

## ЛЕТИТ БУМАЖНАЯ МОДЕЛЬ

Этот выпуск приложения посвящен бумажной авиации. Пионеры-инструкторы, работающие летом в пионерских лагерях, могут взять его в свой творческий портфель. Все модели просты по конструкции и доступны для изготовления младшими школьниками. Строя и запуская эти модели, вы наглядно, на опыте, сможете убедиться, как в зависимости от формы крыла, аэродинамической компоновки, центровки одни модели летают дальше, другие – выше, третьи – быстрее.

Автор всех этих моделей – инженер-конструктор Борис Августович Аукап.

Имя его хорошо известно авиамоделистам Ленинграда. Руководитель конструкторской секции городского Дворца пионеров имени А.А. Жданова, он одновременно ведет авиамоделную лабораторию в Выборгском районном Доме пионеров.

Увлечение авиамоделизмом пришло к нему еще в далекие довоенные годы. Он жил тогда на Дальнем Востоке и, сам недавний школьник, вел авиамоделный кружок. Мечтал стать летчиком. Поступил в авиационное училище и совсем не предполагал, каким суровым жизненным делом станет его юношеское увлечение. Все трудные годы Великой Отечественной войны Борис Августович Аукап провел за штурвалом боевого самолета.

В послевоенные годы Б. А. Аукап окончил Военно-воздушную академию, работал в конструкторском. А когда ушел в запас, его вновь потянуло в малую авиацию. Сколько учеников воспитал он с той поры, скольких увлек техникой! С благодарностью вспоминают его воспитанники первые шаги в техническом моделировании, сделанные под руководством строгого и чуткого руководителя Бориса Августовича Аукапа.



## НАЧИНАЮЩЕМУ АВИАМОДЕЛИСТУ

*Даже самая простая модель самолета – это самолет в миниатюре со всеми его свойствами. Многие известные авиаконструкторы начинали с увлечения авиамоделизмом. Чтобы построить хорошую летающую модель, нужно немало потрудиться, изучить теорию полета аппаратов тяжелее воздуха. Зато какое увлекательное зрелище – полет модели и какая это радость для ее создателя и зрителей!*

Все многообразие авиамodelей можно разделить на несколько классов. Самые популярные среди начинающих авиамodelистов – бумажные авиамodelи. В бумажном авиамodelировании можно выделить несколько направлений.

**Элементарные контурные модели.** Это простейшие летающие модели самолетов, которые вырезаются из листа бумаги несколькими взмахами ножниц. Они наиболее просты и доступны для начинающих.

**Нелетающие модели-копии.** Они в точности повторяют внешний вид известных марок самолетов. Проектирование моделей-копий требует специальных знаний, большого терпения и труда. Занимаются ими опытные моделисты, коллекционирующие модели авиационной техники.

**Свободнолетающие модели.** Такие модели, сделанные из плотной бумаги или тонкого картона, могут запускаться с помощью резины с рук, как из рогатки, или со специального устройства – катапульты. Для достижения наибольшей дальности полета относительное поперечное сечение их фюзеляжа делается меньше, чем у самолетов-прототипов.

Есть свободнолетающие бумажные модели, движущиеся за счет тяги, развиваемой воздушным винтом с приводом от резиномотора или миниатюрного электромоторчика.

Безмоторные модели, запускаемые в полет с помощью нити-леера, называются планерами.

**Кордовые модели** летают «на привязи». Они управляются рукой авиамodelиста с помощью стальных нитей или тросиков, которые называются кордами. Кордовая модель не может удалиться от спортсмена больше чем на длину корды. Этим кордовая модель отличается от свободнолетающей. На таких моделях устанавливают двигатели внутреннего сгорания или электродвигатели, питающиеся от внешнего источника тока, подаваемого по проводникам-кордам. Бумажные кордовые модели обычно оснащаются электродвигателями.

Мы с вами сегодня поговорим о наиболее доступных и интересных широкому кругу ребят свободнолетающих моделях – тех, что запускаются с рук или катапульты.

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБ АЭРОДИНАМИКЕ

Аэродинамические силы. Почему же летают аппараты тяжелее воздуха – самолеты и их модели?

Вспомните, как ветер гонит листья и бумажки вдоль улицы, поднимает их вверх. Летящую модель можно сравнить с предметом, гонимым потоком

воздуха. Только воздух здесь неподвижен, а модель мчится, рассекая его. При этом воздух не только тормозит полет, но при определенных условиях создает подъемную силу. Посмотрите на рисунок 1. Здесь показано сечение крыла самолета. Если крыло будет расположено так, чтобы между его нижней плоскостью и направлением движения самолета был некоторый угол  $\alpha$  (называемый углом атаки), то, как показывает практика, скорость потока воздуха, обтекающего крыло сверху, будет больше, чем его скорость снизу крыла.

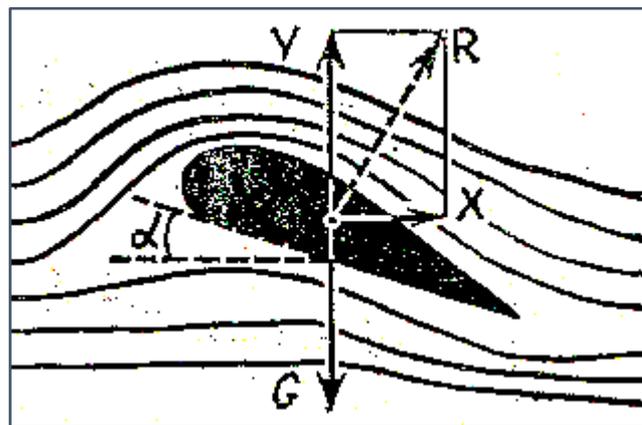


Рисунок 1

А по законам физики в том месте потока, где скорость больше, давление меньше, и наоборот. Вот почему при достаточно быстром движении самолета давление воздуха под крылом будет больше, чем над крылом. Эта разность давлений поддерживает самолет в воздухе и называется подъемной силой.

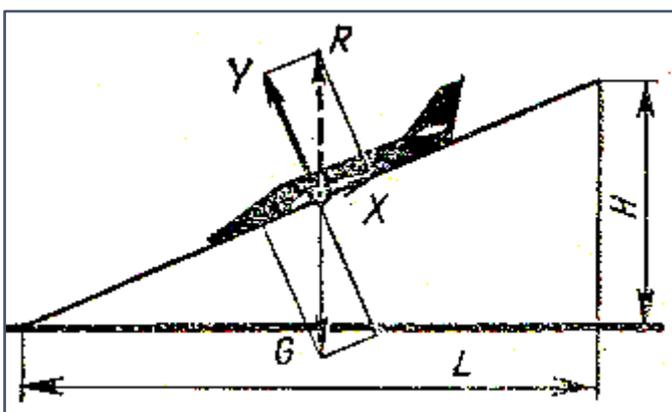


Рисунок 2

На рисунке 2 показаны силы, действующие на самолет или модель в полете. Суммарное действие воздуха на летательный аппарат представляют в виде аэродинамической силы  $R$ . Эта сила является результирующей силой, действующей на отдельные части модели: крыло, фюзеляж, оперение и т. д. Направлена она всегда под углом к направлению движения. В аэродинамике

действие этой силы принято заменять действием двух ее составляющих – подъемной силы и силы сопротивления.

Подъемная сила  $Y$  всегда направлена перпендикулярно направлению движения, сила сопротивления  $X$  – против движения. Сила тяжести  $G$  всегда направлена вертикально вниз. Подъемная сила зависит от площади крыла, скорости полета, плотности воздуха, угла атаки  $\alpha$  и аэродинамического совершенства профиля крыла. Сила сопротивления зависит от геометрических размеров поперечного сечения фюзеляжа, скорости полета, плотности воздуха и качества обработки поверхностей. При прочих равных условиях дальше летит та модель, у которой поверхность отделана более тщательно. Дальность полета определяется аэродинамическим качеством  $K$ , равным отношению подъемной силы к силе сопротивления:  $K = \frac{Y}{X}$ , то есть аэродинамическое

качество показывает, во сколько раз подъемная сила крыла больше силы сопротивления модели;

В планирующем полете подъемная сила модели  $Y$  обычно равна весу модели, а сила сопротивления  $X$  в 10-15 раз меньше, поэтому дальность полета  $L$  будет в 10-15 раз больше высоты  $H$ , с которой начался планирующий полет, то есть  $K = 10 \div 15$ . Следовательно, чем легче модель, чем она тщательнее изготовлена, тем большей дальности полета можно достигнуть.

**Центровка модели.** Чтобы полет был устойчивым, модель должна иметь определенную центровку: центр тяжести ЦТ должен совпасть с центром давления крыла ЦД или быть несколько впереди его (центром давления крыла называется точка приложения аэродинамической силы).

У прямоугольного профилированного крыла ЦД находится примерно на первой четверти ширины крыла.

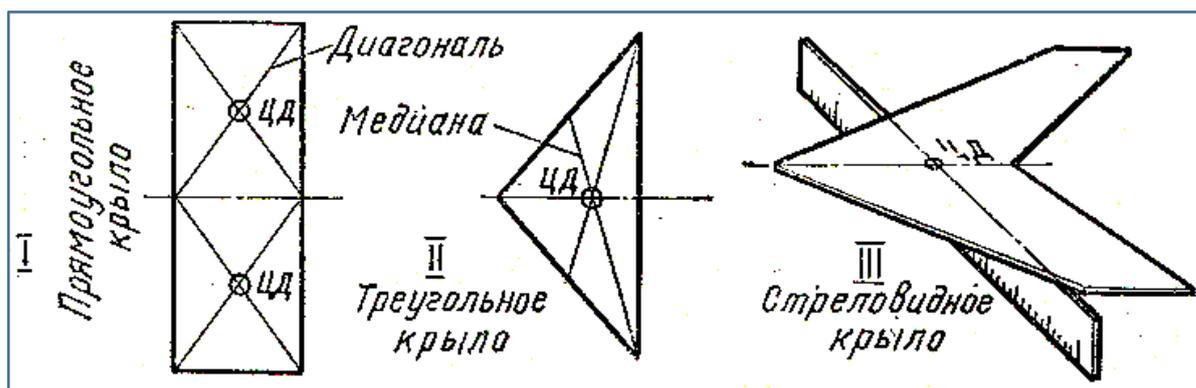
У простых бумажных моделей профиль крыла, как правило, очень тонкий либо вообще плоский. У таких крыльев центр давления находится в геометрическом центре площади. У прямоугольных крыльев центр площади находится на пересечении его диагоналей (см. Рис. 3).

На рисунке 3 показано, как определять центр площади любой другой формы крыла. Нужно вырезать крыло из плотного картона, установить его на ребро линейки и уравновесить. Точка пересечения ребра линейки с линией, проведенной посередине крыла, и есть центр тяжести и центр давления крыла.

Центр тяжести модели находят тогда, когда уже изготовлен груз. Для чего он нужен? У простейших свободнолетающих моделей нет двигателя, и силу тяги, движущую модель вперед, создает ее собственная масса. Для повышения инерционности модели в фюзеляж ее клеивают груз, вырезанный из фанеры или нескольких слоев плотного картона. Наличие груза в носовой части фюзеляжа обеспечивает достаточную устойчивость модели в полете.

Зная центр тяжести модели и центр давления, подбирают правильное положение крыла на модели. У моделей, летающих с большими скоростями (запускаемых с катапульты), ЦТ должен быть впереди ЦД, а у свободно планирующих – совпадать.

На прямолинейности полета особенно сильно сказывается «погибь» фюзеляжа, то есть искривление в процессе склейки. За его формой нужно следить и в процессе регулировки, и во время запусков, так как при ударах о препятствия он может деформироваться.



### Рисунок 3

Вообще свободнолетающие модели, имея большие скорости полета, часто деформируются при ударах о препятствия, поэтому они должны изготавливаться очень тщательно.

После полета не рекомендуется брать модель за крылья, стабилизатор или киль. Берите их только за носовую часть, то есть за груз.

Начиная пробные полеты, старайтесь спускать модели на открытом месте, там, где нет препятствий и людей.

Только изучив «повадки» модели, определив ее траекторию и хорошо отрегулировав, можно запускать ее в залах и коридорах. Но при этом помните, что **развившая большую скорость модель может поранить кого-нибудь из зрителей**. Поэтому при запусках следите, чтобы предполагаемая траектория вашей модели не была направлена в сторону людей.

Как можно управлять полетом модели? В отличие от кордовых моделей свободнолетающими моделями невозможно управлять после старта. Но можно отрегулировать модель так, чтобы она летела по заданной траектории.

Для управления в вертикальной плоскости (по тангажу) на самолетах служат рули высоты. На модели для этого достаточно отогнуть заднюю кромку стабилизатора вверх или вниз. При этом модель будет соответственно набирать высоту (и даже делать мертвую петлю) или пикировать.

Для управления по крену достаточно отогнуть в противоположные стороны (вверх и вниз) задние кромки крыльев. На реальных самолетах на задней кромке крыла установлены специальные управляемые поверхности – элероны.

Для управления в горизонтальной плоскости на самолетах применяются рули направления. На модели для этой цели можно отогнуть в сторону заднюю кромку вертикального оперения.

Когда модель выполняется по схеме «бесхвостка», то есть без стабилизатора, отгиб задней кромки крыла обеспечивает управление и по крену, и по тангажу. У настоящих самолетов такие рулевые поверхности, выполняющие роли элеронов, и руля высоты, называются элевонами.

### **РАБОТА С БУМАГОЙ. ИНСТРУМЕНТ**

Для наших бумажных моделей используются, как правило, жесткие виды бумаги: чертежная типа ватман, тонкий картон. Для отделки и декоративных аппликаций применяется цветная бумага из наборов для детского творчества.

Для резки бумаги рекомендуем изготовить специальные резцы и линейки. Особенно это важно, когда моделированием начинают заниматься младшие школьники. Они, как правило, еще плохо владеют своими руками, и даже обычное вырезание ножницами для них проблема. Их рука привыкла держать только карандаш и ручку. Поэтому рукоятку резца лучше сделать граненой (как карандаш) и слегка изогнутой (с м.рис. 4). Изготовление таких резцов несложно. Их могут делать сами ребята в кружках технического творчества, в пионерских лагерях.

Лезвием для реза служит инструментальная сталь от полотна ножовки пометаллу. Изготовить лезвие надо попросить старших по нашему чертежу (см.рис. 4).

Рукоятки резцов делаются из листового оргстекла. Нарезьте заготовку длиной 120 мм и сечением 8x10 мм. С одного конца засверлите отверстие сверлом 2 мм на глубину 20 мм. Потом приготовьте настольные тиски — разведите их губки примерно на 30 мм.

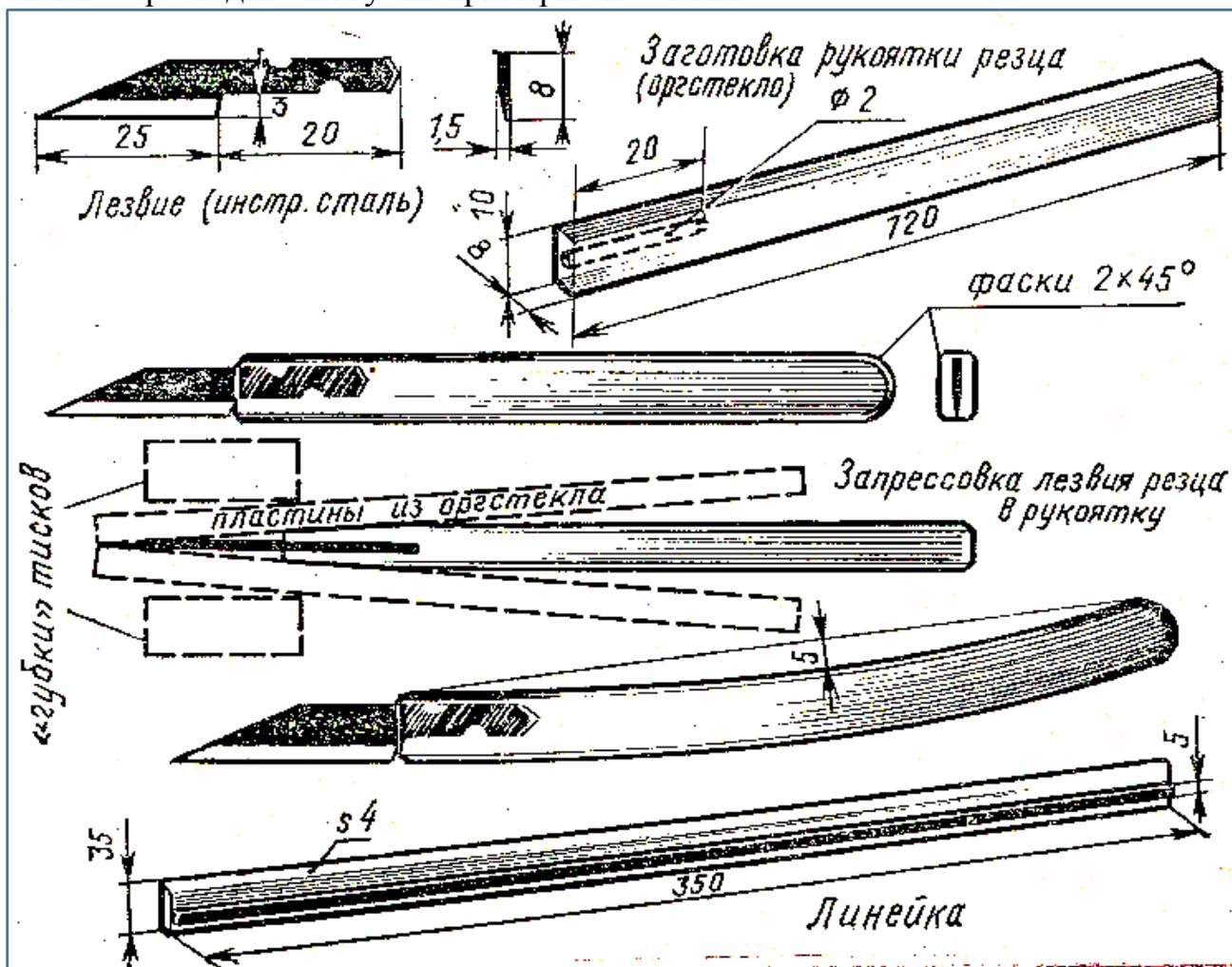


Рисунок 4

Нагрейте засверленный конец рукоятки, пока оргстекло не размягчится, и одновременно нагрейте хвостовик лезвия. Возьмите лезвие плоскогубцами и вставьте в отверстие нагретой рукоятки. Разогретое, оно войдет туда свободно. После этого между двумя пластинами из оргстекла вставьте резец и зажмите весь этот пакет в губках тисков. Концы пластин должны сойтись между собой и зажать лезвие (см. рис. 4). Подержите так минут 5-10. Рукоятка остынет, и лезвие «намертво» впрессуется в нее. Теперь обработайте рукоятку — снимите наплывы размягченного оргстекла и сделайте грани. Еще немного разогрейте рукоятку, слегка согните и так остудите. Величина прогиба не должна превышать 5-6 мм. Заточите реза на оселке — инструмент готов.

Для резки бумаги необходимы еще линейка из оргстекла толщиной 4-5 мм, длиной 30-35 см и шириной 30-35 мм. На нее обязательно нужно наклеить полоску из изоляционной ленты шириной 5 мм. Почему линейка должна быть

из оргстекла? И зачем изоляционная лента? Такая линейка прозрачна, по ней легко скользит резец и не тупится об нее. Лента приклеивается для того, чтобы линейка не скользила по бумаге при работе. Ведь детали моделей должны быть изготовлены очень точно.

Младшие школьники осваивают работу с этими двумя инструментами последующих трех занятий.

### ***Несколько советов о приемах работы с модельными инструментами.***

Резец надо держать так, как вы держите карандаш или ручку. Линейку при резке кладите, чтобы ее конец был направлен к плечу режущей руки, то есть резать бумагу резцом нужно только «к себе». При резке линейку удерживают разведенными пальцами, прижав ее к бумаге и не отнимая руки до тех пор, пока не отрежут нужную деталь. Нажимать на резец сильно не рекомендуется. Можно сломать острый конец лезвия. Лучше провести точное несколько раз. Ни в коем случае не зажимайте резец в кулак, не давите на него с силой! Если резец не режет, значит, он затупился и его нужно заточить.

Необходимо приучить свою руку соразмерять силу нажима. Предлагаемый резец позволит вам вырезать детали любой, самой замысловатой и сложной формы. А вам придется вырезать из цветной бумаги буквы, номера самолетов и другие аппликации. Освоить такую резку можно только тренировкой руки.

Чтобы сгибы деталей из бумаги и картона получались аккуратными, ровными, их надо предварительно обработать. Лучше всего их «подрезать». Что значит подрезать бумагу? Нужно по линиям сгиба провести резцом по линейке так, чтобы был надрезан только верхний слой бумаги, примерно на  $\frac{1}{3}$  ее толщины. На первый взгляд как будто простая операция. Но начинающим модельстам приходится упражняться по 1,5-2 часа ежедневно, чтобы научиться правильно подрезать бумагу по линиям сгиба. Потренируйтесь и вы. Попробуйте делать из бумаги «гармошку». При этом помните, что надрезанный слой при перегибе должен оставаться снаружи. На наших развертках моделей все линии сгиба, обозначенные пунктиром (---), надрезаются по лицевой стороне развертки. Линии, обозначенные штрихпунктиром (— . — . —) надрезаются обратной стороны.

Резать бумагу нужно обязательно на фанерной подложке, а еще лучше на пластиковой (из сополимера).

В крайнем случае, если вам не дается операция подрезания сгибов и вы прорезаете бумагу, можно продавливать эти линии тупой стороной столового ножа или специальной «косточкой». Но качество сгибов будет, конечно, хуже.

### **НЕСКОЛЬКО СЛОВ О КЛЕЯХ**

Толстые сорта бумаги и картон можно склеивать любым клеем. Наиболее надежно склеивают клеи ПВА (поливинилацетатный), нитроцеллюлозный марки АГО «Китификс». Клей «Момент» нужно использовать только для «прихватки». Его клеевой шов эластичен, и надежно приклеить детали модели им нельзя.

Тонкие сорта бумаги рекомендуется клеить клеями БФ-2 и нитроцеллюлозными. Конторский клей КС (силикатный) и клей ПВА размягчают бумагу при высыхании коробят детали моделей.

Детали, выполненные из пенопласта марки ПС (полистирольный, белого цвета), рекомендуется приклеивать только клеем ПВА или БФ-2; детали из желтого пенопласта (марки ПХВ) – нитроцеллюлозными клеями клеем ПВА