

В.А. Заворотов

От идеи до модели

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-053.2
ББК 74.27
В11

В11 **В.А. Заверотов**
От идеи до модели / В.А. Заверотов – М.: Книга по Требованию, 2023. – 161 с.

ISBN 978-5-458-32090-0

Техническое творчество молодёжи. В книге приведены конструкции, которые легко изготовить в домашних условиях.

ISBN 978-5-458-32090-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

идея, которая дальше будет обрастать, как снежный ком, новыми идеями, предложениями, задумками. Вот почему, открывая эту книгу, мы приглашаем вас поработать руками и головой. Модели придется не просто сделать, но и испытать. Много трудностей предстоит вам преодолеть, прежде чем модель получится совершенной и красивой. Ведь для этого нужно увязать многие размеры, досконально разобраться и использовать в выгодную сторону те или иные физические закономерности, отработать технологию и многое другое.

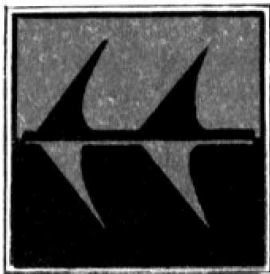
Технология изготовления практически всех моделей довольно проста и в большинстве случаев не предусматривает обработки деталей на станке, прессования или штамповки, сложной доводки и полирования. Это позволит вам мастерить понравившиеся модели в домашних условиях. Однако не советуем вам пренебрегать работой в коллективах ваших сверстников. Дворцы пионеров и школьников, станции и клубы юных техников, школьные кружки широко открывают двери для всех желающих. Там вы всегда получите ответы на интересные вопросы, консультации по различным направлениям технического творчества, квалифицированную помощь. Более того, там можно провести интересные соревнования с изготовленными моделями, обсудить качество их изготовления, обменяться опытом с такими же любителями техники.

И последний совет — взяв в руки книгу, смело действуйте, независимо от того, сколько вам исполнилось лет. Всегда помните слова академика А. Ф. Иоффе: «Чтобы не остаться позади, есть только одно средство — идти вперед!»

Итак, смелее беритесь за дело, дорогие друзья! И если изготовленные вами конструкции начали двигаться, если вы получили радость от своего труда, научились разбираться в материалах и работать простейшими инструментами, — можно считать, что книга выполнила свою задачу. Вслед за первым успехом наверняка последуют и другие. И тогда вы заметите, что и учиться в школе стало гораздо легче, ведь вместе с азами технического творчества расширился ваш кругозор, быстрее познается то, что очень трудно дается без практики.

Остается пожелать, что ознакомление с книгой привьет вам стойкий интерес к технике и заложит основы стремления к более глубокому ее изучению, а быть может — к выбору будущей профессии.

Итак, в путешествие... Доброго вам пути в необъятный мир техники.



I. АВИАЦИЯ НА ПРИВЯЗИ

Кто из вас не хотел бы запустить воздушного змея? Но знаете ли вы, когда они появились, какие бывают?

Первый воздушный змей поднялся в небо несколько десятков веков назад. В то время вряд ли кто мог объяснить, почему он взлетает и какие силы на него действуют в полете.

Долгое время змеи использовались только для забавы и развлечений. В странах Юго-Восточной Азии, например, устраивались битвы воздушных змеев. В небо запускали двух змеев, предварительно смазав клеем и посыпав толченым стеклом бечевки, удерживающие их на привязи. Победителем считался тот, кому первому удавалось перепилить бечевку противника.

Применение змеев для научных наблюдений началось около 200 лет назад. Пионерами в этом деле были американский физик Б. Франклин и русские ученые М. В. Ломоносов и Г. В. Рихман. Опыты с воздушными змеями помогли им доказать электрическое происхождение молнии, установить наличие положительного и отрицательного зарядов, проверить идею молниеотвода.

А в конце XIX в. большие коробчатые змеи послужили прообразами первых конструкций летательных аппаратов тяжелее воздуха А. Ф. Можайского, братьев Райт. В это же время воздушные змеи стали широко использовать для метеорологических исследований. С их помощью ученые поднимали самопишущие приборы на высоту нескольких сот метров и измеряли там скорость ветра, температуру и влажность воздуха, атмосферное давление.

И в наши дни интерес к воздушным змеям не потерян. Творческая мысль изобретателей многих стран рождает все новые и новые конструкции воздушных змеев: плоских и коробчатых, надувных и роторных. Среди тех змеев, с которыми вы познакомитесь, нет двух одинаковых — все они отличаются друг от друга внешним видом, летными качествами или технологией изготовления.

Немного теории

Почему взлетает воздушный змей? Ответить на этот вопрос поможет упрощенный чертеж (рис. 1). Пусть линия AB изображает разрез плоского змея. Предположим, что змей взлетает справа налево под углом α к горизонту или набегающему потоку ветра. Рассмотрим, какие силы действуют на модель в полете. На взлете плотная масса воздуха препятствует движению змея, другими словами, оказывает на него некоторое давление. Обозначим силу давления $\vec{F}_1$. Теперь построим так называемый параллелограмм сил и разложим силу $\vec{F}_1$ на

две составляющие — $\vec{F}_2$ и $\vec{F}_3$. Сила $\vec{F}_2$ толкает змей от нас, а это значит, что при подъеме она снижает его первоначальную горизонтальную скорость. Следовательно, это сила сопротивления. Другая сила $\vec{F}_3$ увлекает змей вверх, поэтому назовем ее подъемной.

Итак, мы определили, что на воздушный змей действуют две силы: сила сопротивления $\vec{F}_2$ и подъемная сила $\vec{F}_3$. Поднимая модель в воздух (буксируя ее за леер), мы как бы искусственно увеличиваем силу давления на поверхность змея, т. е. силу $\vec{F}_1$. И чем быстрее мы разбегаемся, тем больше становится эта сила. Но сила $\vec{F}_1$, как вы уже знаете, раскладывается на две составляющие: $\vec{F}_2$ и $\vec{F}_3$. Масса модели постоянна, а действию силы $\vec{F}_2$ препятствует леер. Значит, увеличивается подъемная сила — змей взлетает.

Известно, что скорость ветра с высотой возрастает, ведь чем выше от земли, тем меньше предметов, которые препятствовали бы его движению. Вот почему при запуске стараются поднять змей на такую высоту, где ветер мог бы его поддерживать.

В полете змей всегда находится под определенным углом к направлению ветра. Понять это поможет простой опыт. Возьмите прямоугольный лист картона (рис. 2). Точно по центру прикрепите его к оси OO . Предположим, что лист вращается вокруг оси без трения и в любом положении находится в состоянии равновесия. Допустим также, что ветер дует с постоянной силой перпендикулярно плоскости листа. В этом случае он не может повернуть лист вокруг оси OO , поскольку действие его распределяется равномерно на весь лист. Теперь попробуйте установить лист под некоторым углом к ветру. Вы увидите, как воздушный поток тотчас возвратит его в первоначальное положение, т. е. поставит под прямым углом к направлению своего действия. Это значит, что из двух равных частей листа, разделенных осью OO , большее давление испытывает та часть, которая наклонена в сторону ветра. Поэтому, чтобы плоскость листа оставалась в наклонном положении, нужно поднять ось вращения OO . Чем меньше угол наклона листа, тем выше нужно передвинуть ось. Так определяется центр давления. А сила ветра, поддерживающая плоскость в наклонном положении, — это подъемная сила, приложенная в центре давления. Но угол наклона змея не остается постоянным: ведь ветер никогда не дует с одной и той же скоростью.

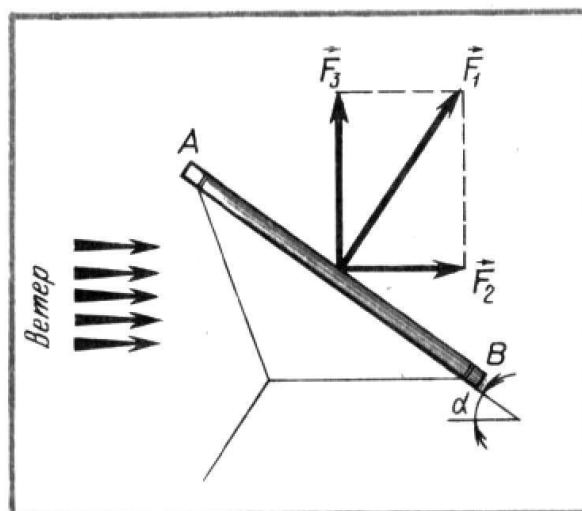


Рис. 1. Разрез плоского змея и силы, действующие на него.

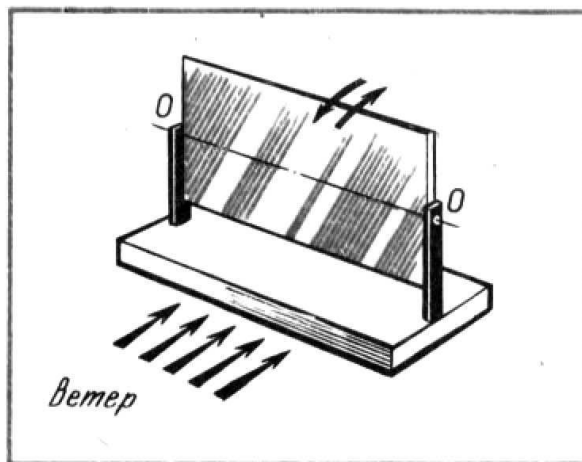


Рис. 2. Опыт, демонстрирующий возникновение подъемной силы.

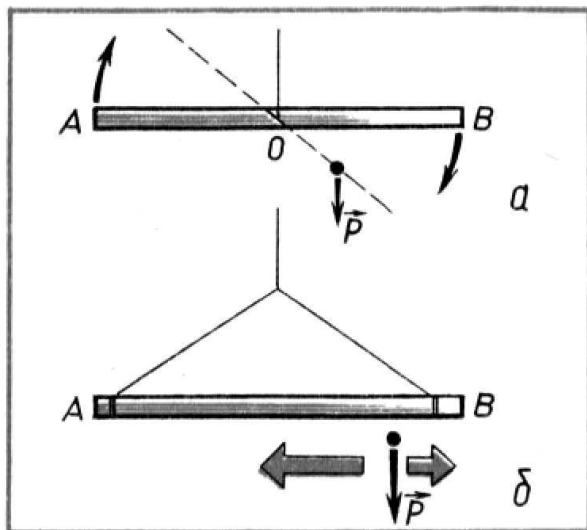


Рис. 3. Опыты, показывающие неустойчивое (а) и устойчивое (б) закрепление палочки (змея) к уздечке.

Вот почему, если бы мы привязали к змею бечевку (далее ее будем называть леером) в одной точке, например в точке совпадения центра давления и центра тяжести, он начал бы кувыркаться в воздухе. Как вы уже поняли, положение центра давления зависит от угла α , и при порывистом ветре эта точка постоянно смещается. Поэтому, чтобы сделать модель более устойчивой, между ней и леером привязывают уздечку из двух-трех и более бечевок.

Прodelайте еще один опыт. Возьмите палочку AB (рис. 3, а). Пусть она символизирует сечение плоского змея. Подвесьте ее за нитку в центре так, чтобы она приняла горизонтальное положение. Затем прикрепите недалеко от центра тяжести O грузик. Действующий с силой $\vec{R}$, имитирующий центр давления.

Палочка сразу же потеряет равновесие и примет почти вертикальное положение. А теперь попробуем эту палочку подвесить на двух нитках, как показано на рис. 3, б, и снова привяжем к ней тот же грузик: палочка будет сохранять равновесие независимо от положения грузика. Этот пример наглядно демонстрирует роль уздечек, которые позволяют центру давления свободно перемещаться, не нарушая равновесия.

На примерах нескольких простейших моделей легко уяснить положения, объясняющие полет воздушных змеев. Описание конструкций этих моделей дано ниже. Одни из них можно изготовить за час-два, а другие — всего за несколько минут. Такие змеи хорошо летают и не требуют сложного управления. Итак, сначала...

Бумажные птички

Опыт многих исследователей показывает, что змеи с изогнутой поверхностью обладают большей подъемной силой и устойчивостью, чем такие же по размеру, но плоские. Познакомимся с простейшими конструкциями таких змеев, удивительно похожих на маленьких птичек (рис. 4, 5 и 6). Они хорошо летают, демонстрируя в полете отличную устойчивость. Всего за две-три минуты можно вырезать любой из таких змеев. Исходный материал: плотная бумага, тонкий картон, пластмассовая или металлическая фольга в виде прямоугольника (соотношение сторон 4:5). Согните из листа «птичку». Затем прикрепите к ее корпусу в одном или двух местах уздечку — и змей готов. Таким способом можно делать змеев любых размеров — все зависит лишь от прочности материала.

Следующая конструкция (рис. 7) также чем-то напоминает предыдущие. Только этому змею дополнительную прочность придает каркас, собранный из сосновых или еловых палочек, а также замкнутые в полукольцо крылья. Для обшивки каркаса советуем использовать ткань: шелк, саржу, тонкое полотно. Желющие могут поэкспериментировать с двух- или трехкрылой конструкцией.

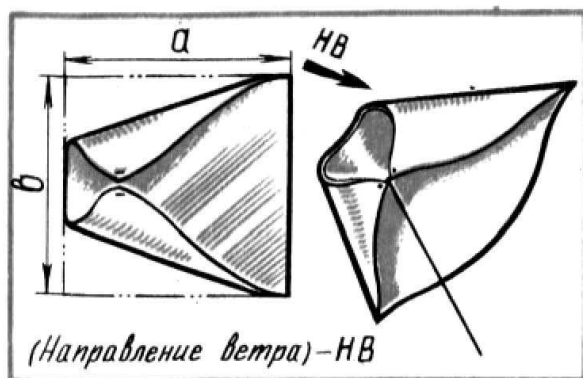


Рис. 4.

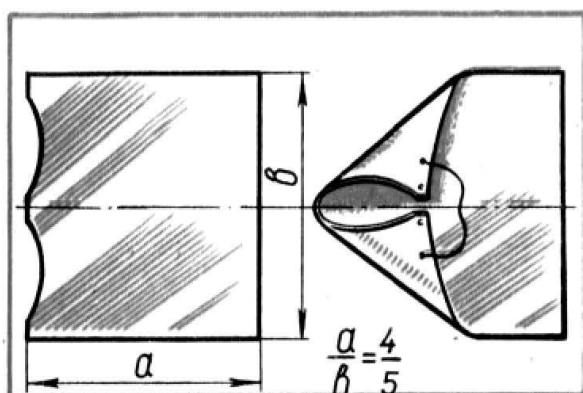


Рис. 5.

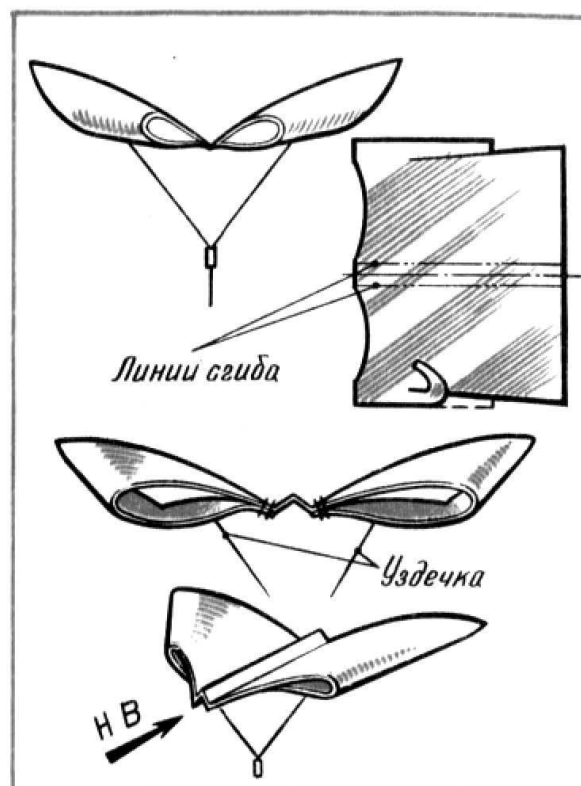


Рис. 6.

Рис. 4—6. Простейший воздушный змей из плотной бумаги, тонкого картона или фольги.

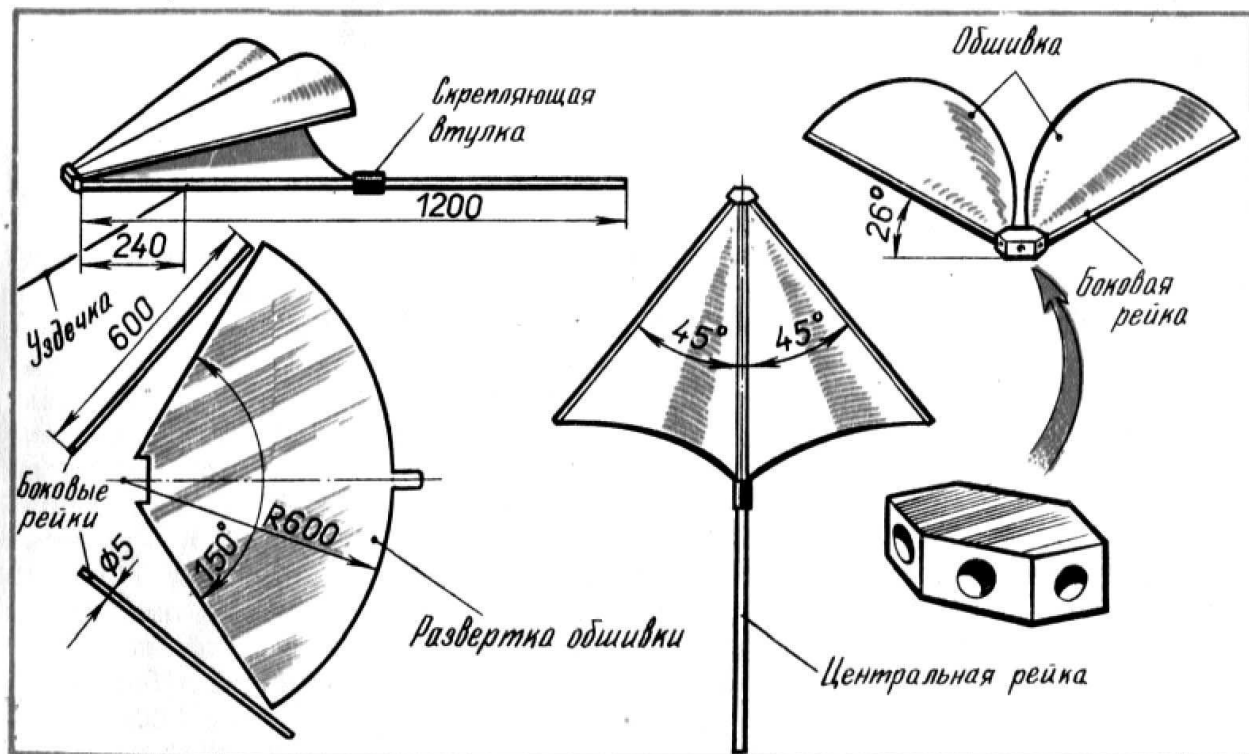


Рис. 7. Воздушный змей-дельтаплан.

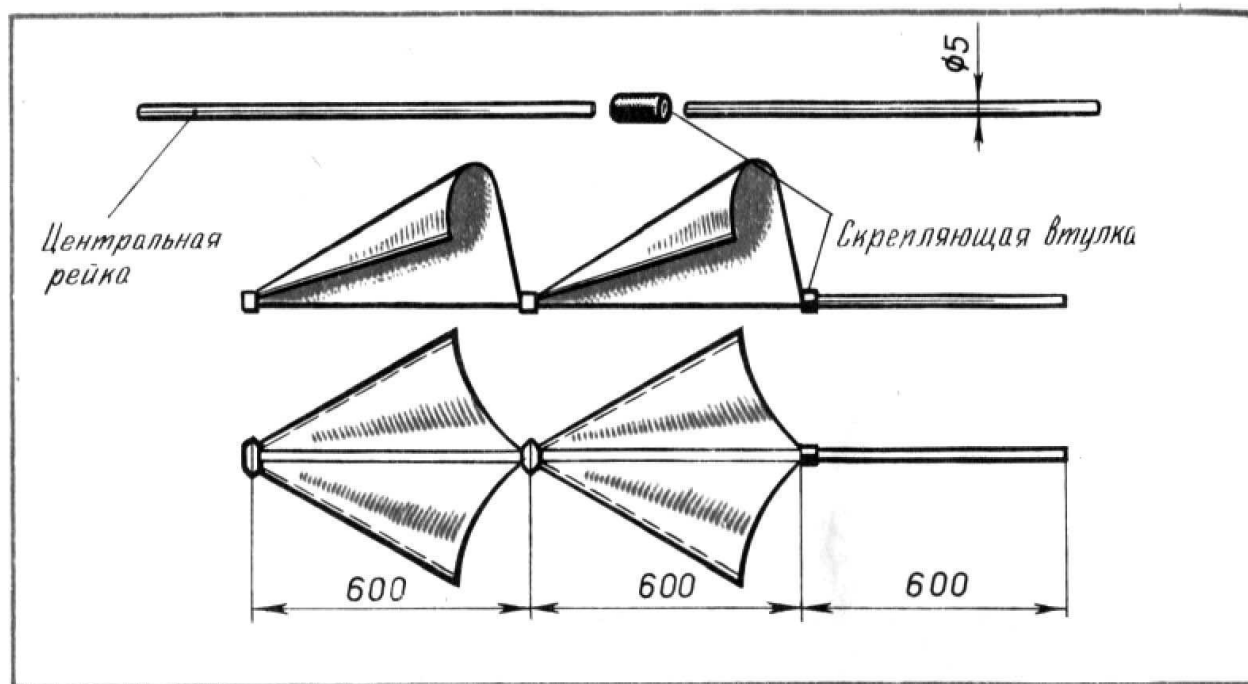


Рис. 8. Двукрылый змей-дельтаплан.

На длинном стержне, составленном из нескольких реек, скрепленных соединительными втулками, прикрепите несколько геометрически подобранных крыльев — тогда получится очень забавный змей-дельтаплан (рис. 8).

Любой из змеев этой конструкции можно запускать в больших комнатах, лучше в длинных и высоких коридорах. Обязательное условие: запускающий должен перемещаться с постоянной скоростью.

Плоские змеи

В этом разделе вы познакомитесь с несколькими конструкциями плоских бесхвостых змеев.

На рисунке 9 показан плоский воздушный змей, сконструированный канадским метеорологом П. Эди. Это четырехугольник с попарно равными сторонами, напоминающий параллелограмм. Такая фигура получается, если сложить основаниями два треугольника, из которых один, ABD — равносторонний, а другой, ABC — равнобедренный, причем $AB:CD$ как 4:5. Вершины A и B стянуты металлической струной или толстой рыболовной леской, чуть меньшей длины, чем сторона AB . Поэтому поверхность змея слегка выгнута. Концы реек скреплены еще одной струной, проходящей через вершины четырехугольника. Уздечка прикреплена в точках O и D , а ткань (обшивка) натянута в верхней части, где образует две небольшие складки. Под действием ветра змей выгибается и приобретает форму тупого клина. В полете его передние кромки как бы отбрасывают набегающий поток воздуха в обе стороны, поэтому змей довольно устойчив.

При очень сильном, порывистом ветре змей теряет устойчивость. Объясняется это тем, что срыв потока воздуха за передней кромкой змея приводит к образованию завихрений над его поверхностью. Стабилизировать положение змея в полете позволяют два треугольных окна в его обшивке (рис. 10). Набегаю-

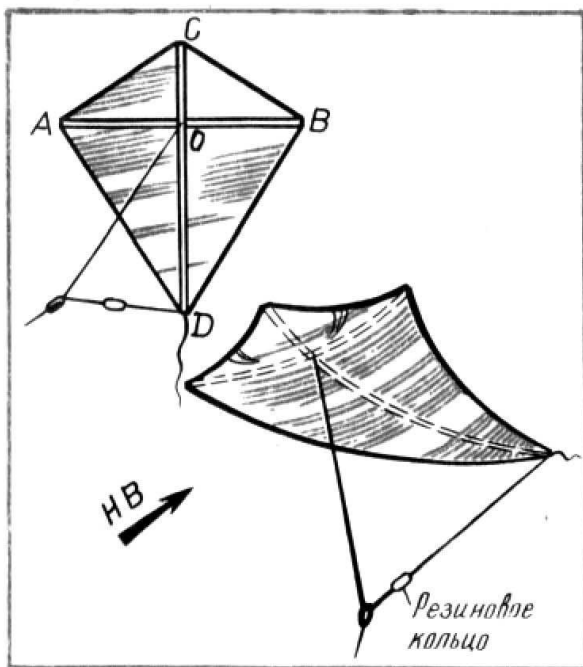


Рис. 9. Воздушный змей П. Эди.

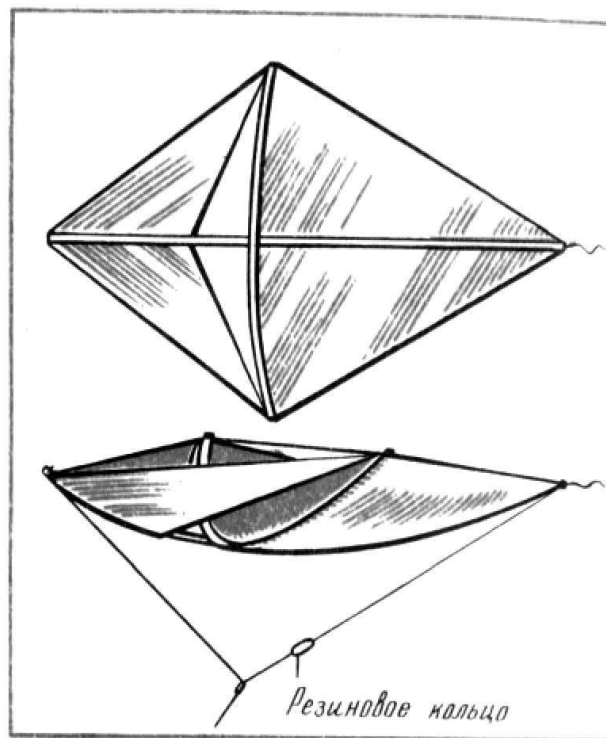


Рис. 10. Улучшенная конструкция змея П. Эди.

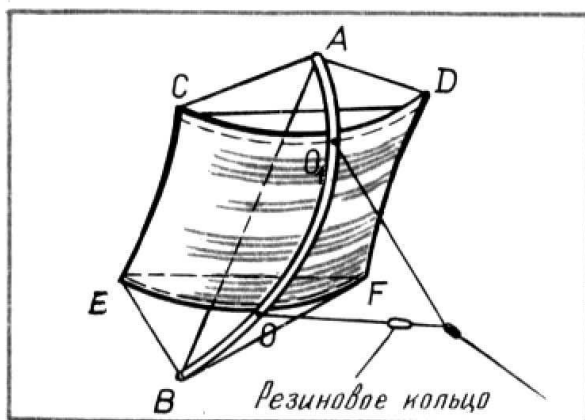


Рис. 11. Плоский воздушный змей.

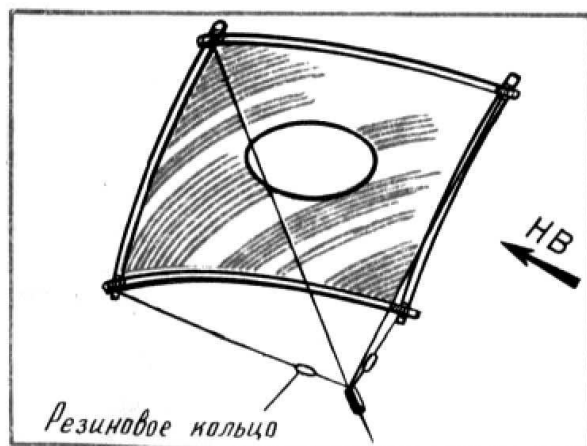


Рис. 12. Плоский воздушный змей.

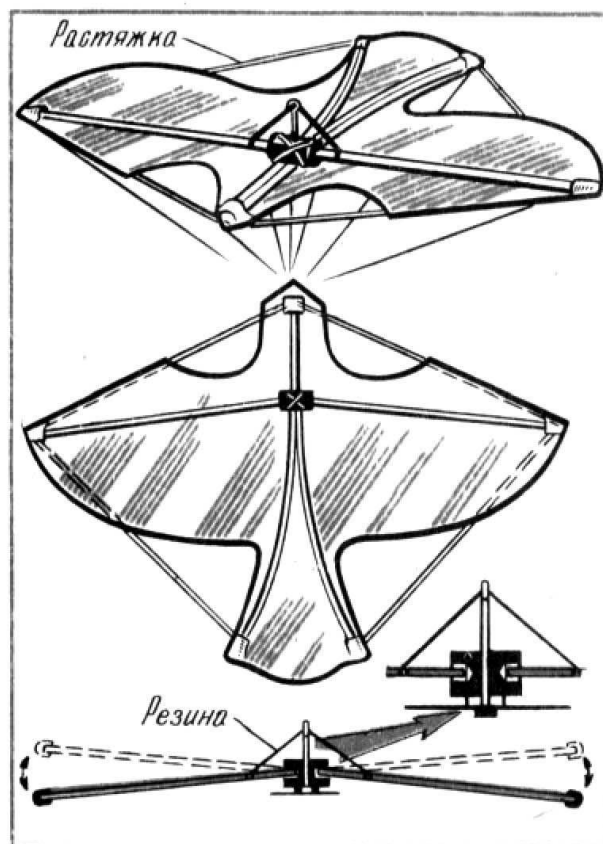


Рис. 13. Плоский воздушный змей-птица.

щий поток воздуха устремляется в эти окна, и змей становится устойчивым.

А вот еще одна конструкция плоского змея (рис. 11). Он состоит из деревянной рейки с хордой AB , стянутой струной или леской в дугу (хорда AB составляет $9/10$ длины рейки). В точках O и O_1 к рейке крепятся две одинаковые планки CD и EF ($AO_1 = OB = 0,2AB$). Подобно рейке с хордой AB , планки тоже стянуты струной в дугу и образуют в плане равносторонний шестиугольник. Концы всех реек скреплены еще одной струной, проходящей через вершины шестиугольника.

Змей, который вы видите на рисунке 12, хорошо известен в Корее. Его четырехугольная рама изготовлена из бамбуковых палочек, связанных между собой нитками, пропитанными клеем. Каркас обтянут тканью. Если размеры сторон прямоугольника принять равными 800 и 700 мм, то диаметр отверстия в центре этого прямоугольника должен быть не менее 300 мм.

На рисунке 13 изображен змей, похожий на хищную птицу. Его фюзеляж и хвостовое оперение сделаны из круглой деревянной рейки. С одного конца эта рейка расщеплена. В отверстия деревянной втулки вставлены круглые рейки несущих крыльев. Расщепленная часть хвоста, концы крыльев и нос связаны толстой леской, образующей очень гибкую конструкцию. Рейки крыльев, кроме того, подрессорены резиновыми амортизаторами. Змей чутко реагирует на малейшие порывы ветра. В полете он, словно бабочка, взмахивает крыльями, меняя тем самым и величину подъемной силы, и силу сопротивления, и устойчивость.

Змей с дельтакрылом

Широкие крылья, особая конструкция каркаса, растяжки змея, которого вы видите на рисунке 14, делает змей очень похожим на дельтаплан. Конструкцию такого змея разработал итальянский инженер Б. Люччиано.

Основа каркаса — две сосновые или еловые рейки. Одна служит фюзеляжем, другая образует крылья. Подобрать готовые рейки таких размеров и толщины вам вряд ли удастся. Придется сделать их из ровной доски без сучков и свилей с помощью рубанка и лобзика. Рубанком удалите с заготовки слой за слоем древесину, пока не доведете ее толщину до 2 мм. Переведите контуры фюзеляжа с рисунка на заготовку и аккуратно выпилите его лобзиком. Так как киль модели выпиливается заодно с фюзеляжем, предусмотрите в нем окно для снижения массы этой детали. Ширина фюзеляжа в центральной его части не должна превышать 20 мм. Рейка, образующая крылья, в центральной части также должна иметь ширину 20 мм, но к концам ее ширина плавно уменьшается до 10 мм.

Рейки установите так, чтобы они образовали крест. В центре креста рейки следует соединить общей накладкой из жести и обмотать прочными нитками с клеем, как показано на отдельном виде рисунка 14. На другом виде показан способ крепления к фюзеляжу и крыльям змея колец, изготовленных из алюминиевой проволоки диаметром 1 мм. К ним вы позже привяжете уздечки.

Каркас змея станет прочным, когда на него будет натянута обшивка. Обычная бумага для обшивки не годится. Ее лучше заменить легкой и достаточно прочной цветной полиэтиленовой пленкой или яркой шелковой тканью. Материал раскраивайте с небольшим припуском, так как края заготовки змея следует подогнуть, а затем прострочить тонкими нитками крупными стежками на швейной машинке. В обшивке заранее прорежьте три прямоугольных от-

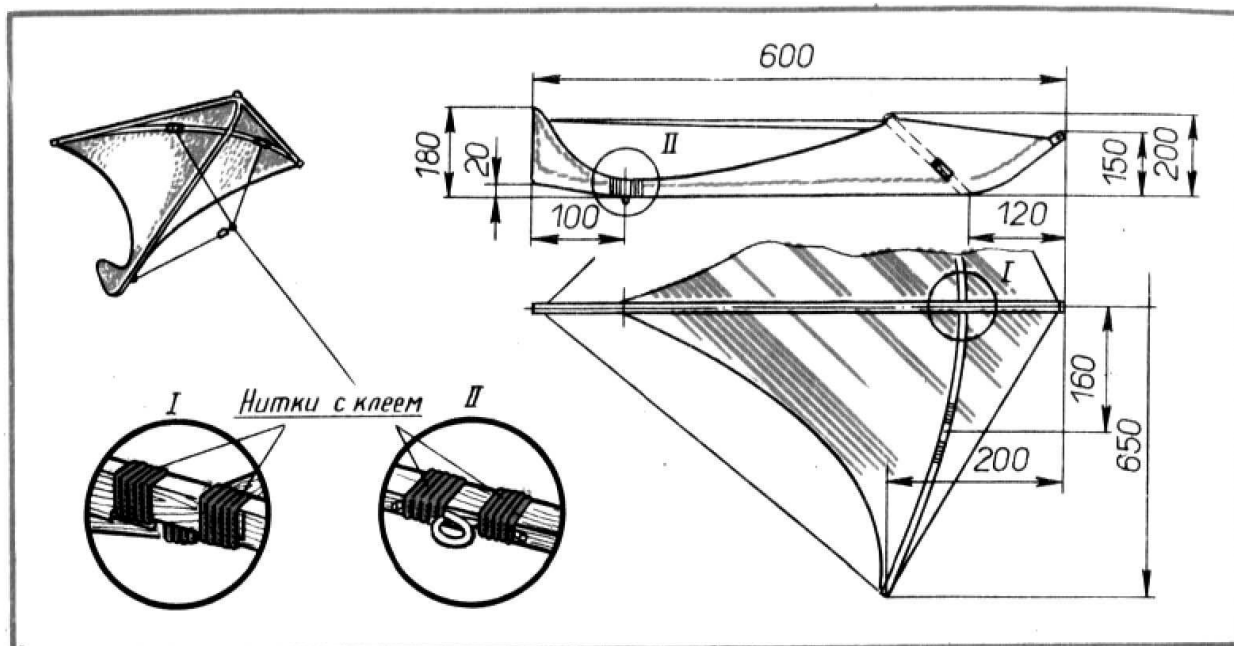


Рис. 14. Змей с дельтакрылом.

верстия для выхода проволочных колец. Готовую обшивку натяните снизу на каркас с помощью растяжек из лески диаметром 0,6—0,7 мм. Привяжите к выступающим под обшивкой кольцам уздечки: две передние одинаковой длины, задняя — немного длиннее передних. Соотношение длин подбирайте так, чтобы получить наибольшую подъемную силу на крыльях. Для амортизации рывков, неизбежно возникающих при порывах ветра, к задней уздечке привяжите резиновое кольцо.

Змей «Чайка»

Длинные узкие крылья, их характерный излом, толстый клюв и широкий хвост — все это, глядя на зависшего в небе змея, напоминает нам парящую чайку (рис. 15). Этот змей придумал американский изобретатель П. Гилгаллон.

В отличие от предыдущей конструкции змея (см. рис. 14), где основную нагрузку несут реечные элементы, прочность этому змею придает корпус, вырезанный из цельного куска мелкоячеистого пенопласта. Подобрать заготовку требуемого размера, не торопитесь брать за нож. Сначала прорисуйте на ней контуры головы, шеи и спинки птицы. Срезайте материал тонкими стружками, не забывайте чаще контролировать свою работу. Работу над корпусом змея можно считать законченной, когда его форма действительно будет похожа на птицу.

Пенопласт — легкий материал. Но даже получившаяся у вас заготовка будет тяжела для летающей модели. Облегчить ее можно следующим образом. По бокам модели от носа к животу карандашом проведите горизонтальные линии. В том месте, где у змея будет установлен хвост (рис. 15), проведите еще две линии под углом 10° . Таким образом, у вас получились две изломанные линии, образующие плоскость разреза корпуса модели. Ножовкой аккуратно разрежьте корпус по этим линиям на две половины. В каждой из

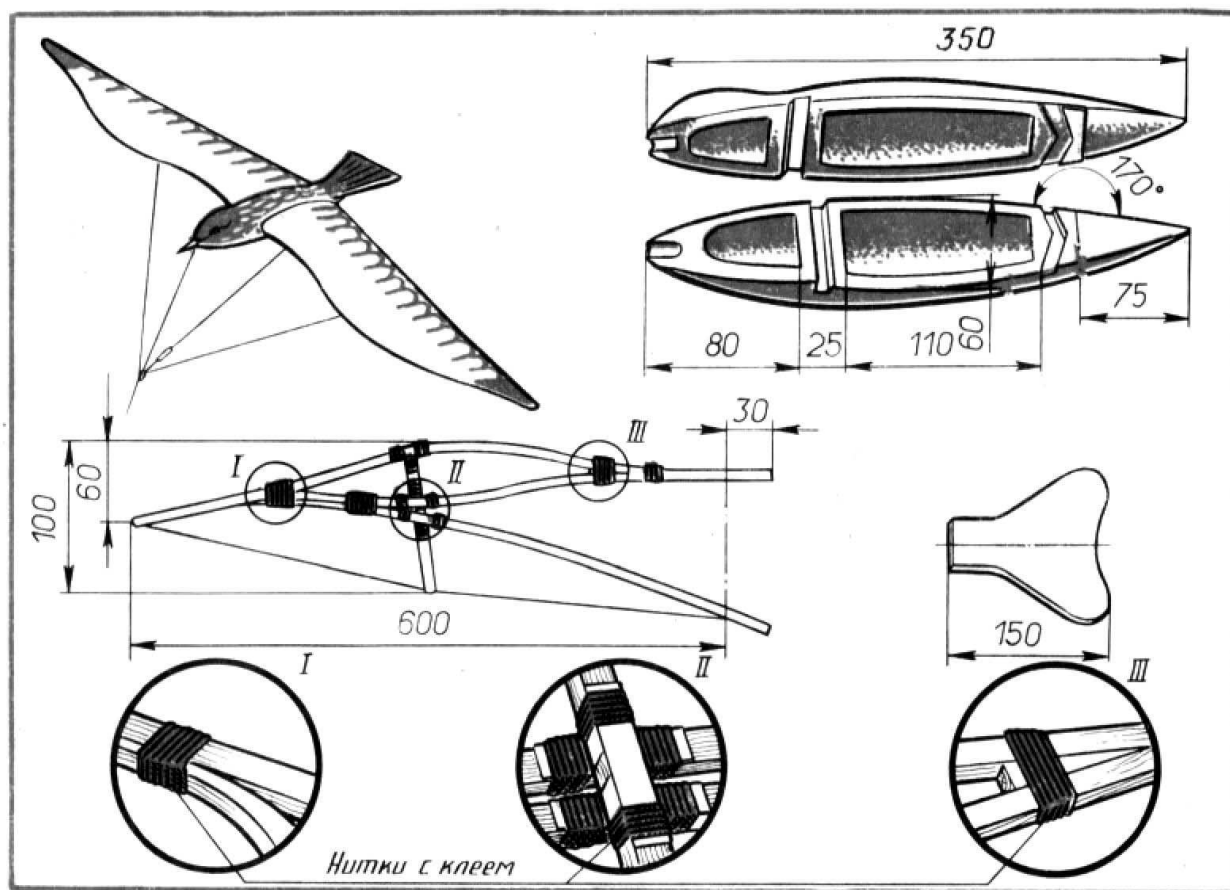


Рис. 15. Змей «Чайка».

них стамеской сделайте отверстие для крепления клюва, по два углубления (для уменьшения массы корпуса) и по два паза для последующего крепления крыльев (рис. 15). Из того же материала вырежьте клюв. Покрасьте его оранжевой краской. Вырежьте из ватмана хвост. Клюв и хвост приклейте к нижней половине корпуса казеиновым клеем или клеем ПВА.

Далее приступайте к изготовлению каркасов крыльев. Их основу составляют сосновые или еловые рейки без сучков и свилей толщиной 2 мм. С технологией их изготовления вы уже знакомы в описаниях предыдущих моделей, поэтому останавливаться на ней не будем. Отметим только, что каркасы крыльев можно изготовить цельными (из одной заготовки), а можно и из отдельных реек, как показано на рисунке 15. В последнем случае ширина рейки должна быть не меньше 20 мм у основания крыла и 10—12 мм у конца рейки. Дополнительные виды на рисунке 15 поясняют способы крепления реек в узловых местах с применением накладок из жести, прочных ниток и клея. Заднюю кромку крыла образует леска диаметром 0,5 мм, натянутая между концом крыла и задней рейкой у основания крыла.

Обшивка крыльев из белого шелка. Наложите крыло на ткань. Обведите его контуры карандашом. Добавьте с каждой стороны на припуск по 10 мм и вырежьте заготовки ножницами. Смажьте края обшивки крыльев клеем, натяните их и приклейте снизу к каркасам крыльев так, чтобы не образовывалось складок.