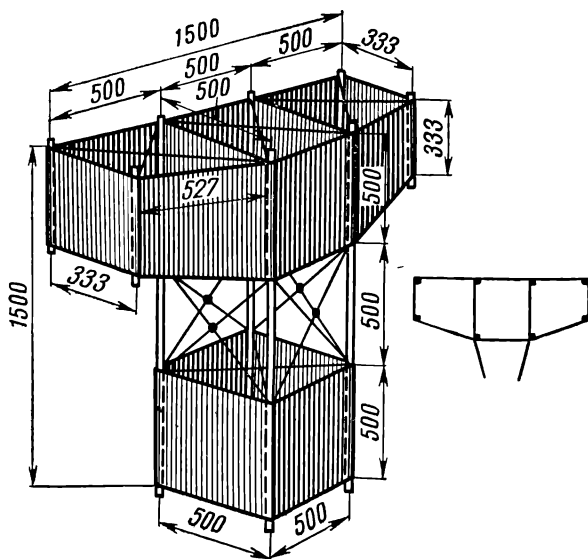


Рис. 41. Змей планирующий конструкции Поморцева

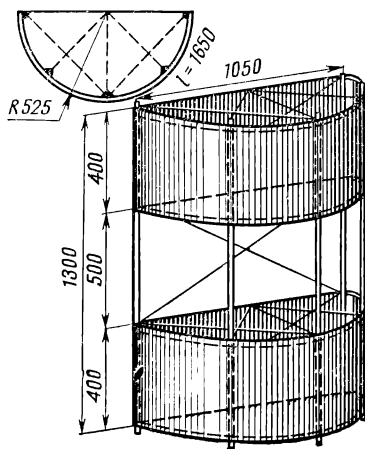


Рис. 42. Змей конструкции Кузнецова

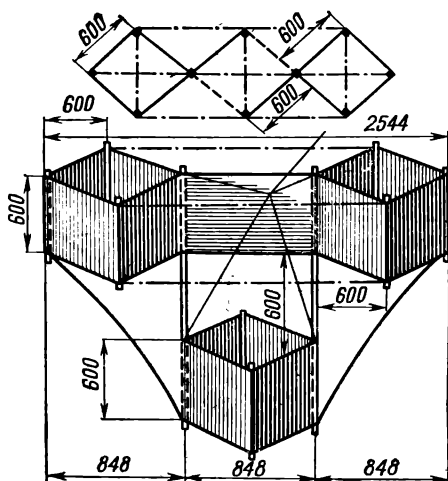


Рис. 43. Змей конструкции Прахова

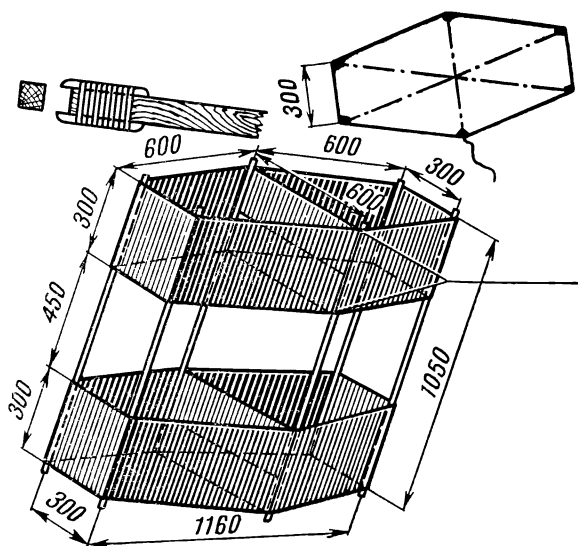


Рис. 44. Змей конструкции Ольховского

Змей рассчитан на способность планировать в случае обрыва леера

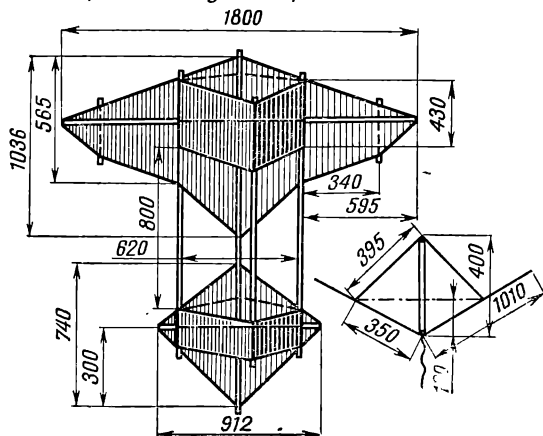


Рис. 45. Змей-планер конструкции Рыбалко

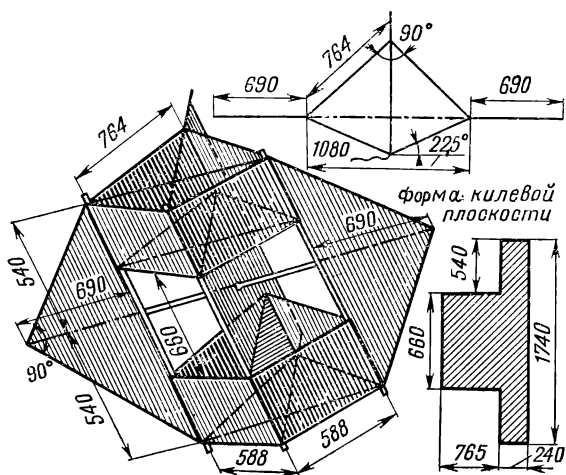


Рис. 46. Змей-мишень для зенитной стрельбы

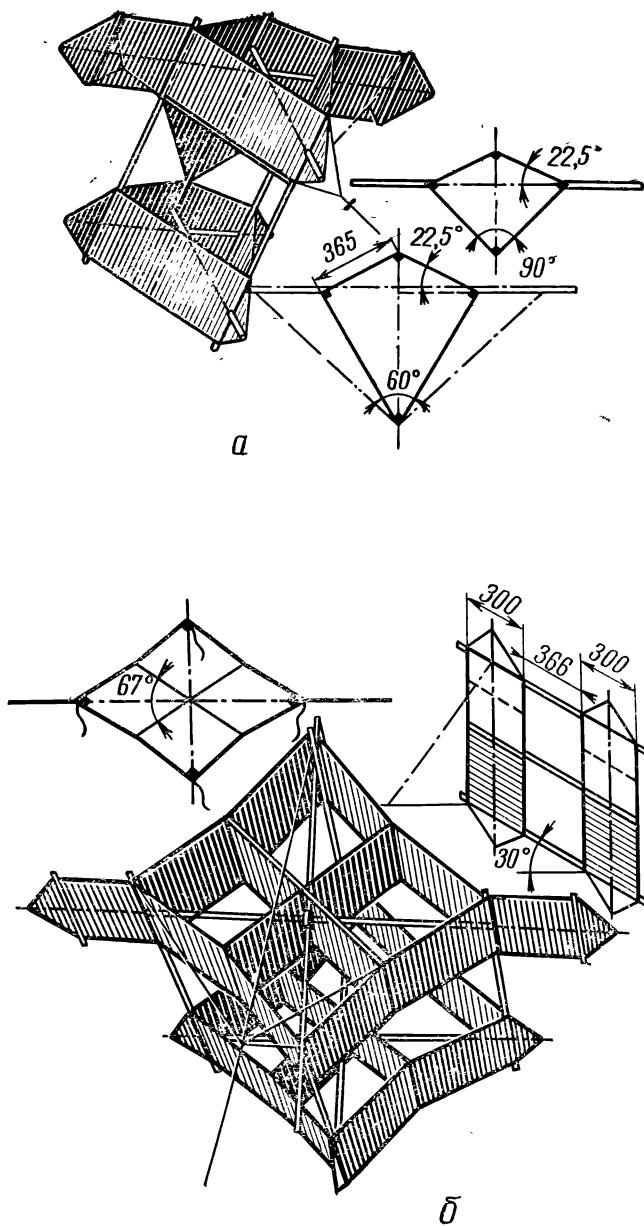


Рис. 47. Змей конструкции Бабыюка:
 а — В-9 бис; б — В-23

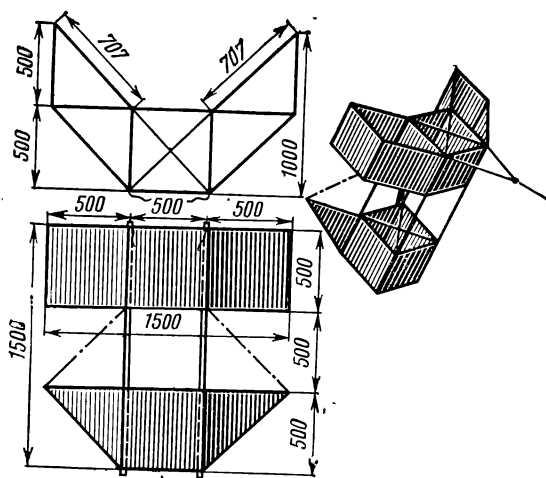


Рис. 48. Змей Л-4 конструкции Попова

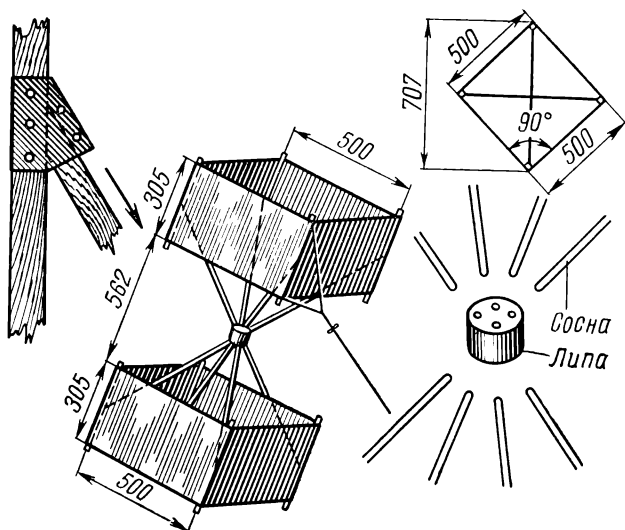


Рис. 49. Змей конструкции Зюрина

Рис. 50. Змей конструкции
Григоренко

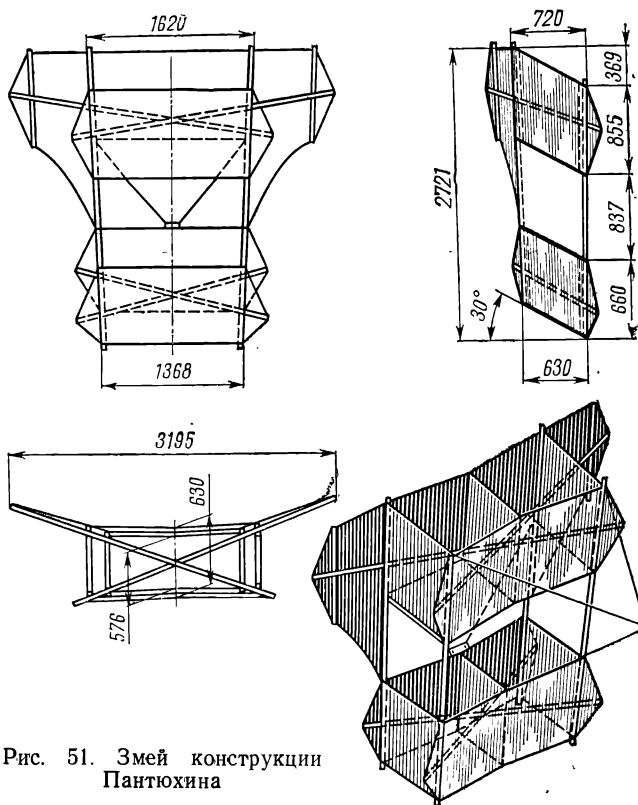
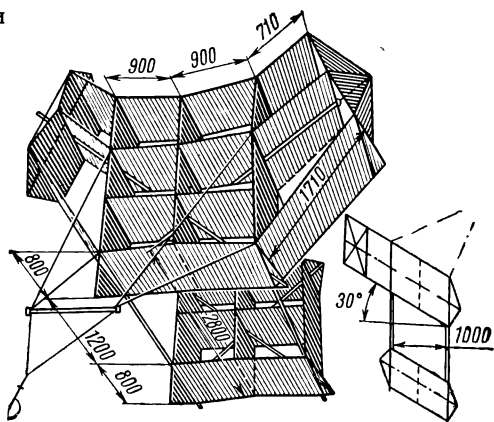


Рис. 51. Змей конструкции
Пантюхина

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Из истории воздушного змея	5
Ветер и запуск воздушных змеев	18
Изготовление простых змеев	23
Запуск змеев	35
Игры и аттракционы со змеями	42
Расчет полета воздушного змея	54
Конструирование сложных змеев	59
Привязные самолеты	65
Приложение	68

СЕМЕН ПАВЛОВИЧ ПАНТЮХИН

ВОЗДУШНЫЕ ЗМЕИ

Редактор *В. Н. Ионов*
 Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
 Технический редактор *С. А. Бирюкова*
 Корректор *И. С. Судзиловская*

ИБ № 1677

Сдано в набор 08.08.83. Подписано в печать 11.11.83. Г-63907.

Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная.

Печать высокая. Усл. п. л. 4,62. Уч.-изд. л. 4,57.

Тираж 40 000 экз. Заказ № 531. Цена 30 к. Изд. № 3/д-346.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР

129110, Москва, Олимпийский просп., 22

Тип. Изд-ва ДОСААФ

123424, Москва, Волоколамское шоссе, 88

