

ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК

ВОЗДУШНЫЕ ЗМЕИ



БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА
«В МАСТЕРСКОЙ ПРИРОДЫ»

1872

ДЛЯ УМЕЛЫХ РУК

В-263

НА ДОМ
НЕ ПУСКАЕТСЯ

КАК ДЕЛАТЬ И ПУСКАТЬ

ВОЗДУШНЫЕ ЗМЕИ

Составил К. Е. ВЕЙГЕЛИН

С 48 рисунками

34280.
33831

В. В. В.

689
В. 263 к. к.

КАТАЛОГ

БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА „В МАСТЕРСКОЙ ПРИРОДЫ“

сп и м
21044. 1987-88 г.

Типография
Академии Худож.
Ленинград
В. О. Тучков пер., 1.
Тел. 1-27-54.
Ленинградский
Гублит № 13322—3¹/₂ л.
Тираж 8000 экз.
Заказ № 316

~~РОССИЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ДЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА
ДЕТГИЗА~~

Ф. УУДАМЕ . БИБЛИО .
ДЕТ . СТОЛОН .
Моск . Г . . Подчн .



694276
Российская государственная
детская библиотека

НАУЧНОЕ КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО
Обложка работы Ю. Д. Сналдина

1. Для чего нужны воздушные змеи?

— Воздушный змей?

— Очень приятное развлечение для детей и подростков школьного возраста.

— Доставляет много удовольствия заниматься постройкой различных бумажных змеев и испытыванием их, добиваясь скорого взлета, устойчивого стояния в воздухе и достижения наибольшей высоты. Сколько можно проявить изобретательности, увеличивая постепенно размеры змейковой поверхности, придавая ей разные формы, различную окраску и разнообразя виды и сорта применяемых материалов! А сколько еще побочных забав можно получить при запуске змеев, отправляя с ними телеграммы и даже целые „посылки“ в виде разных фигурок или маленьких кареток с игрушечными пассажирами, а по вечерам с фонариками или бенгальским огнем!

Наконец, при крупных змеях или при пускании их по несколько штук на одном тросе, — поездами, — можно добиться даровой энергии для передвижения в лодке по озеру или даже по земле, в легкой коляске на велосипедных колесах.

— И как полезно то спортивное соревнование, которое развивается среди целой группы занимающихся

змейковым делом! Тут возможны самые разнообразные состязания и конкурсы, с оспариванием рекордов по высоте взлета, по грузоподъемности, по силе тяги леера и т. п.

— Но для одной ли забавы нужны и полезны воздушные змеи?

Более полутора столетия тому назад, в одном из городов Северной Америки, пожилой человек в течение нескольких месяцев привлекал всеобщее внимание и возбуждал много насмешек тем, что он, уподобившись детям, систематически занимался пусканием воздушных змеев. Для чего он делал это? Разве здесь могло быть что-нибудь серьезное? — Пустая забава, развлечение, совершенно неподобающее для взрослых людей! — Так говорили все... А пожилой человек невозмутимо продолжал свои „развлечения“, а потом опубликовал научное открытие, поразившее весь мир: с помощью воздушного змея он впервые доказал, что в земной атмосфере содержится электричество и что электричеством разного рода бывают заряжены облака и тучи. Это был известный ученый и не менее известный затем государственный деятель, Вениамин Франклин. Детская забава оказала серьезнейшую услугу науке.

Правда, прошло более ста лет после этих опытов (они были в 1752 г.), а воздушным змеем серьезные люди почти не интересовались *). Но в конце XIX века

*) Надо отметить, что русский математик Попов указывал на возможность использования змеев для метеорологии еще в 1840 г., в сочинении своем «Теория равновесия змея».

за воздушных змеев ухватились снова, и опять, главным образом, в той же Америке. После опытов Арчибальда, Харграва, Роча и вашингтонского профессора Марвэна эту детскую забаву стали применять для различных метеорологических наблюдений в атмосфере на разных высотах, для чего были созданы специальные самопишущие приборы. И с 1894 г. воздушные змеи начали правильно обслуживать метеорологические станции сперва в Америке, а потом и в других странах. В Европе наибольшая заслуга в развитии этого дела принадлежит германским профессорам Ассману, Гергезеллю и Кеппену. С 1902 г. змейковые метеорологические станции появились и в России; в разработке этого дела принимали большое участие академик Рыкачев, инженер Поморцев, метеоролог Кузнецов, капитан Ульянов и др.

В настоящее время большинство исследований в нисших слоях атмосферы производится именно с воздушными змеями, так как это обходится дешевле, чем всеми иными способами. Выработаны специальные типы змеев и легких лебедек для них, работающих в ручную или электро-током; а специальные автоматические приборы, метеорографы, весящие всего несколько фунтов (до $1\frac{1}{2}$ кг), поднимаемые на высоту до 4—5 километров, приносят с собой при опускании все сведения о температуре и влажности воздуха и о силе ветра на разных высотах.

Но не для одной метеорологии пригодились воздушные змеи. На них обратили внимание в прошлом веке еще те люди, которые задавались целью добиться воз-

возможности самим подниматься над землей. Опыты такого рода в течение нескольких лет проделывал французский моряк Ле-Бри, перешедший потом к испытаниям планеров, и его соотечественник де-Ла-Ландель, занявшийся затем геликоптерами. Позднее для этого же стал испытывать свои змеи американец Харграв.

Одновременно делались попытки использовать змеи в военном деле. В 1848 г. командир пиротехнической школы в Петербурге Константинов производил опыты по применению их для целей сигнализации, а шестью годами позднее они в действительности применялись в осажденном Севастополе.

В 1888 г. француз Батю проделал первые опыты по подъему на змее фотографического аппарата, для производства автоматических фото-снимков с воздуха.

Наконец, с первых годов нашего века этими вопросами много занимался английский полковник Коди, которому удалось даже осенью 1903 г. переправиться через канал Ла-Манш из Калэ в Дувр на лодке, буксируемой только воздушным змеем. В России много опытов подобного рода производил капитан Ульянин, применявший силу тяги воздушного змея для передвижения по шоссе на велосипеде и в легкой повозке.

В настоящее время, когда авиация является самостоятельным оружием в каждой стране, воздушные змеи тоже призваны повсюду обслуживать нужды армии. С помощью их легко производится сигнализация, напр., для одновременного оповещения о каком-нибудь важном моменте на широком фронте или обширном участке. С помощью особых фото-камер, специально

приспособленных для поднятия, производится фото-съемка неприятельских позиций; во многих случаях это достигается проще, чем с аэростатов или с самолетов. Наконец, в известных условиях змеи несут службу наблюдения, поднимая в легких корзинах наблюдателя (на высоту до 200—300 метров), связанного с землей телефоном. При крайне небольшой стоимости, воздушные змеи на войне выгодны еще тем, что они представляют собой весьма незначительную цель и потому мало поражаемы неприятельским огнем (это в особенности выигрышно сравнительно с крупными привязными аэростатами).

Еще одно военное применение было дано воздушным змеям во время мировой войны в Англии. Создавая оборону своей столицы, Лондона, от немецких воздушных нападений, англичане стали делать так называемые „передники“ (эпроны)—воздушные заграждения, в которых германские самолеты должны были запутываться, как рыба в сети. Достигалось это с помощью длинных троссов, свешивавшихся с высоты в 2—3 версты; для удержания же троссов применялись либо привязные аэростаты, либо, частично, змеи.

Наконец, воздушные змеи нашли себе роль и в радио-телеграфии, как в военном применении, так и в мирном. Известно, что для возможности держать радиосвязь надо иметь антенну, — проводник для отправки и восприятия радио-волн. На постоянных станциях такие антенны делаются в виде высоких мачт—чем выше, тем лучше. На станциях временных или полевого типа такие антенны могут с успехом сооружаться на поднятом в

воздухе змее. Сам Маркони, один из „изобретателей“ радио-телеграфа, лично неоднократно пользовался для этого воздушными змеями, и не только на земле, но и с судов при морских путешествиях.

Итак, детская игрушка, забавлявшая на протяжении многих веков и, пожалуй, тысячелетий подраставшие поколения всех народов и во всех странах, сейчас нашла себе почетное применение в науке и в технике, в военном деле и в культурной жизни. Значит, воздушный змей не только простая игрушка или орудие спорта. И занимаясь с ним в часы отдыха, играя, развлекаясь и вступая в соревнование с другими любителями змейкового спорта, каждый может принести серьезную пользу технике, добиваясь в своих конструкциях, даже бумажных, наилучших результатов по всем лётным качествам. Ибо понятно само собой, что для серьезного практического применения нужны змеи самые легкие и самые прочные, наиболее устойчивые, грузоподъемные и способные залетать по возможности выше.

2. Как змей летает?

Что же такое воздушный змей в техническом отношении?

При отсутствии легкого газа, которым наполняются аэростаты (воздушные шары и дирижабли), змей является аппаратом более тяжелым, чем воздух, висение которого в атмосфере обуславливается исключительно механическими явлениями. Основной принцип летания

воздушного змея тот же самый, как и аэроплана. Более того, воздушный змей и аэроплан представляют собой аппараты совершенно однородные, разнящиеся лишь тем, что первый держится на привязи, а второй — свободен. Каждый аэроплан или планер способен прекрасно летать, как змей, лишь был бы ветер достаточной силы, — и каждый змей можно превратить в аэроплан, устроив на нем собственную тягу. Как говорят французы, воздушный змей — это аэроплан на якоре, а аэроплан — это змей, который сам себе делает ветер.

Та подъемная сила, которая обеспечивает летание змея и аэроплана, создается одинаково за счет силы сопротивления воздуха. В том, что воздух, при всей его разреженности, обладает все же сопротивлением (или, как говорят еще, реакцией), нетрудно убедиться, напр., опуская падать плашмя лист бумаги: он будет колыхаться, раскачиваться, скользить и упадет на пол или на землю много медленнее, чем если бы его бросить с той же высоты в плотно скомканном виде. Ясно, что разница в этих двух явлениях происходит только потому, что для большей поверхности листа воздух представляет при падении большее сопротивление, чем бумажному комочку. Это сопротивление можно ощущать непосредственно мускулами руки, если быстро двигать из стороны в сторону, напр., тонкой книжкой или тетрадкой. При этом можно обнаружить и второй закон сопротивления воздуха: помимо зависимости от размеров поверхности, сопротивление воздуха зависит еще от скорости движения тела; сила сопротивления увеличивается во второй степени увеличения скорости

(т. е. если скорость увеличивается в 2, 3, 4 раза, то сопротивление возрастает соответственно в 4, 9, 16 раз).

Поддерживающая (несущая) поверхность как змея, так и аэроплана, испытывает одинаково сопротивление

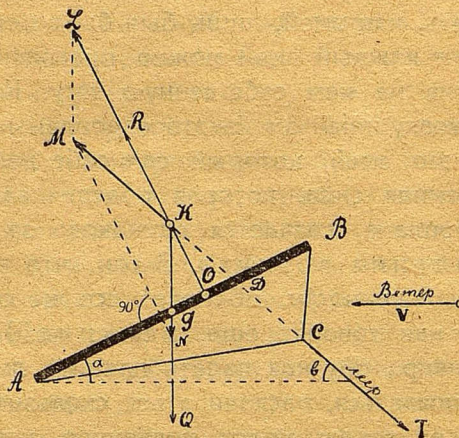


Рис. 1

(Змей в лету)

Схема сил, действующих
 AB—змеи́ковая поверхность; O—центр давления (парусности); g—центр тяжести; $gQ = KN = Q$ —собственный вес змея; $OK = KL = R$ —сопротивление (давление) воздуха; KM—равнодействующая веса и давления

воздуха: в первом случае—от ветра, во втором—от собственного движения, вследствие винто-моторной тяги. Как показывает опыт, сила такого сопротивления воздуха направлена почти перпендикулярно к самой несущей поверхности и зависит еще от третьей величины—от угла наклона поверхности к направлению относительно перемещения (т. е. ветра или собственного дви-

жения)*); угол этого уклона именуется углом встречи (атаки) поверхности (крыла). Величина угла встречи определяет еще и точку приложения силы сопротивления воздуха: в поверхности змейковой или аэропланной она лежит ближе к передней (атакующей) кромке.

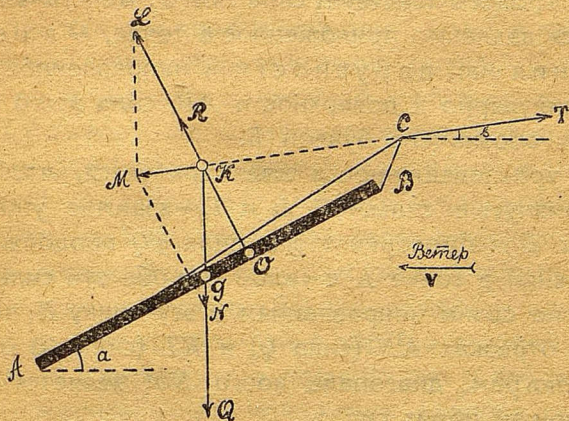


Рис. 2

(Змей взлететь не может)

на воздушный змей

$CT (= KM) = T$ — тяга леера; V — скорость (сила) ветра; a — угол встречи змейковой поверхности; b — угол леера с горизонтом.

Зная эти основные элементы, нетрудно разобраться в механических условиях пребывания воздушного змея в воздухе. На рис. 1 и 2 линия AB представляет собою

*) В механическом отношении нет решительно никакой разницы в том, движется ли аэроплан в спокойном воздухе, или же движется воздух (ветер) относительно неподвижно стоящего змея. Важно относительное перемещение частиц воздуха и аппарата.

поверхность змея, наклоненного под углом a к направлению ветра (горизонтального), дующего справа. В точке g , из центра тяжести змея, действует сила Q —собственный вес змея. Линии AC и BC —уздечка змея, к которой в точке C укреплен шнур или, называя общим именем,—леер CT ; здесь действует сила тяги T . Действием ветра создается давление, приложенное в точке, O в центре давления или парусности и направленное вверх, перпендикулярно к поверхности AB ; сила этого сопротивления обозначена буквой R .

Для уравниваемости змея требуется, чтобы все три упомянутые силы,— Q , R и T ,—взаимно уничтожились бы. Для проверки этого, сила gQ продолжена до пересечения в точке K с силой R и обе эти силы перенесены по своим направлениям в эту точку K ; на полученных отрезках KN (сила Q) и KL (сила R) очерчен параллелограм, диагональ коего KM является равнодействующей обеих сил.

Итак, для равновесия змея необходимо чтобы тяга леера была бы: 1) по направлению продолжением равнодействующей KM ; 2) по силе—не менее величины KM ; 3) по приложению силы—не миновала бы точку D .

В условиях соотношения сил Q и R , изображенного на рис. 1, сила тяги составляет с горизонтом положительный угол ν , и в таком случае подъем змея вполне возможен. Другая картина изображена на рис. 2, где при меньшей относительно силе давления (слабее ветер), равнодействующая этой силы с силой тяжести змея получает уклон вниз, составляя с горизонтом отрицательный угол (ν); ясно, что в таком случае змей не

полетит. Предельным положением будет то, когда равнодействующая KM будет горизонтальна (угол $\vartheta=0$); чем угол ϑ будет больше, тем змей взлетает легче и скорее.

Помимо силы ветра, при том же собственном весе змея, будет играть роль площадь змейковой поверхности (так как чем она больше, тем больше и давление). В конечном счете, для выяснения условий равновесия важно знать не абсолютный вес змея, а так сказать удельный, — относительно его площади (S), т. е. величину $Q:S$ (иначе ее можно называть еще поверхностной нагрузкой: сколько килограммов веса приходится на 1 кв. метр змейковой поверхности). Чем меньше удельный вес змея, тем он взлетает при более слабом ветре, и обратно. И для каждого змея можно определить тот предельный ветер (по слабости), который еще в состоянии его поднять; это и будет на пределе горизонтального положения равнодействующей силы тяжести и давления (KM).

Надо отметить, наконец, что соотношение сил Q и R зависит еще от угла встречи змейковой поверхности a , влияющего на силу давления воздуха. Сам угол обуславливается удельным весом змея и относительным расположением в нем центра тяжести (G), центра давления (O) и точки прикрепления леера (D). Имея известную связь с углом ϑ , угол a получает определенное предельное значение при минимальном ветре, нужном для взлета, когда угол ϑ делается отличным от нуля (со знаком $+$). Исследования обнаружили, что предельным углом встречи для змея будет угол около 35° : при

большем угле змеи взлетать не могут (обычно змеи держатся в воздухе под углами встречи от 15° до 25°).

Из этих основных элементов выработана формула, определяющая предельное значение силы того минимального ветра, который способен поднять змей в воздух. В общем виде эта формула выглядит так: $V = \sqrt{(Q:S) K \operatorname{tg} a}$, где V —скорость в метрах в секунду, а K коэффициент сопротивления воздуха. При подстановке значений K и $\operatorname{tg} a$ (беря средний угол около 20°) получим, что в среднем $V = 5 \sqrt{(Q:S)}$ (уклонения могут быть в обе стороны в пределах до 15% ; если угол a больше, то v —меньше, и наоборот). Вот какова, значит, та минимальная сила ветра, которая нужна для всякого змея в зависимости от его удельного веса.

Этой формуле почти в точности отвечают результаты исследований известного французского ученого Лекорню, приведенные в диаграмме на рис. 3.

Следует сказать, что та же формула может служить одинаково для определения того веса, который может быть поднят данным змеем, или обратно—той поверхности, которую должен иметь змей или группа змеев для подъема известной нагрузки (при ветре определенной силы). Если $V = 5 \sqrt{(Q:S)}$, то: 1) $Q = S V^2 : 25 = 0,04 S V^2$ (в кг) и 2) $S = 25 Q : V^2$ (в кв. метр.). Для примера змей с поверхностью в 4 м^2 может нести нагрузку: при ветре в 10 м/с —от 12 до 16 кг, а при ветре в 15 м/с —от 27 до 36 кг (включая и весь мертвый вес); змеи небольших размеров, с поверхностью в 5—10 раз

меньшей, поднимают соответственно во столько же раз меньше и нагрузки.

При пользовании этими формулами надо иметь лишь в виду, что при значительной высоте подъема змея, ему

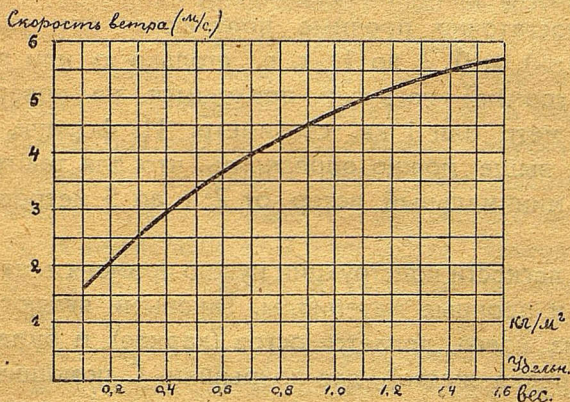


Рис. 3

При каком ветре змей может взлететь? Это зависит от удельного веса змея — эти значения (кг на 1 м^3) отложены внизу на горизонтали. Соответствующая минимальная сила ветра определится жирной кривой по цифрам у вертикали слева (метры в секунду)

в большинстве случаев придется находиться в ветру более сильном, чем внизу, так как обычно с удалением от земли сила ветра возрастает.

3. Лётные качества змеев

В чем же заключаются летные качества воздушных змеев? Какие змеи будут хорошими, какие плохими?

Основные требования таковы:

1) Легкость и прочность. Чем змей легче, тем при меньшем ветре он способен подниматься; змей тяжелый не поднимется вовсе. Но легкость не должна быть в ущерб прочности, так как сильный ветер будет конструкцию рвать или ломать. Практика выяснила, что змеи достаточно прочные получают при удельном весе ($Q:S$) от 0,2 до 1, т. е. столько кг или десятых долей грамма) нагрузки приходится на поверхность в 1 кв. метр или 1 кв. сантиметр. Из формул, приведенных выше можно определить, что для таких змеев нужен минимальный ветер от $2\frac{1}{4}$ до 5 метров в секунду.

Для легкости конструкции нужно применять наиболее легкие и прочные материалы. Таковыми являются: дерево, из коего делается остов (каркас), и бумага или ткань (редко жость)—для покрышки. С помощью клея, разных креплений и растяжек конструкция змея получает достаточную жесткость при небольшом весе. В простых бумажных змеях применяются деревянные планки наиболее легкие, напр. дранка. В других конструкциях применяется ель, сосна, бамбук, камыш. Бумага годится для покрытия лишь небольших змеев, напр. до 1 кв. метра поверхностью; лучше брать бумагу плотную и гладкую. Равно и ткань берется более плотная, но конечно по возможности и легкая: коленкор, перкаль, батист, шелк и др.; у больших змеев полезно покрышку лакировать.

Крепления применяются самые различные,—лишь бы они не ослабляли деревянные части. Растяжки—бичева, тросы или проволока — применяются для окантования

плоских поверхностей и для расчаливания коробочных конструкций.

Что касается леера, то таковой берется либо пеньковый или шелковый, либо металлический. Для высоких подъемов последний представляет больше выгоды, так как при одной и той же прочности стальная проволока весит вдвое меньше, чем пеньковый шнур, и имеет, сравнительно с последним, диаметр тоже в несколько раз меньший; поэтому на шнуре можно запускать змеи лишь в пределах до 1.000—1.500 метров высоты. Для такой высоты нужны бичевы или пенькового шнура от 3 до 5 кг, а проволоки от 1,5 до 2,5 кг (считая длину леера около 1.500 метров, а диаметр проволоки от 0,4—0,6 мм).

2) Устойчивость. Для устойчивого стояния в воздухе воздушный змей должен иметь правильно сконструированную поверхность, правильное крепление ее к лееру и иногда специальные органы устойчивости.

Правильность самой конструкции выражается в том, что поверхность змея достаточно прочна и в отношении к продольной оси своей, симметрична и однородна по весу. Без этих условий змей вообще никогда не будет держаться в равновесии. Но этого еще мало: желательно, чтобы сама же конструкция обеспечивала бы до некоторой степени и восстановление равновесия при его нарушении. Для этого змейковой поверхности дают часто форму не плоскую, а изогнутую (с выпуклостью вниз), а для больших змеев применяют с той же целью не одну поверхность, а целый ряд их, в самой различ-



ной комбинации. В этом последнем отношении воздушный змей вполне уподобляется аэропланной конструкции: коробчатое расположение отдельных поверхностей и применение двух коробок одна за другой (как хвост за главными крыльями в аэроплане) дают наилучшие результаты.

Правильным креплением леера будет такое, когда сила тяги не минует точки D (см. рис. 1). Но крепить шнур или трос в самой точке D нельзя, потому что положение ее постоянно меняется. Для этого и делается уздечка (ACB). В общем случае, длина обоих путей ее ($AC + BC$) делается примерно вдвое больше, чем расстояние между точками их крепления (AB); длина каждого пути в отдельности подгоняется уже практически в зависимости от типа змея и наиболее выгодного для него угла наклона к горизонту. Обычно уздечки делаются из двух или из трех путов.

При сильном и особенно порывистом ветре, а равно и при большой высоте подъема, применяются еще эластичные уздечки, в которых в одном из путов (переднем или заднем) ввязываются куски резины (см. рис. 38); при изменении силы ветра меняется растяжение резины, и змей становится под углом встречи либо меньшим (если ветер усиливается), либо большим (если ветер слабеет); в обоих случаях это содействует сохранению прежней высоты подъема, так как оказывает на подъемную силу обратное влияние, чем изменяющаяся сила ветра. При включении такого амортизатора надо применять предохранительный трос abc , рассчитываемый по длине так, чтобы при выпрямлении его

(т. е. при полном растяжении резины) змей имел бы угол встречи около 10° .

В числе специальных органов устойчивости воздушных змеев надо назвать прежде всего хвост и крылья.

Надобность в хвосте есть почти у всех плоских змеев, плохо обеспеченных в смысле устойчивости самой змейковой конструкцией. Обычно хвост делается из бичевки, к которой привязываются либо лоскутки, либо кусочки бумаги, смятые на подобие веера. Вес и длина хвоста определяется практически: если змей ковыляет, то значит хвост мал или легок, а утяжеленный хвост проявляется излишней грузностью. Хвост иногда можно заменять небольшим грузом (кусочек свинца или мешечек с песком).

Крылья представляют собой отдельные поверхности, обычно угловатые, применяемые в коробчатых змеях, по бокам; увеличивая змейковую площадь и содействуя устойчивости в силу некоторой конструктивной гибкости, крылья тем полезнее в последнем отношении, что могут делаться эластичными с помощью амортизирующих оттяжек (см. рис. 33, 43 и 45). При таком устройстве отдельные порывы ветра могут погашаться одними крыльями, не нарушая устойчивого положения всего змея.

Наконец, к числу средств, применяемых для лучшей устойчивости, можно отнести еще устройство в плоской змейковой поверхности окон — отверстий для свободного прохождения воздуха при усиливающемся ветре или тоже при порывах его.

3) Высота подъема. Высота взлета змея зависит от угловой высоты змея, от подъемной силы его и от длины и веса леера, который ложится своей тяжестью тоже на змей.

Угловая высота — это угол, составляемый леером с горизонтом. Существенно важно, чтобы он был больше — возможно ближе к 90° ; тогда при той же длине привязи высота будет больше. Однако, вследствие давления ветра на самый леер, он располагается обычно под острым углом, давая еще провес от собственной тяжести. Обычно этот угол составляет от 30° до 70° ; этому соответствует высота подъема в пределах от $\frac{1}{2}$ до $\frac{9}{10}$ выпущенного леера.

Целесообразная конструкция самого змея и его уздечки, при небольшой поверхностной нагрузке (удельном весе) и при относительно легком леере дают наилучшие условия.

Выше упомянуто, что змеи бумажные запускаются не выше 1.000 метров. Но и этой высоты добиться бывает не просто. Змеи большие поднимаются и на несколько километров, причем тем выше, чем больше их подъемная сила. В конечном счете, вопрос сводится к величине змейковой поверхности, — либо одного змея, либо — лучше — целой группы.

Рекорд высоты подъема змеев установлен в 1919 г. на германской аэрологической станции в Линденберге: группа из восьми змеев, с общей поверхностью в 63 кв. метра, дошла до высоты в 9.740 метров, причем было выпущено 15 километров проволоки. Конечно, для рекордных подъемов берется наилучшая стальная про-

волока, причем для облегчения она делается разного диаметра (от 0,4 мм до 1 мм): у самого змея проволока потоньше, а внизу самая толстая.

Зная основные свойства воздушного змея, можно, внося в конструкцию различные усовершенствования, добиваясь большей легкости и прочности, лучшей устойчивости в самых различных атмосферных условиях и наибольшей высоты подъема. Наилучшими будут те змеи, которые при одинаковых затратах на материал будут более устойчивы и будут подниматься на большую высоту (конечно, в одинаковых атмосферных условиях).

Начинать такую работу надо с простейших типов, опытным путем познавая все тайны змейкового искусства.

4. Простейшие бумажные змеи

Простейшие змеи делаются в виде четырехугольников,—либо прямоугольных (рис. 4), либо косоугольных (рис. 5 и 6).

Прямоугольные змеи могут быть самых небольших размеров—хотя-бы в один лист писчей бумаги. Но такие змеи слишком тяжелы (удельно) и поднимаются очень невысоко. Лучше их делать из двух или четырех писчих листов, или промежуточных размеров, площадью от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ кв. метра.

Для каркаса такого змея заготавливаются планки толщиной около 2 мм и шириной около 15 мм. Материал берется либо в виде досок еловых или сосновых (тол-

щиной в $\frac{3}{8}$ дюйма — это и есть 15 мм), либо лучше лубок или дранка *). Если материалов последних родов под рукой нет, то доски надо выбирать безо всяких дефектов (без сучков, кривослоя или др. пороков); и планки из них нужно делать тоже щеплением, а не распиловкой, так как в последнем случае они легче ломаются.

Змей изображенный на фиг. 4, имеет всего три планки: две накрест по диагоналям, и одну на верхней кромке. При больших размерах змея делается еще одна поперечная планка посередине (на чертеже показана пунктиром). Диагональные планки в змее размером (60—65 см) × 40 см имеют длину в 71—77 см; с оставлением с каждой стороны выпускных концов длиной в 2—3 см, надо резать куски длиной в 75—80 см; концы их можно обрезать фигурно, как показано внизу чертежа, делая зарубки для удобства привязывания к ним других частей. Верхняя планка имеет всю длину около 45 см. Диагональные планки, наложенные своими середками одна на другую, под нужным углом, прочно скрепляются на крест шнуром, после чего к верхним концам их таким-же образом прикрепляется поперечная планка. Затем по обводу змея натягивается тонкий шнурок,

*) Лубок (луб)—крепкая длиноволокнистая часть коры некоторых пород деревьев (преимущественно липы), применяемая в кустарничестве наравне с дранкой (лубяные или лубочные изделия). — Дранка (дрань или драница)—длинные щепленные лучины хвойных деревьев, различной ширины, применяемые как для штукатурных работ, так и для различных кустарных изделий (коробки, лукошки, корзины и т. п.).

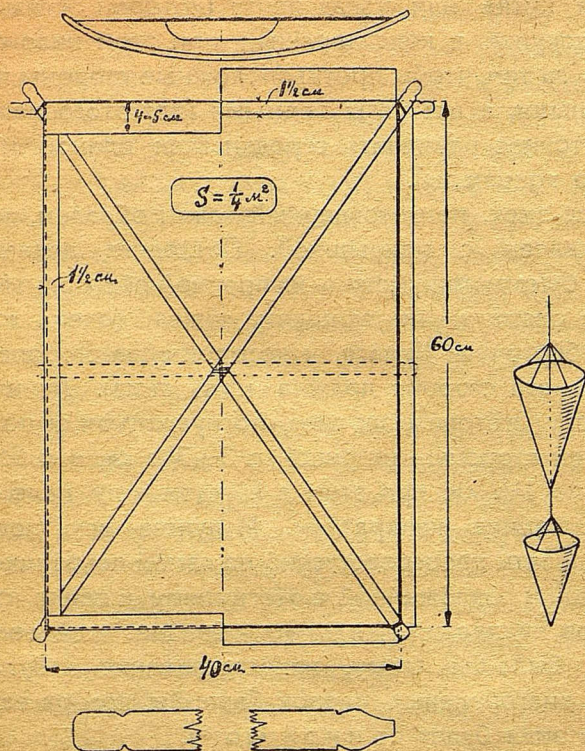


Рис. 4

Простейший бумажный змей

(из двух листов писчей бумаги)

В правой половине чертежа кромки покрышки еще не заклеены, а в левой половине змей в готовом виде. Средняя поперечина (пунктиром) делается только в змеях вдвое больших. Жирная черта — шнур или узкая тесьма. Сверху чертежа — поперечный вид скоробленной верхней планки (на шнуре трещотка). Снизу — образцы того, как можно обрезать концы планок. — Справа — парашютики (фунтики) для хвоста. Удельный вес такого змея 0,26 — 0,28 кг.

прочная нитка или узкая лента (которой завязывают, напр., покупки в кондитерских); при этом надо строго следить за тем, чтобы противоположные стороны вышли бы равными, а все углы прямыми (для этого надо возможно точнее разметать середки всех планок и надрезы по концам их).

Остов змея, приготовленный таким образом, должен быть склеен с крышкой. Последняя делается из писчей бумаги или можно из прочной оберточной, если она не смята и не слишком тяжела (очень хороша такая оберточная бумага, у которой одна сторона глянцеви́тая: эта сторона должна идти вниз). Лучше всю крышку изготовить заранее, отогнув кругом ее полоски: с верхней стороны—шириной в 3—3¹/₂ см, а с боков и снизу—по 1¹/₂ см; при этом в каждом углу надо вырезать излишние квадратики. И лучше всю подгонку остова делать непосредственно на самой крышке, уже склеенной и разложенной с отогнутыми кверху краями.

Остов накладывается таким образом, чтобы верхняя планка была-бы снизу, непосредственно к бумаге, а концы диагональных планок были-бы поверх ее. Эта сторона змея будет спиной его *).

Скрепление остова с крышкой производится с помощью клея (из муки — лучше картофельной). Сперва обмазывают все планки и обвод, а затем по очереди кромки бумаги, которые одна за другой подгибаются

*) Это общее правило для всех змеев, что остов делается в спинной стороне, тогда как в стороне, обращенной к ветру лежит крышка; иначе ветер будет отрывать крышку от планок.

и плотно прижимаются. Эту операцию надо производить на свободном плоском месте, на большом столе или просто на ровном полу, лучше на расстеленной бумаге. Когда уже обмазанный остов положен на покрышку, его надо сразу прижать во многих местах, особенно в центре, тяжелыми предметами (гирями, утюгами, железными брусками и т. п.); при заклеивании же краев, чтобы клей не остывал, можно отогнутые полоски прижимать по частям, надрезая их поперек. Когда это будет сделано, нужно оставить весь змей на несколько часов под прессом, прижав особенно прочно крест и верхнюю планку.

Для лучшей устойчивости змея полезно верхнюю часть его скоробить (когда он совершенно высохнет, конечно). Для этого верхняя планка стягивается прочным шнурком, образуя выпуклость внизу и вогнутость в спинной части (там, где наклеен остов). Концы стягивающего шнура завязываются в зарубках верхней планки так, чтобы стрелка прогиба *) ее получилась примерно в 3—4 см (см. профиль наверху рис. 4).

Для снаряжения змея ему нужны еще уздечка, хвост и леер.

Уздечка делается из трех нитей. Нижний пут крепится к центру, охватывая обе скрещивающиеся планки; для этого в покрышке делаются с боков, вплотную к планкам, два маленьких отверстия. Две верхних нити составляются из одного шнура, привязанного своими кон-

*) Стрелка прогиба — наибольшее удаление кривой (в данном случае в середине) от стягивающей ее хорды (т. е. шнура).

цами к верхним концам диагональных планок; середина этого шнура увязывается со вторым концом нижнего пута. Все нити уздечки в готовом виде должны иметь такую длину: нижний пут—в половину длины змейковой поверхности (на чертеже 30 см), а верхние путы,—строго равные,—по половине диагонали той-же поверхности. Подгонка и проверка делается очень просто: вершина уздечки, оттянутая по змейковой поверхности вниз, должна лечь ровно в центре, а оттянутая вверх—должна прийтись в середине верхней планки.

Хвост змея привязывается к нижним концам диагональных планок. Две нити (его уздечка) имеют длину (каждая) раза 2—2¹/₂ больше, чем длина змейковой поверхности; дальше идет ординарная нить еще несколько более длинная (это определяется практически—в зависимости от удельного веса змея и от собственного веса хвоста). Материалом для хвоста может служить бичевка с навязанными на ней веерообразными кусочками бумаги или легкими тряпочками, либо просто мочала или узкие тряпочные тесемки; в самом кончике хвоста можно делать для оттяжки бумажную или тряпичную кисточку.

Наконец, для леера берется прочная нить, тонкая бичевка или шнурок, наматываемые винтообразно на кусочек палки, на дощечку, или на специальную катушку. Для небольших змеев вполне пригодны те нитки, из которых плетутся, напр., рыбацьи сети. Своим концом леер скрепляется с вершиной уздечки, — так чтобы не нарушать ее цельности. Конечно, желательно, чтобы весь шнур или бичевка не имели-бы узлов.

Прямоугольные змеи можно делать и больших размеров, площадью до 1 м^2 (на рис. 4 площадь равняется $\frac{1}{4} \text{ м}^2$), соответственно увеличивая поперечные размеры применяемых планок, прочность бумаги и проч.

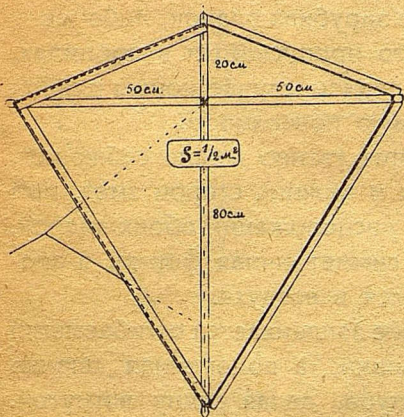


Рис. 5

Косоугольный бумажный змей

В правой половине чертежа кромки крышки еще не заклеены, а в левой половине — змей в готовом виде. Жирная черта по обводу — шнур. Уздечка — из двух пучков

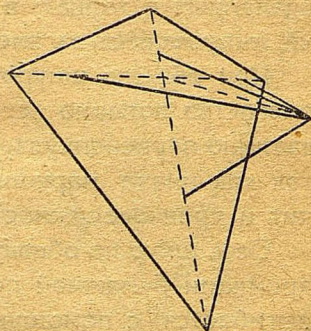


Рис. 6

Четырехпутная уздечка косоугольного змея

Вершина натянутой уздечки должна приходиться отвесно над узлом пересечения планок (змей лежит горизонтально)

ность леера. Для устойчивости больших змеев их можно коробить не только в верхней планке, но и в средней, — но с меньшей стрелой прогиба. При легких планках можно добавить в остовете еще одну планку — вертикальную посредине, — либо через всю змейковую поверхность, либо только в ее нижней половине (начиная от центра).

Змеи косоугольные делаются так же просто.

На рис. 5 изображен такой змей площадью в $1\frac{1}{2}$ кв. метра. В нем, как видно, всего две диагональные планки, одинаковой длины, сходящиеся под прямым углом.

Обвод змейковой поверхности сделан тоже из шнура, который либо увязывается в зарубках планок, либо же — если планки толще — просто пропускается в пропилах, сделанных в торцах; в последнем случае концы планок не выпускаются за змейковую поверхность.

При обвязке шнуром существенно важно соблюдать равенство попарно верхних и нижних сторон змея, при взаимно перпендикулярном расположении обоих планок, так как иначе нарушится симметричная форма, а значит и уравнишенность змея в воздухе.

Весь шнур по обводу тоже заклеивается отгибаемыми кромками бумажной покрышки, а поперечная планка выгибается с помощью шнура, делая спину вогнутой.

Уздечка косоугольного змея делается обычно из двух путов, которые привязываются так: верхний — к пересечению обоих планок, а нижний — к вертикальной планке, несколько выше ее нижнего конца. Можно еще крепить оба пута непосредственно к концам вертикальной планки. Длина путов делается в соответствии с длинами двух неравных сторон змейковой поверхности, составляя примерно сумму их; вершина уздечки определяется на практике.

На рис. 7 и 8 изображены разновидности косоугольного змея, с кривым очертанием головной части. Для таких изогнутых поперечных планок лучше всего применять камыш.

Добившись успехов с простейшими бумажными змеями, нетрудно перейти к постройке конструкций более сложных и замысловатых. Основные приемы

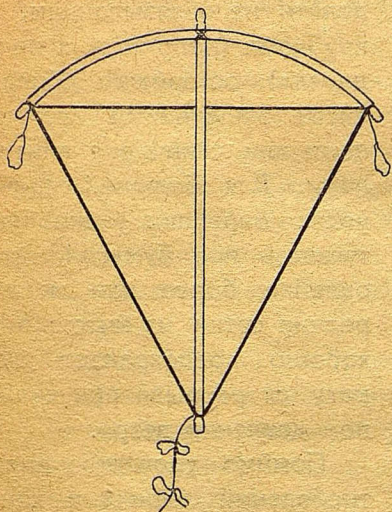


Рис. 7

Остов змея в виде лука

Две планки—продольная и верхняя изогнутая,—и шнур в виде примерно равнобедренного треугольника. Размеры те же, как и на рис. 5

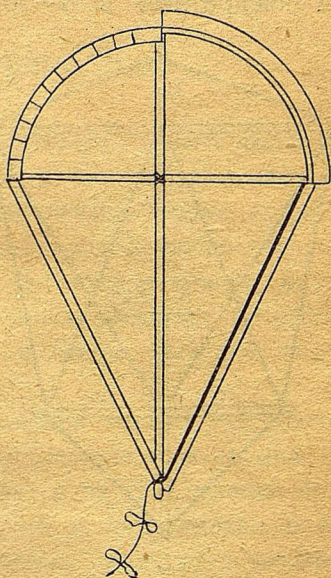


Рис. 8

Змей грушевидной формы

В правой половине чертежа кромки покрывки не загнуты, а в левой половине—змея в готовом виде. Со змеем рис. 7 разница та, что верхняя дуга—полная полуокружность, и стянута не шнуром, а планкой

такой работы одни и те же, и при известной аккуратности и сноровке ими легко овладеет каждый. Нужно помнить только, что материал для остова и для покрывки следует выбирать всегда в соответствии с размерами змея,

При больших змеях лубок или дранка не дадут нужной прочности остову; придется применять сосновые рейки (толщиной в 4—6—8 мм и шириной в 12—20 мм а квадратные в 8—10—12 мм) или тонкий бамбук.

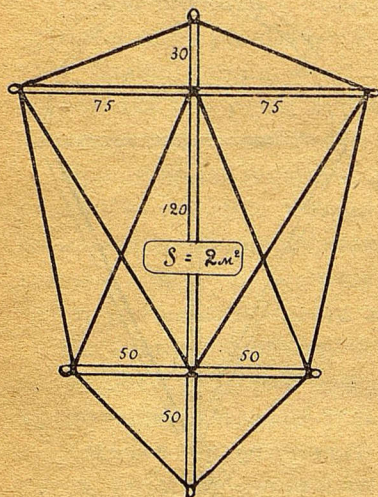


Рис. 9

Большой бумажный змей
(Высотой в 2 метра)

Жирные линии — шнуры. Цифры обозначают длины отрезков в сантиметрах.
Площадь змея — 2 кв. метра

Тогда скрепления можно делать не обвязыванием, а врубками (например, в пол-дерева), осторожно сбивая части маленькими гвоздиками или свинцовая винтиками. Для большей прочности покрышки, можно натягивать под бумагой, при оклейке, более или менее редкие сетки из ниток; это хорошо предохраняет бумагу от разрыва при сильном давлении ветра.

Помимо удовлетворения требований летных и конструктивных, не следует забывать и о наружном виде воздушных змеев. Чтобы их легче наблюдать в воздухе,

можно окрашивать нижнюю сторону в яркие цвета или разрисовывать углем или цветными карандашами; при этом не надо забывать, что детали издали все равно не видны — хороши лишь крупные рисунки. Можно еще обклеивать змейковую поверхность различными фигурами из тонкой цветной бумаги. Для звукового эффекта

делают бумажные трещетки, укрепляемые на шнуре, стягивающем покоробленную поперечную планку (см. рис. 4).

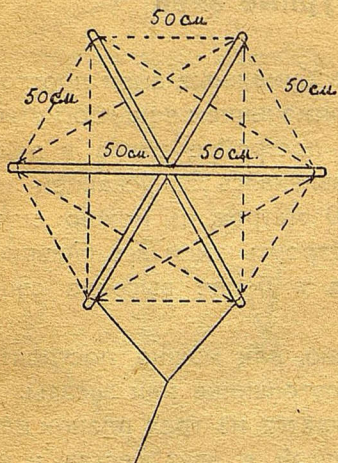
5. Плоские фигурные змеи

Напрактиковавшись делать бумажные змеи простой четырехугольной формы, с применением еще изогнутых частей, можно приступить к постройке змеев в виде самых различных фигур, развлекаясь запуская их на высоту от 100 до 200—300 метров, и можно еще, преследуя спортивные цели, строить змеи все бóльших размеров, добиваясь подъема в более высокие слои атмосферы.

На рис. 10 и 11 изображено, как можно построить воздушный змей в виде многоугольника или звезды.

Пятиугольная звезда получается из трех планок или реек, скрепленных одна с другой в двух местах, и из двух шнуров, соединяющих попарно через один четыре нижних конца этого остова. Шестиугольная звезда получается из трех же планок или реек, соединенных своими серединами в одной точке, и из двух шнуров, соединяющих концы звезды тоже через один, с образованием двух веревочных треугольников. Остовы, полученные таким образом, оклеиваются бумагой или легкой тканью также, как это делалось у змеев четырехугольных. Равно полезно и здесь горизонтальные планки изгибать, стягивая концы их сзади, чтобы скоробить всю поверхность.

Из этих же остовов можно сделать змейковые поверхности в виде пятиугольника, шестиугольника или круга. Для этого протягивают шнур по всему обводу, наблюдая,



Фиг. 10

Остов шестиугольного змея

Пунктиры — шнуры. При размерах, указанных здесь, для шестиугольного змея достаточно шнура *только* по обводу. Для шестиконечной звезды шнуры по обводу не нужны. Для крупных шестиугольных змеев нужны шнуры по всем пунктирам

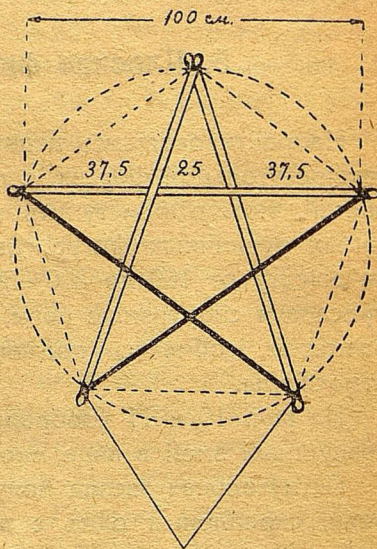


Рис. 11

Пятиугольный змей

Цифры — длины отрезков в сантиметрах (все планки по 100 см.) Для пятиконечной звезды нужны три планки и два шнура (жирные линии). Для пятиугольника — нужны еще шнуры по обводу (пунктир). Для круглого змея — обвод проволочный (см. рис. 12)

чтобы расстояния между концами были бы строго равны. При желании сделать змей круглый, по обводу звезды — лучше шестиугольной — протягивают тонкую проволоку, которую можно еще, до соединения с покрывкой,

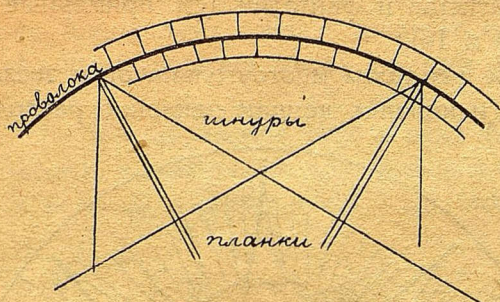


Рис. 12

Как сделать прочную покрывку к круглому змею

Изогнутая по окружности проволока, скрепленная с концами планок, обкладывается узкой полоской толстой бумаги, которая — будучи надрезана с обеих сторон — сгибается во внутрь и склеивается с проволокой. После этого уже остоу обклеивается покрывкой

обклеить узкой полоской толстой бумаги, надрезав ее с обеих сторон (годится, например, синяя бумага, из

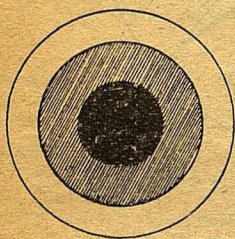


Рис. 13

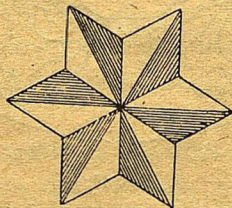


Рис. 14

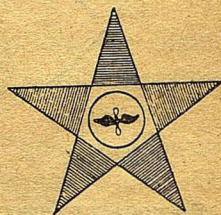


Рис. 15

Разные способы раскраски или цветной оклейки фигурных змеев

которой делают обложки для тетрадей). Нижней змейковой поверхности можно давать любую разрисовку или раскраску — тут самое широкое поле для проявления

своего искусства и фантазии (см. примерные образцы на рис. 13 и 16).

Уздечки для таких многоугольников и звезд вяжутся к верхним и нижним концам наклонно расположенных

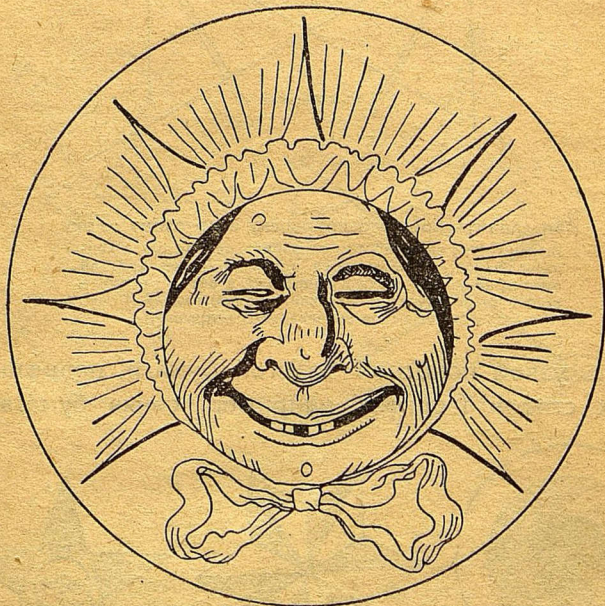


Рис. 16

Примерная разрисовка для змея круглой или какой иной формы

планок: в пятиугольном остане делают три пута—один сверху и два снизу, а в шестиугольном—четыре пута—по два наверху и внизу. При этом в обоих случаях нижние путы должны быть длиннее верхних примерно в полтора раза, а вершина готовой уздечки должна в

натянutom состоянии отстоять от змейковой поверхности примерно на длину луча звезды (радиуса описанной окружности). Хвост полезно иметь во всех этих конструкциях.

На рис. 17—20 изображены змеи в виде бабочки и ласточки. Бабочку можно делать сравнительно и небольшую,—по 60—80 см в длину и ширину. Ласточку же,

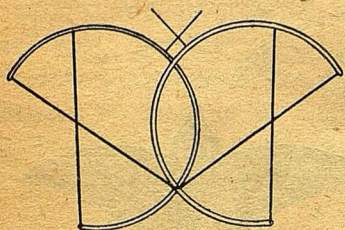


Рис. 17

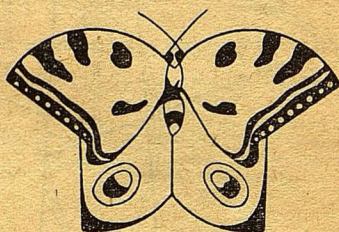


Рис. 18

Змей — бабочка

Размеры между концами крыльев 1—2 метра. Как сгибать рейки—см. рис. 26
Усики бабочки—из тонких прутьев. Раскраска произвольная

при небольшой ее поверхности, нужно строить значительно больше, с размахом крыльев лучше не менее как в 150 см.

В этих конструкциях существенно важно добиться успешного выгибания тех планок, которые составляют остов. Применяются для этого либо камыш, который лучше щепится пополам, либо гибкие прутья, например ивы. Можно применять и бамбук или обделанные деревянные планки (ясень, бук, сосна), но такие перед выгибанием нужно хорошенько пропарить или продержать некоторое время в кипятке. Для симметричности и здесь

надо добиваться того, чтобы левые и правые части были бы совершенно одинаковыми. Это можно облегчить тем, что однородные рейки подвергаются выгибанию совместно и для сохранения нужной формы

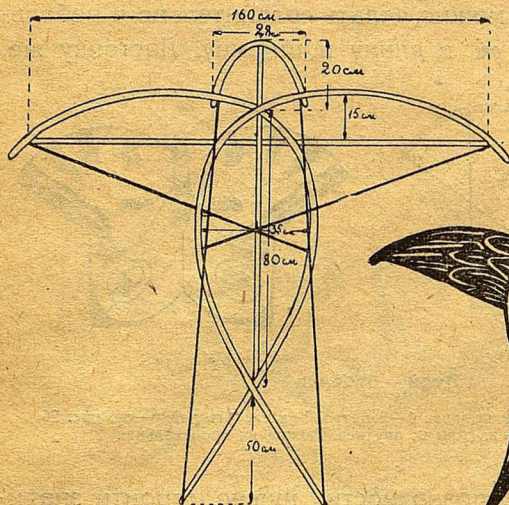


Рис. 19

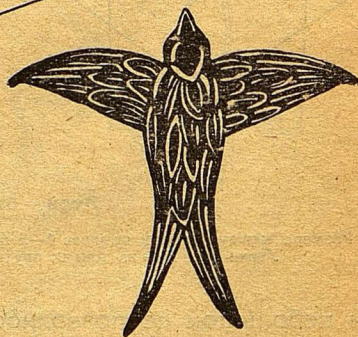


Рис. 20

Змей-ласточка

Жирные линии — шнуры

вместе же стягиваются с самого начала бичевками; полезно еще закладывать их в специально заготовленном шаблоне (см. рис. 21), сделанном из ряда гвоздей на доске, на полу или на стене (для длинных реек можно даже с помощью колышков просто на плотной земле).

Можно придать змейковой поверхности вид и форму человеческой фигуры. На рис. 22 и 26 приведены

образцы змеев высотой от 1 до 1½ метров, имеющих фигуры юноши и девушки. Все устройство, а равно и размеры, ясны из чертежей. При сборке остова надо очень аккуратно соблюдать полную симметричность; при этом полезно, делая на всех планках или рейках разметку, предварительно увязывать их или даже сколачивать гвоздиками и только после строгой выверки и исправлений

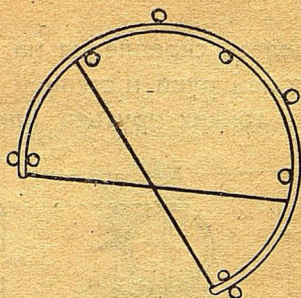


Рис. 21

Как приготавливаются кривые рейки

Маленькие кружочки — гвозди или колышки; жирные линии — шнуры. Выгибаемые рейки полезно предварительно выпарить

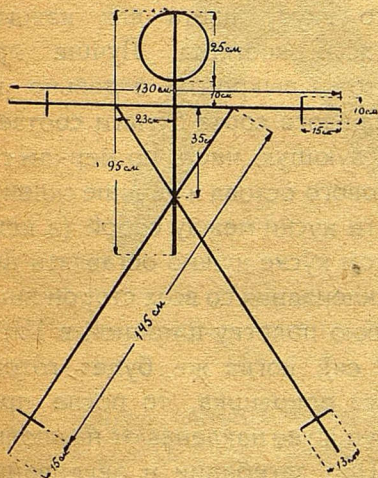


Рис. 22

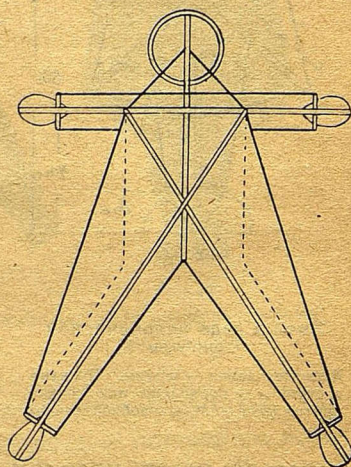


Рис. 23

Змей в виде человеческой фигуры

Слева обозначены только планки (рейки) и размеры их. Справа — жирные линии — шнуры. Кисти рук и ступни ног можно сделать из проволоки или тонких прутьев. Пунктир слева и справа — для разрисовки фигуры. Удельный вес змея 0,3—0,4 м.

делать скрепления на постоянно. Для изображения ладоней руки и ступней ног будет более красиво сделать из тонких прутьев или камыша овалы петли, как указано на рисунке, и привязать их по концам реек внизу и с боков.

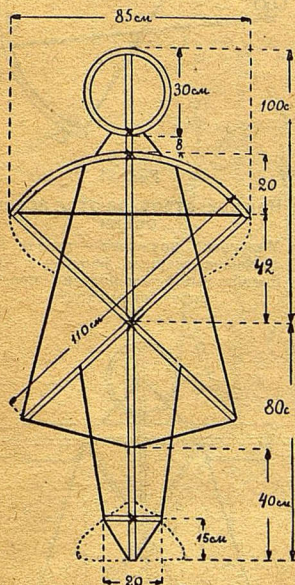


Рис. 24

Змей в виде человеческой фигуры

Жирные линии — шнуры. Пунктир в ступнях — проволока или тонкие прутья (это делать необязательно)

При протягивании шнуров надо наблюдать, чтобы они не нарушали бы положение частей остова; но все же они не должны быть натянуты слабо. Бумагу для покрывки можно брать разноцветную, выбирая по вкусу цвета для каждой части костюма. Лучше при этом, выкроить отдельно из каждого сорта бумаги соответствующую часть по меркам готового остова и раньше склеить эти куски между собой (в каждом куске нужно оставлять для склеивания со всех сторон лишнюю полоску шириной в $1\frac{1}{2}$ —2 см); когда же будет готова вся покрывка, то после просушки ее наклеивают на вполне готовый остов целиком. При загибании и оклеивании кривых контуров, в отгибных полосках надо делать разрезы почаще, чтобы такие кромки выходили бы поаккуратнее.

Как в змеях и других простых форм, здесь тоже обычно полезно коробить поверхность, стягивая шнуром поперечную рейку со стороны спины (если таких реек несколько, то верхнюю нужно стягивать больше,

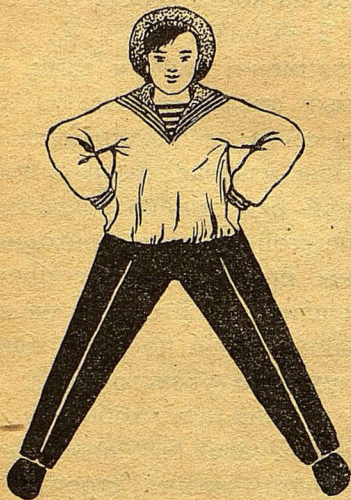


Рис. 25

Примерная разрисовка или цветная оклейка фигурных змеев

Матрос



Рис. 26

Пионерка

а среднюю меньше; внизу можно и не коробить). Также почти всегда будет полезен и хвост. В последнем хорошо применять еще парашютики (см. рис. 4), которые делаются из бумаги или легкой материи, склеиваемой или сшиваемой в виде конуса и скрепляемой с легким

обручем из тонкого прутика или проволоки; в зависимости от величины змея обручу дается диаметр от 15 до 25 см., а глубина — в полтора раза больше. Количество и расположение таких парашютиков определяется на опыте: если змей мало устойчив, их надо больше, а часто их лучше располагать не у самой змейковой поверхности, а на конце хвоста, в расстоянии, бóльшем длины змея в 3—5 раз.

Уздечки делаются применительно к тому, как и в простых четырехугольных змеях, — лучше из трех или четырех путей (в зависимости от конструкции остова). При этом важно: а) чтобы уздечка была симметрична относительно продольной оси змейковой поверхности; б) чтобы вершина натянутой уздечки приходилась бы отвесно выше середины продольной оси, примерно в расстоянии одной трети длины всей оси от ее верхнего края. В каждом отдельном случае полезно, однако, на практике испытывать уздечки разного рода, удлиняя или укорачивая, напр., нижний путь, чтобы угол встречи змейковой поверхности получался бы наивыгоднейший.

При достаточном опыте, можно строить змеи и несимметричной формы, но в них надо особенно тщательно подбирать уздечку и хвост. На рис. 27 и 28 изображен такой змей в виде парусного судна. Здесь интереснее и красивее спелать паруса не из бумаги, а из легкой ткани (напр., батиста), оставив их белыми, а корпус судна покрыть темной бумагой. Просветы между парусами и корпусом полезны не только в смысле красоты, но и для устойчивости, как окна. Уздечку здесь удобнее сделать четырехпутную: два пути от

верхней реи судна и еще два в пересечениях обоих мачт с палубой (на практике, однако, возможно, что одну сторону уздечки придется переместить от одной из мачт вбок, к носу или корме). Хвост в большинстве

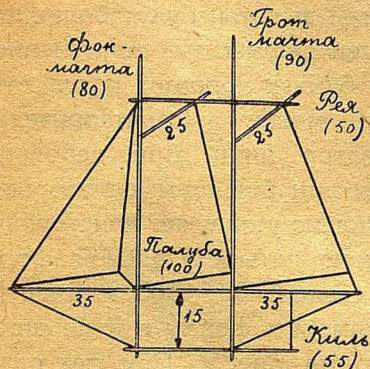


Рис. 27

Змей-кораблик

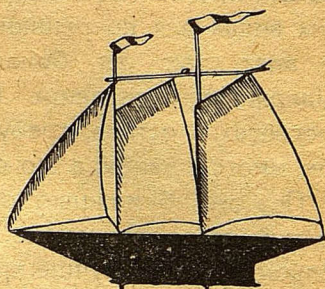


Рис. 28

Жирные линии — шнуры. Все цифры — длины в сантиметрах. Паруса лучше делать из тонкой белой материи

случаев будет необходим; его можно сделать из парашютиков, сшитых тоже из легкой материи.

* * *

Нечего и говорить, что фигурные змеи могут быть разнообразными до бесконечности. Зная основные приемы в устройстве остова и общие правила, которыми надо руководствоваться для обеспечения лётных качеств змея, каждый любитель может сам проявить здесь много творчества и фантазии. И, конечно, такая

работа, производимая в особенности группами любителей, когда всегда будет развиваться соревнование, не только весьма занимательна, но и полезна.

Однако, для целей узко-спортивных, при достижениях, например, наибольшей высоты, будут более подходящими змеи простейшей формы. Но применение в этих видах для покрышки бумаги хороших результатов не дает, так как бумага может удовлетворительно выдерживать давление ветра лишь при небольших просветах в остове, требуя при большом остове слишком много планок, а это сильно утяжеляет конструкцию.

Поэтому бумажные змеи четырехугольной формы поднимается обычно не свыше 400—500 метров. Для большей высоты лучше применять форму в виде шестиугольника, изображенного на рис. 9. При тех размерах, которые там указаны, этот змей имеет поверхность около 2 кв. метров и может быть поднят до высоты в 700—800 метров, при благоприятных условиях даже до 1.000 метров (около 1 версты). Сила тяги такого змея может быть достаточна для того, чтобы передвигать санки по снегу или льду, небольшую лодку по озеру или легкую тележку по шоссе.

Но в больших змеях, применяемых для более серьезных надобностей, покрышка делается исключительно из ткани. Из плоских змеев такого рода наиболее известен американский тип Эдди. По форме это тот же косоугольный четырехугольник, который описан в предыдущей главе (см. рис. 5); размеры же в таком случае даются обычно много больше: при планках, например, вдвое больших (200 см) получается площадь в

2 кв. метра (в четыре раза больше). Однако, при этом нужны некоторые изменения в конструкции.

В самой поверхности, симметрично по бокам продольной оси, делаются круглые окна, которые содействуют устойчивости, пропуская сильные порывы ветра насквозь (см. рис. 31). И с той же целью, — чтобы добиться

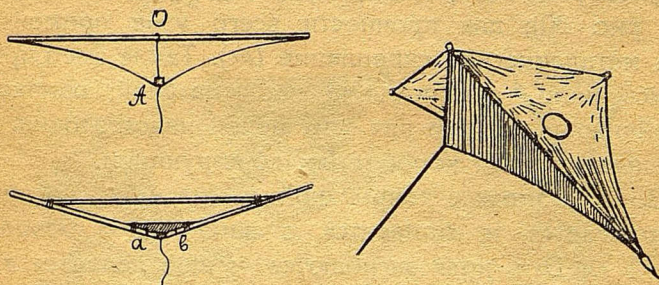


Рис. 29, 30 и 31

Некоторые варианты змеев, типа Эдди

Наверху слева — поперечник змея без жесткого скрепления обоих планок: *AO* — шнур, соединяющий продольную планку с серединой поперечной планки. **Ниже** — поперечный разрез крупного змея где вместо коробления поперечная рейка делается из двух под тупым углом; *ba* — металлическое крепление обеих половин. **Справа** — змей Эдди с мягким килем внутри двухпутной уздечки. Круглые отверстия в змейковой поверхности (окна) — для лучшей устойчивости

некоторой автоматичности в восстановлении нарушенного равновесия, — между вертикальной планкой и путами уздечки вшивается треугольный кусок той же материи, которая пошла на покрывку (рис. 31). Можно еще, вместо коробления змейковой поверхности, делать в ней продольный излом, соединяя покрывку с поперечной рейкой лишь в концах ее и оттягивая всю поверхность с вертикальной рейкой вперед (рис. 29); особый шнур (*AO*) соединяет при этом обе рейки, ограничивая оття-

гивание поверхности вперед и предохраняя поперечную рейку от изгиба.

Для самых крупных змеев Эдди, площадью от 3 до 4 кв. метров, (высота их будет от 250 до 300 см), нужна еще более усиленная конструкция. Поперечная рейка в них заменяется растянутым треугольником, в тупом угле которого пропускается продольная рейка (см. рис. 30); для прочности всего узла применяется еще металлическое скрепление (ав). Такие змеи применялись, напр., для подъема наблюдателей; однако, их устойчивость все же для этих целей недостаточна, значительно уступая коробчатым конструкциям.

Во всех змеях с крышкой из материи, последняя выкраивается и сшивается с запасами с боков на $1/2$ — 1 см. Эти края загибаются и шов делается в них после вложения шнура, образующего кант. В углах полезно делать из той же материи маленькие кармашки, снабженные еще петельками; в кармашки вставляются концы реек, в которые можно вбивать гвоздики с широкими шляпками, пропущенные через петельки.

В змеях Эдди крышка над поперечной рейкой должна быть хорошо натянута; для этого можно даже делать в материи складки (примерно от середины верхних кантов вниз к поперечной рейке). Наоборот, нижняя часть крышки может быть натянута слабо; в воздухе под давлением ветра здесь образуются впадины — карманы.

6. Змеи коробчатые

Коробчатые змея были введены впервые австралийским исследователем Харграв. Желая ограничить размеры змейковой поверхности и добиться большей устойчивости, он придумал разместить в одном змее две

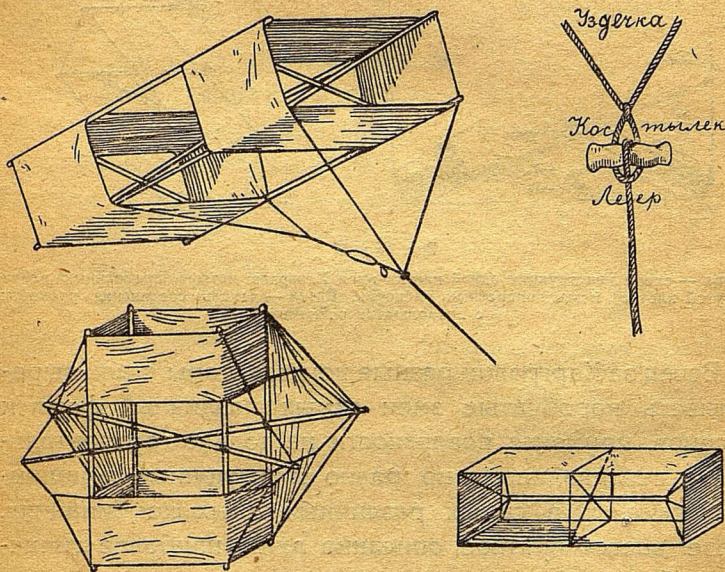


Рис. 32, 33, 34 и 35

Змеи конструкции Харгрэва

Наверху — обычный, с двумя распорками внизу коробки. **Внизу** — с крыльями от концов средних распорок, закрепленных еще растяжками. Сверху показано соединение узелочка с леером. **Справа внизу** — так называемая зонтичная конструкция одной клетки змея: одна рейка внутри клетки по оси ее, с четырьмя пальцами с каждой стороны во все углы клетки, и еще крест с обводом по середине

поверхности одна над другой, с боковыми вертикальными стенками между ними (последние автоматически восстанавливают утраченное равновесие поперечной оси, действуя подобно килю в воде). Такие коробки (только без дна и крышки) соединяются еще лучше попарно— для большей устойчивости в продольном отношении; змеи такого рода (см. рис. 32) и послужили прототипом для аэропланов бипланного расположения.

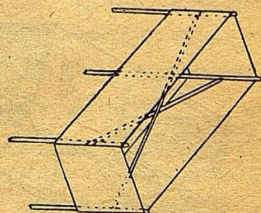
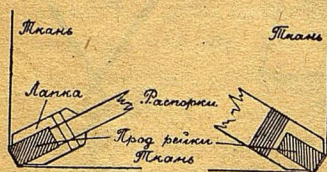


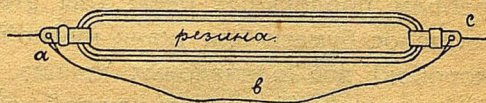
Рис. 36 и 37

Справа — схема конструкции одной клетки змея Харгрэва: четыре продольных рейки к другой клетке) и две поперечных распорки. **Слева** — деталь соединения распорок с продольными рейками

Вслед за Харгрэвом разные конструкторы стали вырабатывать коробчатые змеи самых различных форм и фасонов, применяя поверхности не только горизонтальные и вертикальные, но равно и наклонные и цилиндрические, и в самых различных иных комбинациях. Ниже дается краткое описание лишь наиболее типичным образцам.

Обычный змей Харгрэва состоит из двух одинаковых прямоугольных коробок, расположенных длинной стороной горизонтально, а короткой — вертикально (реже коробке дается поперечное сечение в виде квадрата).

Остов такого змея состоит из четырех продольных реек—по ребрам обеих коробок, и четырех реек поперечных—в виде двух крестов, распирающих каждую коробку по середине (при небольших размерах змея—около 1 м в высоту—рейки берутся с поперечным сечением в 8×8 мм или 12×5 мм). Соединение распорок с продольными рейками производится так, как указано на рис. 36:



или на конец распорки набиваются лапки, охватывающие собой рейку (изображено слева), либо,—если распорка достаточно широка сама,—в ее конце пропиливается паз, а самый конец, во избежание раскола, крепко обматывается шнуром (изображено справа).

Распорки по своей длине должны быть точно подогнаны с таким расчетом, чтобы они плотно держались внутри коробок; для воспрепятствования скольжения, на продольных рейках делают в соответствующих местах небольшие зарубки или же обмотки шнуром (с обеих сторон концов распорок).

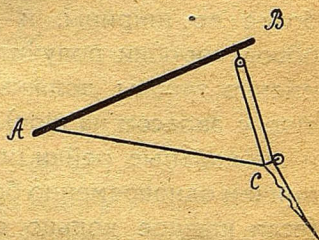


Рис. 38

Схема устройства эластичной уздечки

AC — полосовая резина, намотанная в двух захватках, соединенных предохранительным шнуром *b*,
AB — змейковая поверхность

Остов, сделанный таким образом, покрывается либо бумагой, либо—лучше—тканью. Отверстие между обоими коробками оставляется примерно такое же (по продоль-

ной оси), как и высота каждой коробки. В кромках обеих коробок натягивается шнур или тонкая проволока, причем они должны быть плотно обклеены покрышкой (если покрышка из ткани, то загнутая кромка прошивается, образуя рубец шириной в $1\frac{1}{2}$ —2 см). Покрышка должна быть прочно приклеена к наружным ребрам продольных реек. Для этого сначала делают из полос бумаги или ткани нужной ширины (по высоте коробок) два одинаковых кольца, склеивая и сшивая концы полос (при длине каждой коробки в 2— $2\frac{1}{2}$ раза более ее ширины, и при ширине, равной ее высоте, обвод коробки получится в 6—7 раз длиннее ее высоты; именно таковы должны быть по длине и обе полосы, еще с запасом на шов). Затем делается точная разметка и продольные рейки или планки приклеваются попарно, причем одновременно берутся те, которые лежат на-крест (если каждое кольцо сплюснуть, то эти рейки будут в самых концах). Обе коробки должны выйти строго прямоугольными и равными, иначе это отразится на устойчивости змея; для облегчения можно покрышку скреплять с рейками еще и гвоздиками или кнопками.

Уздечка к змею Харграва делается либо из двух путей (по продольной оси), либо из трех, либо из четырех (см. рис. 32). В нижние пути полезно вставлять куски резины.

Покрышку из бумаги можно применять при высоте змея до 1 метра (тогда высота и ширина коробок будет 30—35 см). При большей высоте надо брать ткань. Змеи этого типа, применяемые в метеорологии, делаются обычно высотой в 3— $3\frac{1}{2}$ метра, что дает площадь

змейковой поверхности от $4\frac{1}{2}$ до 6 кв. метров *). В таких конструкциях четырех продольных реек оказывается, конечно, недостаточно и потому добавляются еще две или четыре, причем последние для жесткости соединяются попарно поперечными рейками, вставляемыми

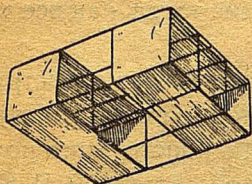


Рис. 39.

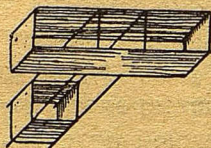


Рис. 40.

Некоторые варианты змеев харухва.

Слева — змей, принятый на германской змейковой станции в Линденберге (высота ок. 3 метр. 8 реек, усилен растяжками и алюминиевыми оковками в углах). — **Справа** — змей в виде аэроплана

в оба отверстия (верхнее и нижнее) каждой коробки, параллельно короткой стороне (см. рис. 39). Ради той же жесткости здесь применяются еще диагональные растяжки из стальной оцинкованной проволоки толщиной в 0,5—0,6 мм. Для прочности конструкции, в угловых соединениях делаются алюминиевые скрепления. В не-

*) Площадь змейковой поверхности коробчатых змеев определяется так: нижние горизонтальные поверхности учитываются полностью, а задние — лишь в половину или даже в одну треть. Этому соответствует уменьшение площади всех горизонтальных поверхностей на 25—35% (на $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{3}$).

которых конструкциях змеи Харгрava снабжаются и крыльями (см. рис. 34). С особыми фигурными крыльями характерны английская конструкция Коди и французская Саконнея. В Германии же применяется еще так называемая „зонтичная“ конструкция (рис. 35), в которой остов каждой коробки составляется из бамбучины, проходящей внутри — по оси коробки, и из четырех пальцев с каждой стороны ее к углам, тогда как все канты (ребра) обтянуты проволокой.

По типу змеев Харгрava в России был сконструирован для метеорологических целей змея с полуцилиндрической нижней поверхностью. Эта конструкция принадлежит известному работнику в этой области В. В. Кузнецову. Устройство такого змея ясно видно на рис. 41—42. Удельный вес змеев Кузнецова значительно меньше, чем с прямоугольными коробками: 0,3 — 0,4 кг, при площади рабочей змейковой поверхности от 2^{1/2} до 3^{1/2} кв. метров. Для метеорологических станций это упрощает всю матерьяльную часть, требуя в частности и леер более тонкий (проволока диаметром в 0,4 мм).

Другое изменение конструкции Харгрava заключается в том, что равнобокая коробка змея располагается в воздухе так, что все ее стороны (границы) держатся наклонно, а диагонали сквозного отверстия получают направление горизонтальное и вертикальное (см. рис. 43 и 44). Основание змейковой коробки получает таким образом вид квадрата, который, однако, часто превращают в ромб, растягивая фигуру горизонтально. В последнем случае уменьшается удельный вес змея. Но значительное сплющивание коробки тоже невыгодно,

так как ухудшает устойчивость. Практикой установлено, что хороший эффект получается при такой форме коробки, когда горизонтальная диагональ ее раза в

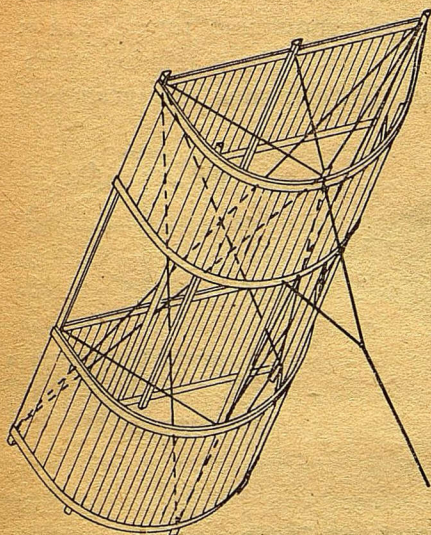


Рис. 41

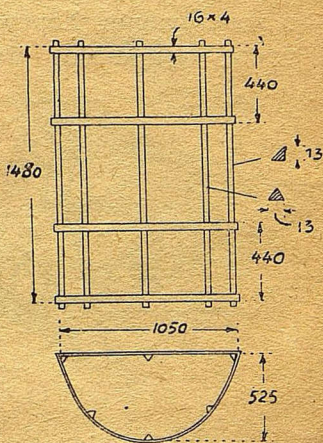


Рис. 42

Змеи русской конструкции В. В. Кузнецова

Применяется на метеорологических станциях в СССР. Остов состоит из шести продольных реек треугольного сечения и из восьми планок: 4—изогнутых в полукруглость и 4—прямых в спинной поверхности. Размеры указаны в миллиметрах

полтора больше вертикальной. Бóльшей устойчивостью обладают, конечно, змеи с двумя коробками, но применяются иногда и однокоробчатые.

Устройство последних змеев (конструкция Поттера) в общем совершенно такое же, как описано выше. Высота змея не должна быть меньше его ширины

(считая по горизонтальной диагонали); высота каждой коробки делается в $1\frac{1}{2}$ —2 раза меньше ширины каждой грани (стороны); а расстояние между обоими коробками должно быть несколько больше последней высоты. Остов и крышка делаются совершенно также, как и в конструкции Харгрэва. Вместо реек и планок здесь часто применяют бамбук. Поперечины выпускаются

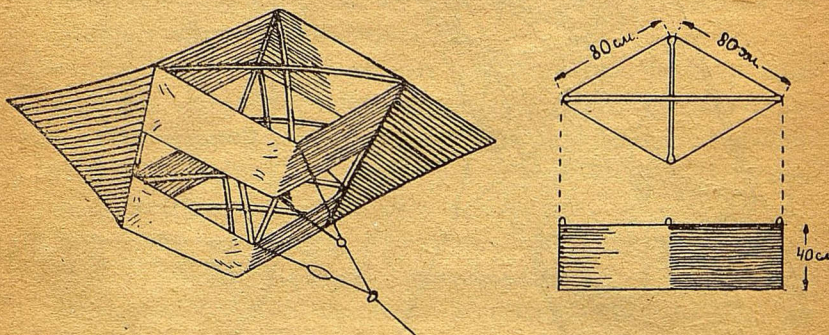


Рис. 43 и 44

Коробчатый змей типа Ленуар

(Принят в германском морском ведомстве). В каждой клетке по четыре распорки. Крылья с резиновыми тяжами. В нижнем пути уздечки—включена резина (или пружина). **Справа**—схема с примерными размерами для небольших таких змеев

иногда своими концами наружу и тогда к ним (к самым концам) крепятся растяжки, соединяющие противоположные части всей конструкции, обеспечивая этим нужную жесткость (тип Ленуар). Уздечку делают обычно из двух или трех пучков, причем нижний лучше делать эластичным.

Под именем „Диамант-драхен“ змей такой конструкции был введен после испытания 1902—04 г.г. в гер-

манском морском ведомстве. Только в нем добавлены еще боковые крылья на эластичных оттяжках (см. рис. —). Известный французский исследователь Лекорню успешно применял наклонное расположение поверхностей в решетчатой конструкции, перекошенной относительно продольной оси.

Еще одну разновидность внес конструктор Ко н и н: его коробки трехгранные, причем спинная грань горизонтальна, а две другие наклонно свешиваются вниз (см. рис. 45). Здесь оригинально то, что вся конструкция не требует жесткости, так как передняя рейка, к которой крепится уздечка, оттягивается и держит нужную форму автоматически давлением ветра. Единственная поперечная рейка, увязываемая под верхней коробкой в спине, своими выпущенными концами дает опору крыльям.

Среди многочисленных вариантов последней конструкции можно назвать змеи военного летчика Улья н и н а, применявшиеся в русской армии; они состоят из двух таких змеев, как на рис. 45, составленных длинной стороной, и тоже с крыльями по бокам. Достоинство этого типа — удобство в обращении и легкость сборки и разборки (с отнятием поперечной рейки весь

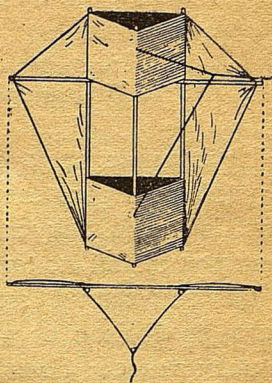


Рис. 45

Змей конструкции Конин

Остов состоит из трех продольных реек и одной поперечины для крыльев. Два таких змея, спаренных в один, дают русскую конструкцию Ульянина

змей сматывается в трубку). Но в лётном отношении они уступают конструкции Харграва.

Вообще же змеи коробчатые стоят значительно выше плоских и для практического применения рекомендуется пользоваться только ими.

7. Пускание воздушных змеев

Небольшие змеи можно пускать и одному человеку, но удобнее иметь всегда помощника; змеи коробчатые, в особенности запускаемые группами, должны обслуживаться целой командой, специально обученной.

Для запуска змея нужно подыскать подходящее место, свободное от препятствий (деревья, строения) и по возможности ровное. Змей, вполне снаряженный и с прикрепленным к нему леером, должен быть отнесен шагов на 15—20 в направлении по ветру и там его должен держать помощник, поставив или удерживая над собой в вертикальном положении, с хвостом, разложенным по земле тоже в направлении по ветру. При подходящем порыве ветра пускающий змей, держа леер натянутым, командует „пускай“, и вместе с тем сам бежит на ветер. Лишь только змей взлетит, леер разматывают, приостанавливая это делать тогда, когда тяга будет слабеть.

Простейшие развлечения при пускании бумажных змеев заключаются в устройстве трещеток и в отправлении в воздух по лееру кое-каких легких предметов.

Трещетки делаются на спинной стороне змейковой поверхности: на поперечный шнур, коробящий змей, наклеивается кусочек бумаги в виде сегмента или прямоугольника с закругленными углами (см. рис. 4). Свободно вращаясь вокруг шнура, такая полоска приходит от ветра в быстрое колебательное движение и производит трескотню, слышимую на земле подобно рокоту. Такие трещетки можно устраивать, конечно, при змеях любой формы.

Из разных отправлений в воздух по лееру простейшими будут так называемые телеграммы—квадратные или круглые кусочки бумаги, лучше цветной, в середине которых делается небольшое ровное отверстие, с прорезью к краю; через эту прорезь „телеграмма“ надевается на леер и затем силой ветра она угоняется вверх до самой уздечки. При змеях бóльших размеров можно отправлять вверх бумажные „фунтики“, на подобие тех парашютиков, которые рекомендованы выше для устройства хвостов змеев (см. рис. 4). С помощью легкого кольца, металлического или костяного, надеваемого на леер, такие парашютики могут тоже подниматься вверх. Для бóльшей занимательности, отправляемым „фунтикам“ дают еще фигурные изображения в виде, напр., драконов, рыб, ящериц, крокодилов и т. п.; в эти фигурки, разрисованные и склеенные примерно по форме конусов из двух половинок, тоже обязательно вставляются небольшие обручи из камыша или ивы (во рту фигурок).

При змеях, имеющих бóльшую тягу и подъемную силу, можно отправлять в воздух по лееру маленькие

„каретки“ (напр., из спичечных коробков или из бересты), оснащенные несколькими парашютиками или парусом. Здесь тоже самое широкое поле для проявления изобретательности и фантазии. Если при заборе змеем высоты ввязывать в леер — по мере его распускания — маленькие костыльки (толщиной, напр., в карандаш), то можно устроить целую гирлянду плавающих в воздухе фигурок, из коих каждая, поднимаясь вверх, будет застопориваться на костыльке своим кольцом; делать это надо, конечно, последовательно (т. е. каждую фигурку или каретку пускать в воздух перед самым привязыванием следующего костылька), а самые костыльки закреплять в петельки, делаемые в леере не нарушая его целости. При вечерних или ночных подъемах змеев можно поднимать таким же образом зажженные фонарики, давая им, — для избежания возгорания при раскачивании, — лучше шарообразную форму.

Змеи коробчатого типа способны поднимать нагрузку, которую можно использовать для практических целей: фото-аппараты — для съемки местности, метеорологические приборы — для исследования атмосферы и легкие корзины с наблюдателями — для службы наблюдения в военном и морском деле. Работа такого рода представляется уже более сложной, в особенности если требуется большая грузоподъемность или большая высота. Не касаясь технической и матерьяльной стороны этого дела (для чего здесь нет места), следует указать, однако, на некоторые общепринятые нормы.

Подобно тому, как и с бумажными змеями можно развлекаться двояко — либо привязывая разные фигурки

непосредственно к лееру или к хвосту змея, либо пуская такие же предметы вверх по лееру под давлением ветра на паруса или „фунтики“ — подобно этому для практического использования больших змеев есть тоже два пути: 1) поднимать нужную полезную нагрузку вместе с самим змеем, закрепляя ее так или иначе на леере; 2) использовать леер змея, уже находящегося в воздухе, как рельс, по которому ветер может угнать вверх, — как и детскую „телеграмму“, — каретку с любым прибором или даже легкую корзину с наблюдателем. Первый из этих путей менее практичен потому, что все маневрирование в нем много сложнее, так как при необходимости опустить на землю поднятый прибор или наблюдателя надо спустить весь змей. Поэтому второй способ, в коем поднимание и опускание полезной нагрузки производится независимо от маневрирования со змеями, применяется гораздо чаще.

Надо отметить еще два других вопроса, в которых серьезное использование змеев сопряжено с такими осложнениями, отсутствующими в простом змейковом спорте.

Для достижения большей высоты и грузоподъемности пришлось, разумеется, увеличивать площадь змейковой поверхности. При первых подъемах людей сооружались, например, коробчатые змеи с поверхностью от 20 до 40 кв. метров (таковы были змеи Детабль, Лэмсон, Бэлль и др.). Нечего и говорить, что такие колоссальные аппараты, неуступающие по площади поверхности современным аэропланам или планерам, были крайне громоздки и неудобны в обращении; кроме

того, при неровном ветре и болтовне в воздухе один змей не обладает достаточной устойчивостью, что может грозить целости поднятой нагрузки, если змей вдруг „козырнет“. Поэтому практика установила применение нескольких змеев, преимущественно с площадью в каждом от 4 до 10 кв. метров (высотой в 2—3 метра).

Такие змейковые группы, именуемые поездами, состояются различно (см. рис 46); 1) каждый змей на особом тросе прикрепляется к концу леера (здесь то неудобство, что в воздухе тросы трутся один о другой, а змеи могут приходиться в столкновение); 2) змеи прикрепляются своими отдельными тросами к разным точкам леера, в расстоянии от 10 до 50 метров один от другого (при этом способе несколько затруднено запускание); 3) леер проходит через все змеи насквозь: при отсутствии лишнего веса от добавочных тросов этот способ наиболее экономичный. Во всех этих случаях надо особенно тщательно снарядить первый головной змей (пилот), который ведет за собой весь поезд; он крепится на более длинном тросе—от 40 до 75 метров, чтобы быть вне сферы завихрений, получающихся по соседству с другими змеями. Для удобства обращения с поездами, присоединения к лееру добавочных тросов (если такие есть), равно как к последним змейковым уздечкам, — делаются с помощью петелек и костыльков (см. рис. 33).

Вторым вопросом, в котором тоже требуется дополнительное оборудование, является вопрос об удержании змейкового леера на земле. Пуская змей с рук, можно добиться высоты до 1.500 метров. При запускии-же

на большую высоту, или применяя крупные змеи даже в низших слоях, нужно иметь хотя-бы простейшее приспособление для разматывания и наматывания леера. Образец такой простой лебедки, работающей вручную, изображен на рис. 48; на рис. 49 приведена лебедка, применявшаяся в России на метеорологических змейковых станциях. Более совершенные лебедки механические.

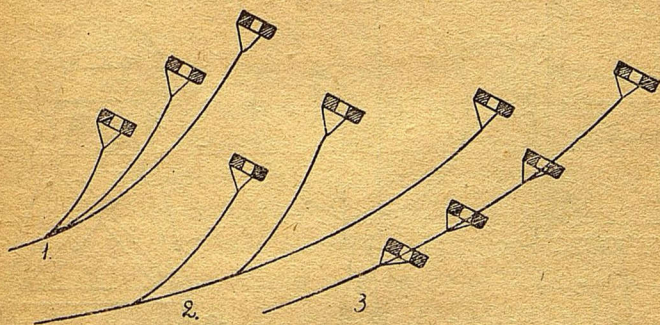


Рис. 46

Разные способы пуска змейковых поездов

- 1) На вспомогательных тросах разной длины из одной точки леера. 2) Параллельным соединением. 3) Соединением последовательно

Для производства подъема фото-аппарата или наблюдателя запускают обычно поезд из змеев в количестве от 3 до 6—8 (в зависимости от величины змеев и от силы ветра). Когда змеи поднимутся на высоту в несколько сот метров, к главному лееру подвешивается на роликах особая подвеска, имеющая свой добавочный леер, скрепленный еще с 1—2—4 змеями. Последние и увлекают подвеску с фото-аппаратом или с наблю-

дателем в корзине вверх; при этом высота подъема подвески может регулироваться с земли с помощью боковых оттяжек, а наблюдатель имеет еще возможность застопоривать свое положение на месте. Опасным для наблюдателя может быть разрыв леера лишь между его корзиной и ближним к нему или следующим змеем;

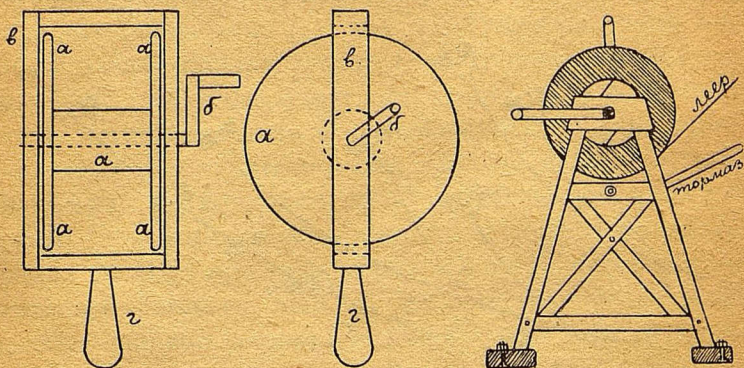


Рис. 47 и 48

Приспособления для пуска змеев

Слева — ручная катушка. Справа — простейшая деревянная лебедка, на барабан которой наматывается металлический леер

разрыв же ниже корзины неопасен, так как тогда змеи опускаются плавно, парашютируя.

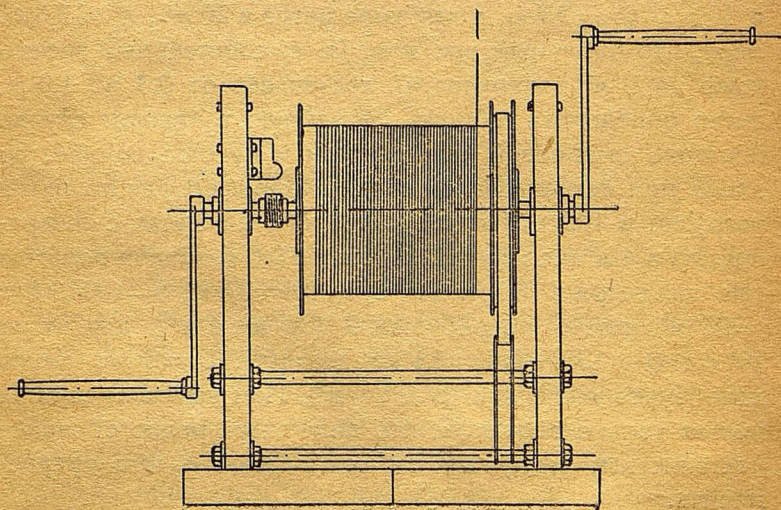
Помимо этого способа, для подъема фото-аппарата иногда применяется еще особая каретка с парусом, который автоматически складывается, когда вся система дойдет вверх до предназначенной для сего задержки, одновременно с чем автоматически же щелкает и затвор аппарата, производя снимок (здесь нет надобности

в добавочном леере). Способы подвески фото-аппаратов могут быть самые различные.

Определение количества змеев, нужных для подъема данной нагрузки, производится грубо, по основной формуле равновесия змея в воздухе: $V=5\sqrt{Q:S}$ (см. стр. 14). Из этой формулы следует: $Q=SV^2:25=0,04SV^2$; а если $S=1$, то $Q_1=0,04V^2$. Это значит, что общий вес змея с нагрузкой (в кг), приходящийся на 1 кв. метр поверхности змея, равен 0,04 от квадрата скорости ветра (в метрах в секунду, м/с). Это при угле встречи змейковой поверхности в 20° (см. стр. 14). При уменьшении же угла встречи до 15° , что всегда может быть в воздухе, значение Q уменьшится примерно на 15% и в грубом приближении прежняя формула примет такой вид: $Q_1=0,034V^2=1/30V^2$. При ветре силой, напр., в 10 м/с, $Q_1=3,4$ кг, а при силе ветра в 20 м/с, $Q=13,6$ кг. Зная, что удельный вес змея (т. е. собственный вес его тоже на 1 м² поверхности), составляет от 0,3 до 1,0 кг, легко определить общую потребную в каждом случае площадь змейковой поверхности и нужное количество змеев при ветрах разной силы. Например, для поднятия нагрузки в 100 кг (вместе с леером) на змеях с поверхностью в 4 м² и с удельным весом в 0,6 кг задача решится так: для ветра в 10 м/с: $Q_1=3,4-0,6=2,8$ кг; $S=100:2,8=36$ м², змеев потребуется 9 (36 м²: 4 м²); для ветра 20 м/с: $Q=13,6-0,6=13$ кг; $S=100:13=8$ м²; змеев надо будет всего два (8 м²: 4 м²). При таких подсчетах нельзя только забывать, что сила ветра редко обладает постоянством и лучше ее взять меньше, чем преувеличить.

* * *

Маневрирование с змейковыми поездами — это не составляет предмета рассмотрения в настоящей книжке — много сложнее запускания отдельных змеев. Тем не менее думается, что молодежь, серьезно заинтересовавшаяся змейковым спортом, не остановится перед теми осложнениями, которые существуют в этом деле, а пройдя предварительную школу легко сумеет их одолеть. Существование всевозможных спортивных организаций, как школьных, так и общественных, эту задачу сильно облегчает. А для первоначального практического ознакомления с воздухом и с лётным делом воздушные змеи представляют собою, конечно, средство самое простое и самое доступное.



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Для чего нужны воздушные змеи	3
2. Как змей летает	8
3. Лётные качества змеев	15
4. Простейшие бумажные змеи	21
5. Плоские фигурные змеи	31
6. Змеи коробчатые.	45
7. Пускание воздушных змеев	54

Д Л Я У М Е Л Ы Х Р У К

Изготовление простыми средствами приборов для наблюдения природы, для собирания коллекций и для всевозможных полезных домашних и школьных работ, рассчитанных на самодеятельность

1. Самодельный Токарный станок и работа на нем. С 56 рис. Ц. 30 к.
2. Самодельная Астрономическая труба из очковых стекол. С 30 рис. Ц. 45 коп.
3. Метеорологическая станция любителя. С 31 рис. и 4 отдельн. таблицами. Ц. 35 коп.
4. Как самому построить Динамо-машину. С 52 рис. Ц. 40 к.
5. Самодельный Витаскоп и водяной микроскоп. С 13 рис. Ц. 25 к.
6. Стереоскоп, его устройство и изготовление собственными средствами. С 11 рис. в тексте и с прилож. 4-х картинок для стереоскопа. Ц. 25 к.
7. Как самому построить Радиоприемник. С 22 рис. Ц. 35 к.
8. Физика на спичках. С 19 рис. Ц. 35 к.
9. Как самому построить Солнечный телеграф. С 26 рис. Ц. 35 к.
10. Радиотелефонная трубка. С 6 рис. Ц. 15 к.
11. Как самому построить Телефон. С 33 рис. Ц. 35 к.
12. Байдарка, как ее сделать и как ею управлять. С 18 рис. Ц. 35 к.
13. Кристаллические детекторы в обиходе радиолюбителя. С 20 рис. Ц. 40 коп.
14. Мастерская юного техника. С 64 рис. Ц. 35 коп.

ПОДРОБНЫЕ КАТАЛОГИ БЕСПЛАТНО

НАУЧНОЕ КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО

Ленинград, Пр. Володарского, 25, кв. 1. Тел. 1-52-15

Москва, Ул. Герцена, 31. Тел. 4-39-73



~~Др. 1569~~

~~21044~~

~~НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
ДОМА ДЕТЕЙ И ЮВЕНТ
ДЕТГИЗА~~

180=

Цена 40 коп.

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ЖУРНАЛ

ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

„В МАСТЕРСКОЙ ПРИРОДЫ“

Выходит иллюстрированными выпусками 6 раз в год и содержит богатый материал для любителя природы, экскурсанта, пионера, школьника, преподавателя и лектора

ПРОСПЕКТ и КАТАЛОГ БЕСПЛАТНО

ПОДПИСНАЯ ПЛАТА:

ШЕСТЬ НОМЕРОВ — 2 руб. 50 коп.
с пересылкой и доставкой

ПОДПИСКА В ГЛАВНОЙ КОНТОРЕ:

Ленинград, просп. Володарского, д. № 25, кв. 1
Телефон № 1-52-15

Представительство в Москве:
ул. Герцена, д. № 31. Телефоны №№ 3-35-00 и 4-39-73
