

**В. С. РОЖКОВ**

# **СТРОИМ ЛЕТАЮЩИЕ МОДЕЛИ**



**МОСКВА  
«ПАТРИОТ»  
1990**

Рецензент *И. А. Евстратов*  
Редактор *В. Н. Ионов*

**Рожков В. С.**  
**Р63** Строим летающие модели.— М.: Патриот,  
1990.— с. 159, илл.

1 р.

Даются основы авиамоделизма. Приводится описание несложных по конструкции моделей, которые можно изготовить из легкодоступных материалов.

Для юных моделистов и руководителей авиамodelьных кружков.

Р  $\frac{4204000000-055}{072(02) - 90}$  10-91

ISBN 5-7030-0432-2

**ББК 75.725**  
**7А7.3**

© Рожков В. С., 1990

## ВВЕДЕНИЕ

Из всех видов технического творчества самый распространенный — авиационный моделизм. Организовано им в кружках, на станциях или в клубах юных техников, а также в домах пионеров занимается около четырехсот тысяч человек. Но немало и тех, кто строит авиационные модели самостоятельно.

Примерно лет в десять, чуть раньше или чуть позже, тысячи и тысячи мальчишек начинают конструировать авиамodelи, делая первый шаг в техническом творчестве. И очень часто, начав с модели, многие на всю жизнь приобщаются к авиации и авиационной технике.

Кто не знает таких выдающихся советских авиаконструкторов, как А. Н. Туполев, О. К. Антонов, С. В. Ильюшин, А. С. Яковлев. Свой путь в авиацию прославленные конструкторы начали еще в детстве с постройки и запуска простейших летающих моделей.

Для многих наших летчиков первым шагом в небо, к штурвалу самолета был авиамodelизм. Так, летчики-космонавты СССР Ю. А. Гагарин, Г. Т. Береговой, А. В. Филипченко, Ю. В. Романенко «заболели авиационной болезнью» в авиамodelном кружке.

Обращаясь к авиамodelистам, дважды Герой Социалистического Труда академик А. С. Яковлев писал: «Сделанный своими руками маленький самолет увлек нас, заставил думать над тем, как улучшить его летные качества, родились мечты построить настоящую машину. И самое главное: мы познали радость творчества, приучились самостоятельно мыслить, чертить, работать с инструментом, у нас появилась страсть к технике, к книгам. И тут нет ничего удивительного. От авиамodelизма начинается путь

овладения летным делом, сложной авиационной техникой. Летая модель — самолет в уменьшенном виде. Создавая ее, приучаешься мыслить о самолете как авиационный конструктор и смотреть на полет глазами летчика».

Нет необходимости говорить, что успехи в любом деле, и в авиамоделизме в том числе, достигаются упорной и кропотливой работой. А для этого необходимо овладеть начальными знаниями и навыками, совершенствовать их в дальнейшем. И хочется предостеречь начинающих авиамodelистов от поспешности, торопливости. Не надо сразу строить сложную модель планера или самолета. Для начала сделай простую летающую авиамodelь, постепенно переходя от простого к сложному.

Хочется верить, что данная книга сделает более уверенными первые шаги в область авиамodelьного спорта. В ней начинающим авиаторам предлагаются модели почти всех типов летательных аппаратов — от воздушного змея до ракеты.

Цель книги — максимально помочь всем желающим овладеть основами авиамodelизма. Модели, предлагаемые здесь для постройки, несложны, материал — самый распространенный: бумага, пенопласт, рейки.

Книга, рассчитанная на руководителей авиамodelьных кружков пионерского лагеря и вновь создаваемых кружков технического творчества, поможет решить основные методические вопросы организации кружка, правильно определить содержание его работы. Она будет полезна также тем, кто строит модели индивидуально.

## ВОЗДУШНЫЕ ЗМЕИ

Воздушный змей сегодня нередко воспринимается только как игрушка для детского развлечения. Но мало кто знает, что он имеет давнюю и интересную историю.

Первые воздушные змеи появились около четырех тысяч лет назад. Родина их — Китай. Самой распространенной была форма змея-дракона, что, возможно, и определило название «воздушный змей». Современные воздушные змеи совершенно не напоминают ни змею, ни дракона.

Первое подтверждение об использовании воздушных змеев в военном деле относится к 906 году. Киевский князь Олег при осаде Царьграда применил воздушные змеи, которым была придана форма вооруженных всадников. Непосредственного урона неприятелю они не причиняли и служили только для устрашения.

Затем долгое время воздушные змеи не находили практического применения. И лишь к концу XVIII века они стали служить науке.

В 1749 году англичанин А. Вильсон поднял на воздушном змее термометр и получил данные о температуре воздуха на высоте кучевых облаков.

В 1752 году американский ученый Б. Франклин с помощью воздушного змея проводил исследования, объяснившие электрическую природу происхождения молнии.

Широко использовал воздушные змеи для изучения верхних слоев атмосферы и атмосферного электричества великий русский ученый М. В. Ломоносов.

В 1825 году был осуществлен первый полет человека на воздушном змее. Английский ученый Д. Покок поднял на нем свою дочь Марту на несколько десятков метров.

Большой вклад в разработку конструкций воздушных змеев внес австралийский ученый Л. Харграв. Он создал из соединенных между собой двух сквозных коробок змей, которому для полета не нужен был хвост.

Изобретатель радио А. С. Попов, усовершенствуя телеграф, устанавливал на воздушных змеях антенны радиоприемников.

В 1902 году на крейсере «Лейтенант Ильин» проводили подъем наблюдателя на высоту около 300 м с помощью связки воздушных змеев — змейковых поездов. При этом использовались коробчатые змеи конструкции Л. Харграва. Через год англий-

ский авиатор С. Коди переплыл пролив Ла-Манш на лодке, которую буксировал воздушный змей. Для этого С. Коди усовершенствовал змей Л. Харграва — добавил боковые крылышки на всех углах и увеличил прочность.

Воздушный змей помог нашему соотечественнику Александру Федоровичу Можайскому при создании первого в мире самолета. Совершив несколько полетов на большом воздушном змее, буксируемом тройкой лошадей, Можайский проверил правильность своих предварительных расчетов размеров, массы, скорости полета будущего самолета и необходимой мощности силовой установки.

Француз К. Адер, один из пионеров самолетостроения, перед постройкой своего аппарата «Эола» провел испытания воздушного змея, который имел форму крыльев летучей мыши, сохранившуюся и у его самолета.

У воздушного змея Л. Харграва была заимствована форма бипланного крыла американцем О. Чэнютом, а затем и братьями Райт для создания самолета.

Широко использовались воздушные змеи во время первой мировой войны для подъема наблюдателей-корректировщиков.

В Великую Отечественную войну со змеев сбрасывали листовки над позициями гитлеровцев.

В 1931 году на Всесоюзных соревнованиях авиамodelистов в Москве проводился подъем на высоту 10—15 м некоторых участников соревнований на поезде из воздушных змеев, по-

строенных киевскими авиамodelистами.

В 50-х годах саратовские авиамodelисты под руководством А. Ф. Григоренко создали образец воздушного змея, который с успехом применялся во время антарктической экспедиции Академии наук СССР для изучения нижних слоев атмосферы.

Запуск воздушных змеев — интересное спортивное занятие для школьников и для взрослых.

В настоящее время в некоторых странах проводятся праздники и фестивали воздушных змеев. В США, в Бостоне, устраивают соревнования на лучший бумажный змей. В Японии ежегодно проходит национальный фестиваль воздушных змеев, на котором запускают змеи длиной 20—25 м. С 1963 года по всей Польше проводится праздник воздушного змея, в котором принимают участие молодые конструкторы этого древнего летательного аппарата.

Воздушный змей — это простейший летательный аппарат тяжелее воздуха. Он может подняться только в ветреную погоду. Встречный ветер оказывает на змей сильное давление, стремясь снести его. Но змей привязан под определенным углом атаки к лееру. Благодаря углу атаки создается подъемная сила, которая зависит от его величины, скорости ветра и площади несущей поверхности. Воздушные змеи бывают двух видов: плоские (простейшие) и коробчатые. Необходимая деталь первых — хвост, вторые успешно летают без него.

**Карманный змей-малыш**

(рис. 1) изготовлен из современных материалов. Он крайне прост, складывается до размеров, позволяющих убрать его в карман куртки, благодаря очень небольшой массе способен «поймать» самый слабый ветер. И если уж змей хорошо летает даже в городском дворе, то на открытой поляне, на лугу он сможет поставить рекорды высоты.

Делается карманный змей так. Берут отрезок упругой стальной проволоки длиной 1,2 м и диаметром 1 — 1,2 мм (скажем, куски от карниза «струна», которые остаются при навеске штор) и тщательно распрямляют. Затем его перегибают пополам, а получившуюся заготовку зажимают в тисках, оставив свободными 350 мм ее длины от сгиба. Вставляют в «ушко» стержень и не спеша, с натягом, закручивают проволоку на несколько оборотов. Освободив заготовку и обмотав для надежности край завитки тонкой медной жилкой или нитками с клеем, свободные концы отгибают в стороны.

Если змей задуман нескладывающимся, оставляют вершину каркаса такой, как получилась, без доработки. В «карманном» же варианте нужно каждую из обеих консолей один раз обернуть вокруг металлического стержня-оправки. Своеобразные пружинные элементы позволяют складывать каркас, который после освобождения вновь примет форму буквы Т.

На концах проволоки делают небольшие петли. Они не только предохранят руки от случайных уколов, но и помогут надежно закрепить обшивку.

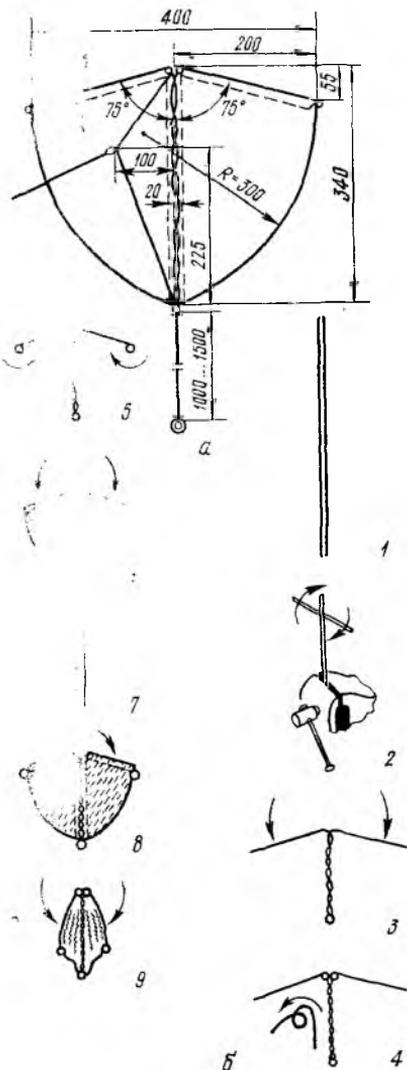
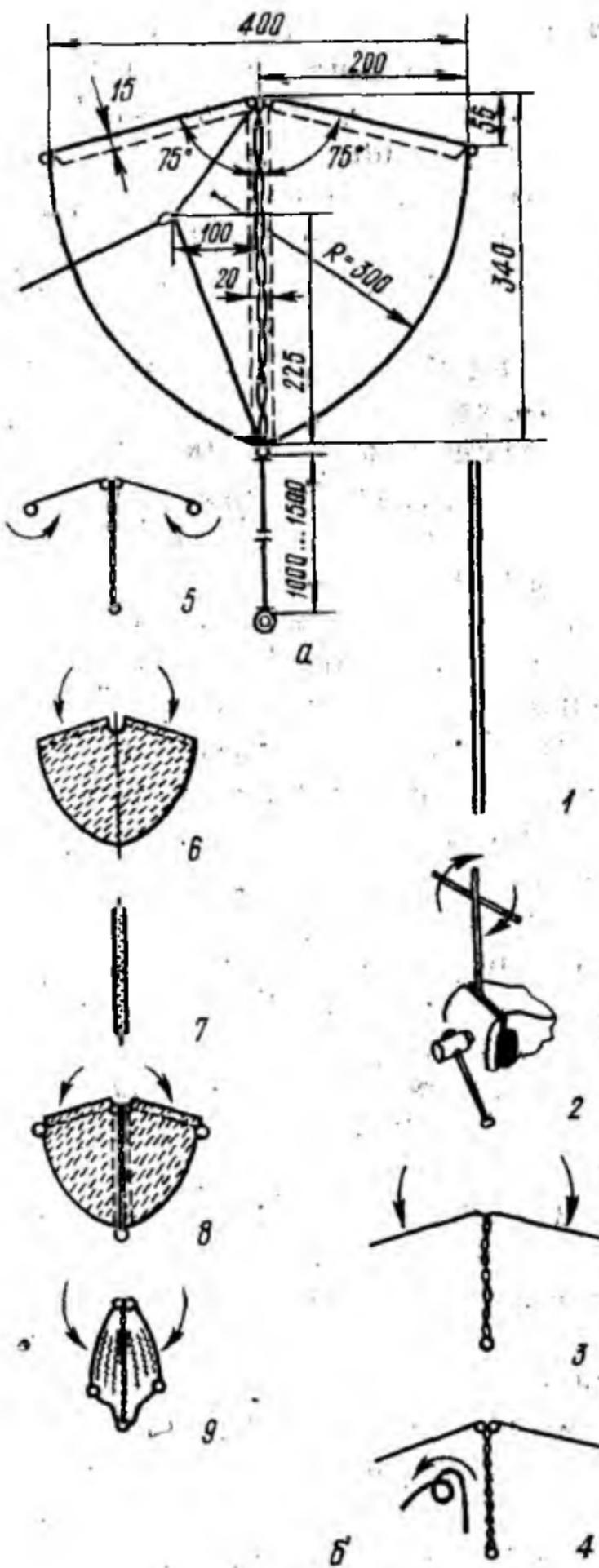


Рис. 1. Змей-малыш:

а — общий вид; б — порядок изготовления (1—9)

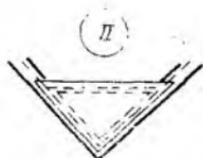
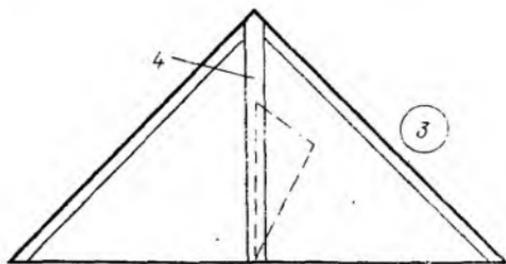
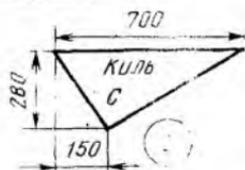
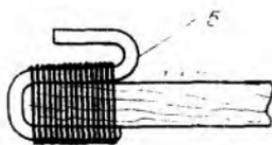
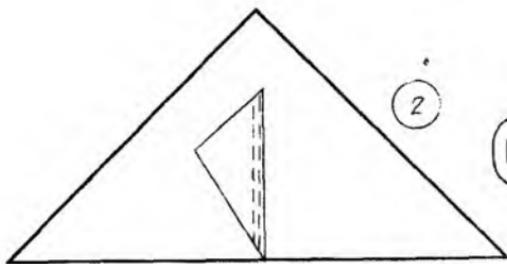
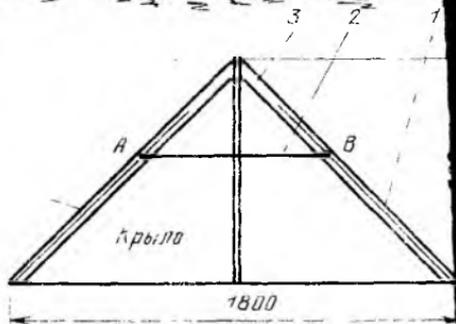
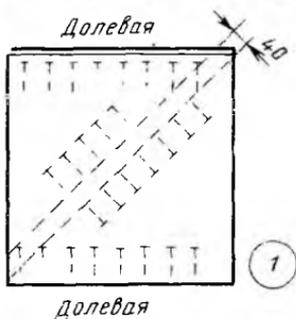
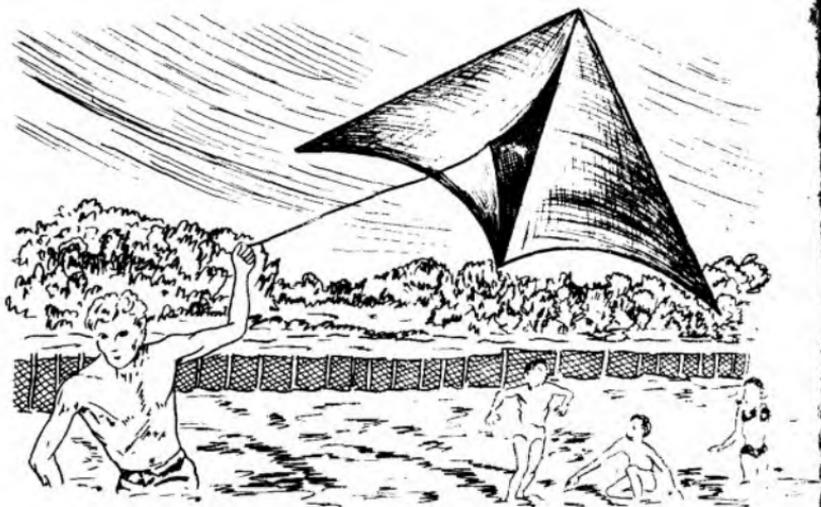
Если окажется, что сделать колечки на упругой проволоке сложно, скрутите сначала такие же «шарниры», как и у вершины, потом кусачками отделите ненужные куски и поверните петли до одной плоскости.

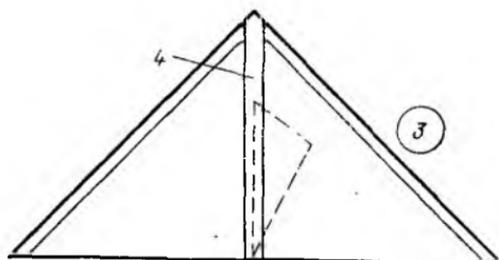
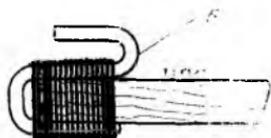
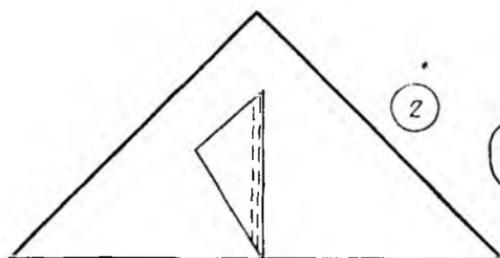
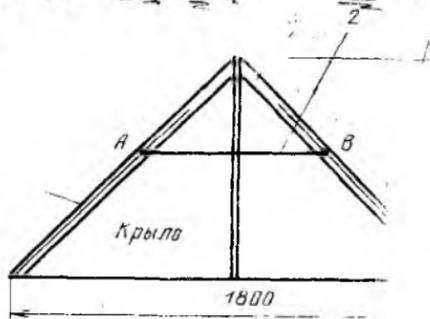
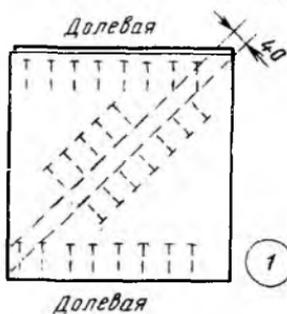
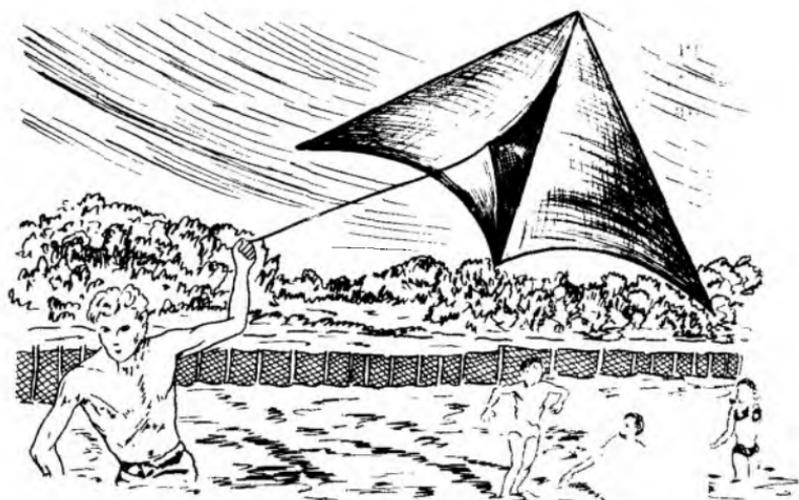


**Рис. 1. Змей-малыш:**

**а** — общий вид; **б** — порядок изготовления (1—9)

Если окажется, что сделать колечки на упругой проволоке сложно, скрутите сначала такие же «шарниры», как и у вершины, потом кусачками отделите ненужные куски и доверните петли до одной плоскости.





На обшивку змея пойдет тонкая полиэтиленовая пленка от любого пищевого пакета. Чем пленка тоньше, тем лучше — змей получится более легким. Ее выкраивают приблизительно по форме, показанной на рис. 1. Затем вырезают полосу для крепления обшивки к центральной части каркаса. Осталось обтянуть каркас пленкой — и змей в основном готов.

Не забудьте только перед этим проверить, симметрично ли загнута проволока — плечи каркаса должны быть расположены под одинаковыми углами к центральной скрутке-стержню. А приклеить подвернутые кромки обшивки и полосу полиэтилена можно на клею «Момент» или «Уникум». После полного высыхания клея змей можно складывать.

Работа над змеем заканчивается навеской уздечки. Правильно прикрепить нитки поможет рисунок общего вида готового «летуна» (рис. 1). Хвостом станет нитка длиной 1—1,5 м, привязанная за заднее ушко каркаса и несущая на конце небольшую гайку или шарик-грузило от рыболовной снасти. Такой хвост в полете совершенно не виден, хотя и отлично стабилизирует движение в воздухе. Для запуска понадобится тонкая прочная нить, лучше всего тонкая капроновая леска.

Предложенные размеры змея — не единственные, обеспечивающие хороший полет. Можно увеличить их в два и

даже три раза и получить змей привычных размеров.

**Змей-дельтаплан** (рис. 2), разработанный французскими модельстами, конструктивно состоит из крыла и киля, обтяжка которых выкроена из тонкой синтетической ткани.

Приступая к изготовлению этого змея, ткань размером 1800×900 мм складывают пополам и закрепляют булавками. Выше диагонали на 40 мм (припуск на швы) проводят параллельную линию и режут по ней материал. Разворачивают ее и в получившемся большом треугольнике находят середину. С двух сторон треугольника (катетов) ткань подгибают на 30 мм и прошивают на швейной машинке. Из остатка ткани выкраивают киль с припусками по 20 мм на швы с двух меньших сторон треугольника, подгибают материал на этих сторонах на 15 мм.

К вершине прямого угла киля (точка С) для усиления пришивают небольшой кусочек ткани. Здесь крепят один из концов леера.

К середине крыла в нижней его части пришивают киль двумя строчками: первая — на расстоянии 1—2 мм от края, вторая — в 2—3 мм от первой.

Вырезают полосу ткани длиной 920 мм и шириной 45 мм (с обеих сторон подгибают на 10 мм) и пришивают к обратной стороне крыла по его середине. Можно воспользоваться и лентой, ее не надо подворачивать.

Рис. 2. Змей-дельтаплан:

1 — боковая рейка; 2 — поперечная рейка; 3 — боковой канал; 4 — центральный канал; 5 — крючок поперечной рейки

Пришитая полоска образует канал, в который будет вставляться центральная рейка. Один из концов канала зашивают, другой — оставляют открытым.

При сборке змея две предварительно заготовленные рейки длиной 1000 мм и диаметром 8 мм вставляют в боковые кана-

лы, а рейку длиной 900 мм в центральный канал крыла. При этом боковые рейки не должны доходить до вершины тугольника крыла. Концы каналов зашивают.

Из стальной проволоки диаметром 1,5 мм сгибают крючка и с клеем привязывают

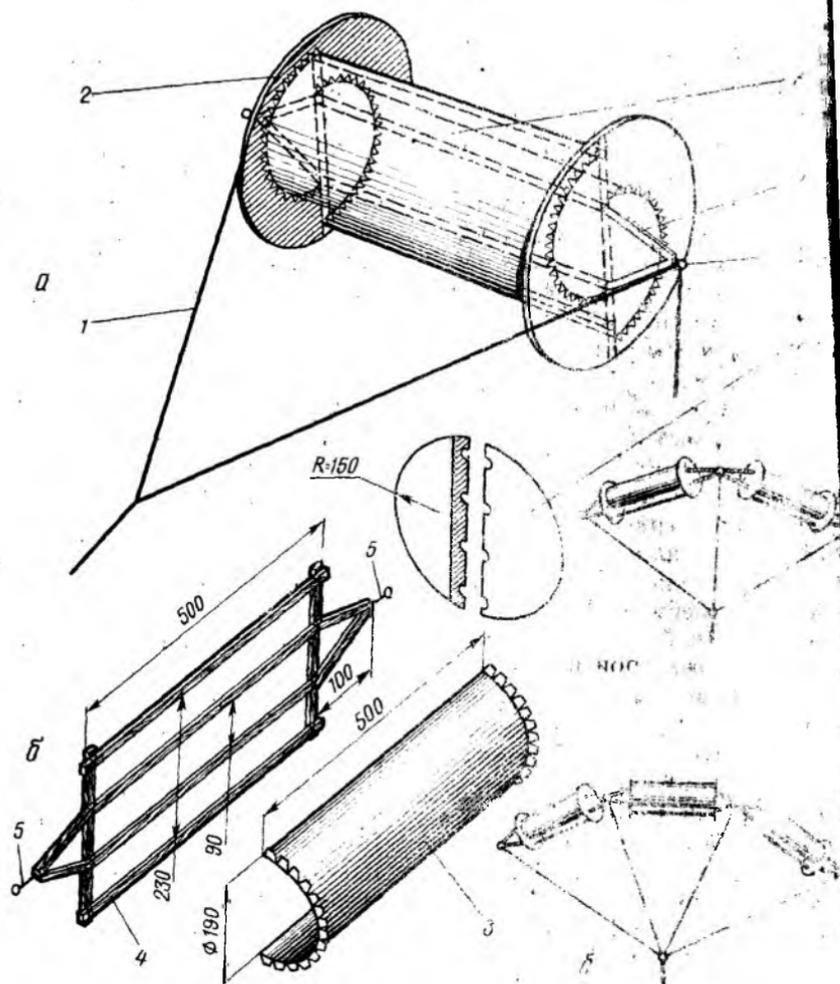


Рис. 3. Змей-вертушка:

*а* — змей; *б* — основные детали; *в* — гирлянда змея; *1* — уздечка; *2* — шея; *3* — лопасть; *4* — рама (каркас); *5* — ось

Пришитая полоска образует канал, в который будет вставляться центральная рейка. Один из концов канала зашивают, другой — оставляют открытым.

При сборке змея две предварительно заготовленные рейки длиной 1000 мм и диаметром 8 мм вставляют в боковые кана-

лы, а рейку длиной 900 мм — в центральный канал крыла. При этом боковые рейки не должны доходить до вершины треугольника крыла. Концы каналов зашивают.

Из стальной проволоки диаметром 1,5 мм сгибают два крючка и с клеем привязыва-

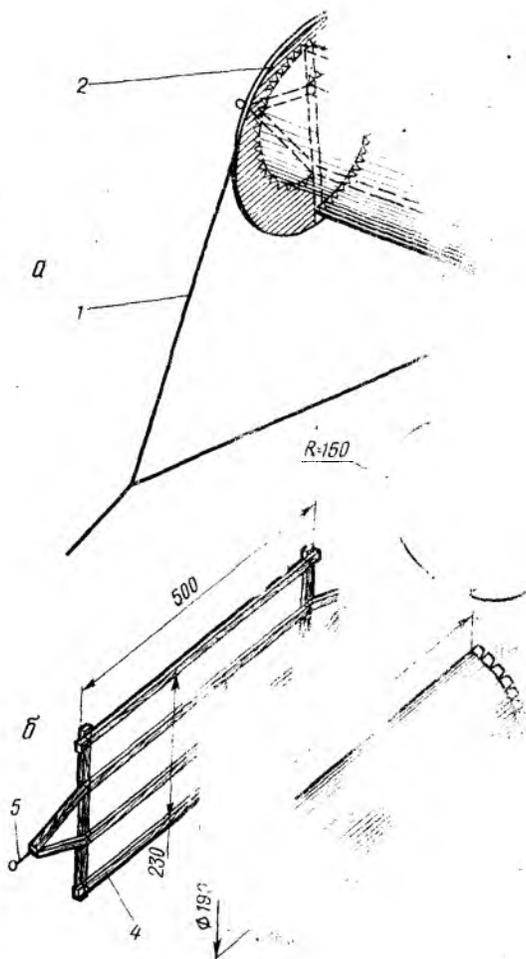


Рис. 3. Змей-вертушка:

*a* — змей; *б* — основные детали; *в* — гирлянда змеев; 1 — уздечка; 2 — щека; 3 — лопасть; 4 — рамка (каркас); 5 — ось

ют к концам поперечной рейки длиной 760 мм.

Горячим гвоздем прожигают три отверстия: два в точках А и В крыла, и одно в точке С — на киле. Просовывая крючки в точки А и В, закрепляют поперечную рейку, а на киле (в точке С) привязывают леер.

### Змей-вертушка (рис. 3).

В основе полета этого змея «эффект Магнуса». Что это такое? В 1852 году немецкий ученый Г. Магнус обнаружил эффект обтекания воздухом вращающейся трубы: воздушная струя, обтекающая трубу поперек ее оси, отклоняется в направлении вращения. Если разрезать трубу (цилиндр) вдоль оси пополам и сместить обе половинки друг относительно друга, получится вертушка. Цилиндр будет крутиться, появится и эффект образования подъемной силы. Благодаря созданию подъемной силы и летает змей-вертушка.

Для изготовления этого змея необходимы сосновые рейки, плотная чертежная бумага, нитки и клей.

Рейки сечением  $4 \times 4$  мм соединяют нитками с клеем в рамку, к концам которой привязывают отрезки проволоки диаметром 1,5—2 мм. На них будет вращаться сама вертушка. На оси надевают петли из жести для уздечки. Чтобы петли не слетали, к концам осей припаивают шайбы.

Из чертежной бумаги вырезают четыре полуокружности. В них делают вырезы под рейки, а затем попарно склеивают на рамке, чтобы получились две круглые щеки. Из ватмана вырезают два прямоугольника размером  $520 \times 300$  мм, по

меньшим сторонам которых делают зубцы. Отогнув их, сгибают бумажные прямоугольники; получаются своеобразные лопасти. Остается только вклеить их между щеками.

Для хвоста можно использовать полоски креповой бумаги шириной 30—50 мм и длиной около 3 м.

При запуске вертушку располагают так, чтобы она как бы накатывалась на ветер, и «карман» любой лопасти должен ловить воздух снизу змея.

### Коробчатый змей (рис. 4).

Для его изготовления необходимы три основные рейки диаметром 4,5 мм и длиной 690 мм и 12 коротких реек сечением  $3 \times 3$  мм и длиной 230 мм. Короткие рейки заостряют и вставляют на клею в основные под углом  $60^\circ$ . Оклеивают змей папиросной бумагой. Масса его 55—60 г.

Уздечка состоит из верхней и нижней нитей, причем ниж-

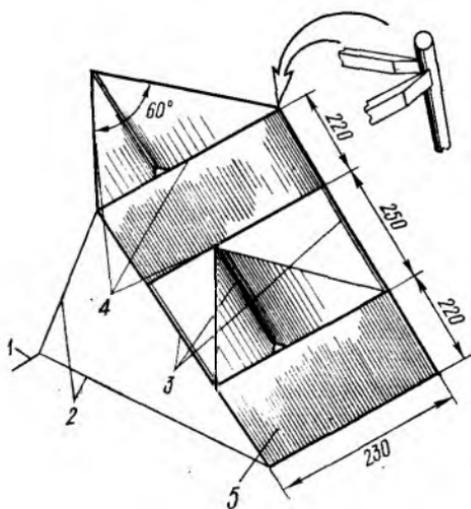


Рис. 4. Коробчатый воздушный змей:

1 — леер; 2 — уздечка; 3 — основные рейки-лонжероны; 4 — распорные рейки; 5 — обтяжка



Обтяжку змея делают из двух полос лавсановой пленки или кальки, приклеенных по краям к рейкам каркаса. Подойдет для обтяжки и полиэтиленовая пленка. Всего потребуется два листа длиной 1300 мм и шириной 220 мм. Кроме того, нужен какой-либо клей (ПВА, БФ-2, БФ-4), 20 м крепкой нитки и 0,5 м стальной проволоки диаметром около 0,6 мм. Из бумаги вырезают выкройку для каждой из полос по размерам, приведенным на рисунке.

Полоски шириной 10 мм, выступающие за контур, изображенный на чертеже тонкой линией, служат припуском.

По тонким линиям каждой из длинных сторон укладывают нить, предварительно сделав на ней через каждые 200 мм петли длиной 80 мм. Всего должно быть пять таких петель — по числу вырезов на каждой длинной стороне листа. Концы нити с обеих сторон должны выступать на 80 мм.

Уложив нить на полосу по тонкой линии, а затем промазав ее и припуск клеем, соединяют все детали обтяжки и каркаса между собой. В середине каждого кольца вклеивают две легкие сосновые рейки-нервюры сечением 5×1 мм. Их назначение — устранить продольные складки.

Выстрогав прямые и гладкие лонжероны одинаковой длины, отступают на 10 мм от их концов и делают круговые неглубокие канавки.

Готовые детали тщательно обрабатывают наждачной бумагой, концы дополнительно закругляют. Распорки крестовин следует подгонять по длине.

Вначале с помощью плоскогубцев изготавливают восемь вилок из проволоки диаметром 0,6 мм по размерам, указанным на рис. 5. Закрепляют каждую вилку нитками с клеем на конце распорки, чтобы последние держались на лонжеронах. Подгонку длины распорок лучше выполнять на собранном змее. Вначале берут кольца обтяжки и разрезают петли нитей так, чтобы образовались «усики». Кольцо обтяжки, надетое на один из лонжеронов, привязывают «усиками» к передней части лонжерона в двух точках. Точно так же поступают и с другими лонжеронами, а затем привязывают с другой стороны второе кольцо. Одновременно, разрезав центральные нитяные петли, прикрепляют «усики» и к нервюрам на обоих кольцах.

Собрав змей, вставляют с одной стороны рейку-распорку. Делают это обычно вдвоем. Наложив на соответствующие лонжероны распорные рейки с вилками, осторожно натягивают обтяжку, а затем, опуская другие концы распорок и примеряя их длину, последовательно и понемногу срезают оставленный запас. Окончательно длину реек-распорок подгоняют так, чтобы змей не имел перекосов. После этого на противоположных концах реек закрепляют вилки нитками с клеем. Концевые вилки на каждой из распорок располагают в одной плоскости. Затем, вставив одну крестовину, подгоняют вторую пару деталей и соединяют их между собой. Для этого посередине одной из каждой пар реек-распорок устанавливают на нитках с клеем проволочную скобу,

сквозь которую проходит вторая соседняя распорка.

Делают 16 полосок длиной по 90 мм и шириной по 26 мм. Этими полосками заклеивают лонжероны внутри колец. Делать это нужно тогда, когда конструкция собрана и крестовины поставлены.

Уздечка змея состоит из четырех петель, привязанных к нижним лонжеронам. Все петли соединяют в один узел, расположенный против геометрического центра передней стенки верхнего кольца и на расстоянии 250 мм от нее. Конец уздечки имеет небольшой деревянный костыль.

Змей запускают на прочном шпагате-леере, намотанном на рогульку или палку. Для полета выбирают открытое место, вокруг которого нет радиоантенн, деревьев и электрических проводов.

**Ромбический коробчатый змей** (рис. 6) выполнен по схеме Потера. От предыдущего он отличается большими размерами (длина 1,6 м, ширина 2 м) и более сложной конструкцией. Для увеличения подъемной силы змей-великан (назовем его так) снабжен открывками, что придает сходство с первыми самолетами.

Каркас змея делают из сосновых реек сечением 15×15 мм. Подойдут также бамбуковые палки, дюралюминиевые трубки диаметром 12—15 мм или угловые сечением 15×15 мм. Всего понадобится четыре рейки длиной 1,6 м, одна 2 м, две 1,2 м и две 0,8 м. Материал кроют так, как показано на рис. 6, полотнища сшивают. Для открывков готовят выкройку из плотной

бумаги в натуральную величину, чтобы они получались одинаковыми. По периметру полотен и открывков шьют тонкий шпагат и в указанных точках привязывают к нему «хвостики» для крепления на каркасе. Места вокруг «хвостиков» дополнительно усиливают тканью, как показано на рис. 6 (узел Г).

На концах продольных реек в лонжеронах делают пазы, привязывают к ним полотна и растяжки. Распорки (две длиной 1,200 м и две 0,8 м) делают с запасом длиной 5—10 мм для того, чтобы в случае ошибки при раскрое полотен можно было регулировать их натяжение. Концы распорок запиливают. Определив после предварительной сборки змея места крепления поперечины, приклеивают к ним специальные гнезда (рис. 6, узел А). Поперечную рейку закрепляют суровыми нитками. Однако этот способ трудоемок и не очень удобен в тех случаях, когда место запуска находится далеко. Можно попробовать разработать более простое и надежное крепление поперечины. В том случае, когда змей предполагается часто собирать и разбирать, распорки связывать между собой не следует.

Жесткость каркаса обеспечивают четыре растяжки из пенькового крученого шпагата диаметром 2—3 мм. Их смачивают водой и натягивают по диагонали между продольными рейками — лонжеронами.

Детали каркаса окрашивают нитрокраской.

Собирают змей следующим образом. На ровном месте расстилают сложенные вдвое верх-



нее и нижнее полотна, вставляют внутрь продольные рейки и привязывают их к полотнам. Ставят распорки и поперечную длинную рейку, затем привязывают открылки и натягивают растяжки, обращая особое внимание на параллельность реек. Уздечку прикрепляют к продольной стойке, обращенной к открылке с противоположной от бруска стороны поперечной планки. Длина подбирается опытным путем во время испытаний.

Если змей задуман неразборным, то натянутые полотна для большей жесткости неплохо покрыть особыми составами. Это сделает ткань воздухопроницаемой и улучшит аэродинамику конструкции.

Пропитку осуществляют смесями в три этапа. Для первой и второй пропиток применяют смесь следующего состава: клей костный — 3 весовые части, мыло хозяйственное — 1 весовая часть, вода — 3 весовые части. Расход при первом покрытии — 200 г/м<sup>2</sup>, при втором — 40—60 г/м<sup>2</sup>.

Для третьей пропитки используют такой состав (в весовых частях): клей костный — 3, мыло хозяйственное — 1, мел (порошок) — 1,5—2. При трехслойном покрытии полотна будут хорошо натянуты.

Теперь змей можно окрасить (каркас был окрашен ранее). Цвет выбирают такой, чтобы он был хорошо виден на фоне неба. В частности, поверхности, обращенные к земле, лучше сделать белыми или ярко-желтыми, а противоположные — красными.

Подъемная сила у змея большая, поэтому и запускать его

нужно не одному, а вдвоем или даже втроем. Для запуска применяют тонкий капроновый шнур или крученый пеньковый шпагат диаметром 3—4 мм.

Пробные полеты проводят на большом открытом поле, подальше от высоких деревьев и линий электропередачи.

Змей можно использовать для сброса почты и небольших грузов в игре «Зарница».

**Запуск змеев.** Как было сказано ранее, воздушные змеи запускают на тонком, прочном шнуре-леере. Особенно внимательно надо отнестись к выбору места запуска.

Необходимым условием полета змея является ветер. Змеи различных размеров летают при определенной скорости ветра. Большой и тяжелый змей вряд ли удастся запустить при слабом ветре, когда уверенно может держаться в воздухе змей, изображенный на рис. 4.

Запускать змей лучше с пробегом вдвоем. Один — запускающий держит в руках леер, другой (помощник) отходит со змеем по ветру на 45—50 м. По сигналу запускающего помощник поднимает змей и толкает его вверх. В это время запускающий бежит против ветра с леером или подтягивает его, пока змей не взлетит на высоту 30—35 м. На небольшой высоте ветер неравномерен и порывист, поэтому при взлете надо быть особенно внимательным. Иначе можно поломать змей. На высоте около 50 м ветер обычно ровнее и скорость его больше, чем у земли. Если есть натяжение леера, то для набора высоты его надо плавно отпустить — сдавать.

При слабом ветре змей может набирать высоту и удерживаться на ней только с вашей помощью — надо бежать против ветра или подтягивать леер на себя.

Если при запуске змей не поднимается высоко и, как говорят, «лежит» (или «не тянет»), значит мала его подъемная сила. В этом случае укорачивают верхнюю часть уздечки.

Бывает и другое: на коротком леере змей стоит прямо над головой, но когда отпустишь леер, он не поднимается. Значит, снова недостаточна подъемная сила. Но по другой причине — мала верхняя часть уздечки. Ее надо удлинить.

Иногда при сильном, порывистом ветре змей может раскачиваться, валиться набок, стремиться «клюнуть» вниз. В этих случаях следует немного отпустить леер и все выправится. Для снижения змея леер подтягивают и сматывают на катушку или рогульку.

**Игры и соревнования.** С воздушными змеями в пионерском лагере можно проводить разнообразные игры и соревнования — на скорость сборки и запуска на леере определенной длины, на высоту подъема.

Особенно большой интерес вызывает запуск воздушных змеев с применением «почтальонов». Воздушные «почтальоны» — приспособления, которые под напором ветра скользят вверх по лееру. Такой лист скользит по лееру вверх и там так и остается — опуститься вниз не может.

Более интересны «почтальоны», которые можно запускать многократно. На рисунке показана

но устройство такого приспособления. Основа его — бумажная трубка, надеваемая на леер. В ней по направляющим скользит стержень (ударник) из стальной проволоки диаметром 1 мм. Его передний конец делают в виде кольца, обращенного своей плоскостью к оси трубки. Задний конец представляет собой крюк, прямолинейная часть которого направлена вперед и проходит сквозь отверстие скобы. Между ее лапками на крюк надевают петлю нити, на нижнем конце которой висит парашют. Трубку склеивают из двух или трех слоев бумаги. После склейки трубку обрезают на длину 70 мм. Кроме того, делают снизу два коротких поперечных разреза длиной по 5 мм для верхних лапок скобы, изготовленной из жести. Эти лапки отгибают изнутри трубки, причем нижние отгибают так, чтобы отверстия в них оказались на одном расстоянии от стенки трубки. Внутри трубки на клею устанавливают два деревянных «сухарика». Вставляют в них изогнутый проволоочный стержень с крючком — он должен легко входить в отверстие скобы. Затем сгибают кольцо на переднем конце стержня. «Почтальон» готов к запуску.

Перед запуском на леере около змея укрепляют стопор (фанерный диск) большего диаметра, чем кольцо на конце стержня. Купол парашюта вырезают из листа микалентной бумаги размером 350×350 мм, в середине делают отверстие. Стропы из тонких ниток длиной 450 мм клеят к куполу. «Парашютист» должен весить около 10 г. К не-

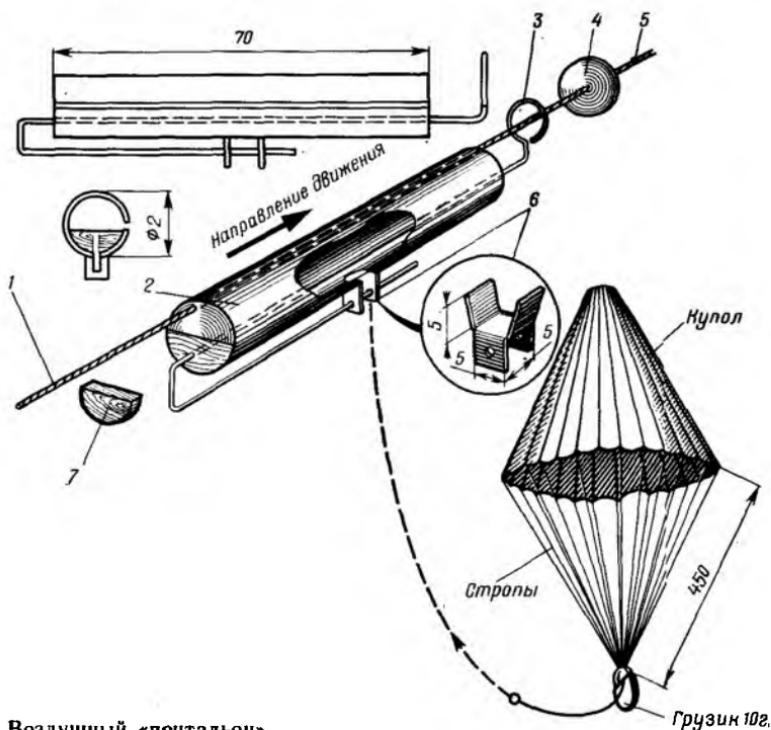


Рис. 7. Воздушный «почтальон».

1 — леер; 2 — корпус; 3 — ударник; 4 — упор;  
5 — узел на леере; 6 — скоба; 7 — сухарик

му привязывают нитку, заканчивающуюся петлей, которую надевают на нижний крючок стержня.

Разогнув трубку, вводят в прорезь леер и продевают его в переднее кольцо стержня. На нижний крючок стержня надевают петлю, прикрепленную к «парашютисту». Ветер, надувая парашют, потянет трубку «почтальона» по лееру вверх, пока кольцо стержня не упрется в ограничитель. После этого стержень от удара сдвинется назад, освободит нитку, привязанную к «парашютисту», он отцепится и начнет приземляться.

С летающих воздушных змеев можно сбрасывать грузы, парашюты, листовки при помощи

и другого воздушного «почтальона» — парусной тележки, поднимающейся по лееру.

Работает такой воздушный «почтальон» по следующему принципу. На натянутый парус давит ветер, благодаря чему тележка, надетая скобами на леер, с грузом в замке поднимается. Ударник «почтальона», дойдя до упорной палочки-ограничителя на леере, ударяется в нее. Замок открывается, груз падает, парус, освобожденный от растяжек, складывается и тележка устремляется вниз.

**Парусная тележка** (рис. 8) состоит из основания, ударника, замка и паруса. Основание — сосновая рейка длиной 150 мм и сечением 10×8 мм. На одном

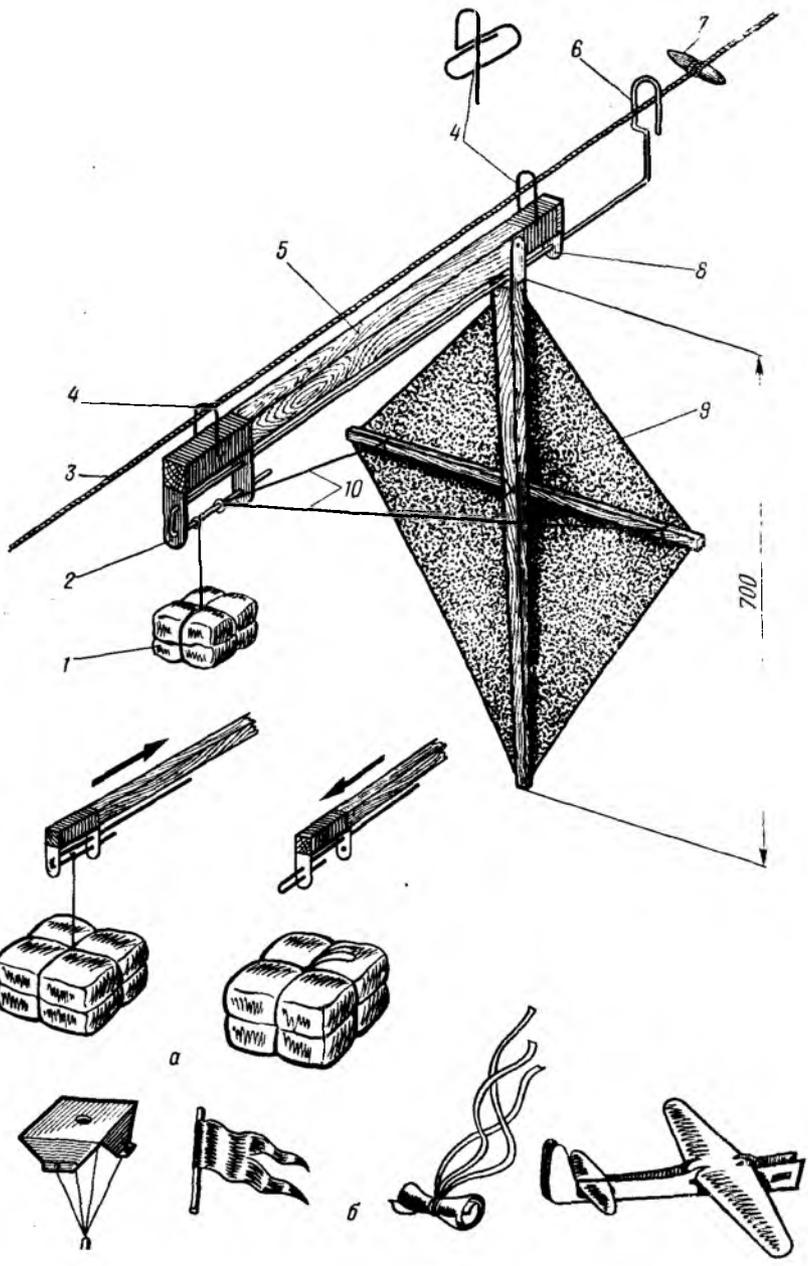


Рис. 8. Парусная тележка:

*a* — схема работы замка; *b* — виды сбрасываемого груза; 1 — груз («почта»); 2 — замок; 3 — леер; 4 — скользящие петли; 5 — основание; 6 — ударник; 7 — ограничитель на леере; 8 — скоба; 9 — парус; 10 — растяжка паруса

ее конце нитками с клеем привязывают скользящую петлю из скрепки и замок — П-образную пластину из алюминия шириной 8 мм. На другом конце рейки закрепляют вторую петлю. Один конец ударника, изготовленного из стальной проволоки диаметром 1,5 мм, изгибают буквой П и вставляют в замок, другой, продев через скобу, выгибают полукольцом.

Каркас паруса представляет собой две перекрещивающиеся рейки: горизонтальная длиной 500 мм и сечением 6×6 мм, вертикальная длиной 700 мм и сечением 8×6 мм. Концы реек стягивают прочной ниткой и склеивают бумагой или легкой тканью. Вертикальную рейку паруса шарнирно крепят к основанию тележки. Из суровых ниток делают растяжку и прикрепляют ее к концам горизонтальной рейки. Длину растяжки выбирают так, чтобы угол установки паруса к основанию был около 80°.

Для отправки «почтальон» надевают на леер скользящими петлями, а затем подвешивают груз в замок и ставят растяжку. Под напором ветра парусная тележка пойдет вверх. Как только ударник дойдет до упора на леере, он передвинется назад, замок откроется и груз упадет. Парус тележки сложится, «почтальон» спустится вниз по лееру.

Совсем недавно, в конце 70-х годов, древние летательные аппараты получили дальнейшее развитие — появились пилотажные змеи. Первые, не всегда удачные экспериментальные полеты помогли разработать оптимальные размеры и форму,

изучить технику управления таким змеем. Как и во всех моделях среди акробатических змеев есть как простые, так и сложные конструкции. Для начала рекомендуем построить **несложный пилотажный змей** (рис. 9).

Прежде чем приступить к работе над этой моделью, надо приготовить все необходимое: рейки, материал для паруса, проволоку диаметром 1 мм, липкую ленту-скойч, клей и нитки.

Из сосны выстрагивают центральный лонжерон переменного сечения, один конец которого (передний) имеет размеры 10×8 мм, другой — 10×5 мм. Впереди из двух накладок делают вилку для резиновой нити, а на расстоянии 110 мм нитками с клеем закрепляют кронштейн, предварительно изготовленный из алюминия толщиной 1 мм. В хвостовой части перпендикулярно лонжерону вклеивают балку длиной 110 мм, к концам которой привязывают два крючка для крепления хвоста.

Боковые лонжероны — из основных реек сечением 10×10 мм впереди и 10×5 мм в конце. На расстоянии 22 мм от края (в месте большего сечения) сверлят отверстие диаметром 2 мм и привязывают два крючка из проволоки диаметром 1 мм: один — для крепления стягивающей резинки — на расстоянии 110 мм, другой — для крепления леера — на расстоянии 280 мм. Затем вставляют боковые лонжероны в кронштейн и закрепляют болтами М2.

Обтяжку паруса выкраивают из лавсана или ткани типа «блонья».



Рассмотрим вариант оклейки лавсаном. К лонжеронам ее прикрепляют клеем БФ-2 или «Моментом», усиливая по периметру липкой лентой типа «скойч». Для предотвращения нежелательного явления, флаттера, в парусе делают 36 отверстий диаметром 5 мм и наклеивают скойчем на каждую половинку три своеобразных нервюры (рейки) длиной 240, 230 и 200 мм. Готовую модель регулируют на планирование — она должна пролететь 12—15 м. Обычно приходится загружать заднюю часть модели, прикрепляя груз к центральному лонжерону.

К крючкам хвостовой балки привязывают хвост из капроновой ленты размером  $4000 \times 100$  мм.

Запуск змея и его пилотирование будут рассмотрены немного позже, после знакомства с более сложной моделью акробатического змея.

**Пилотажный змей «Акробат»** (рис. 10) сконструировал москвич А. Милорадов. Основа змея — дельтавидное крыло. От классического крыла Рогалло «Акробат» отличается удлиненной центральной рейкой. Это сделано для повышения продольной устойчивости. Угол между боковыми рейками-лонжеронами составляет  $156^\circ$  и является оптимальным. Поперечную устойчивость обеспечивают приподнятые относительно центральной рейки концы боковых лонжеронов.

Своеобразным стабилизатором является хвост змея, длина которого составляет 6 м. Если ленту, предназначенную служить в качестве хвоста, сде-

лать короче, аппарат потеряет продольную устойчивость, длиннее — существенно ухудшится управляемость.

Управляется змей двумя левыми длиной по 70 м. Исползовать более длинные нет смысла, так как это повлечет запаздывание команд и неточность их передачи.

Работу над пилотажным змеем начинают с изготовления металлических деталей. Прежде всего сгибают пружинный шарнир. Для него потребуется проволока ОВС диаметром 3 мм. Из проволоки той же марки диаметром 2 мм делают две оси шарниров, а диаметром 1 мм — два крючка фиксатора, носовую и хвостовую спицы, а также хвостовую карабин.

Для укрепления боковых реек-лонжеронов потребуются четыре жестяные трубки с внутренним диаметром 3,5 мм; две из них запаивают с одной стороны, а к двум другим припаивают крючки фиксаторов и ушки шарнира из жести толщиной 0,6 мм.

Рейки-лонжероны — из сухой мелкослойной ели. После предварительной обработки их тщательно вышкуривают и покрывают эмалитом. Следует отметить, что лонжероны имеют минимальные поперечные размеры и работают на пределе прочности, поэтому не следует уменьшать их сечения.

Сборку каркаса начинают с установки на центральном лонжероне носовой спицы и пружины, а затем хвостовой спицы и карабина. Узлы крепления фиксируют нитками с клеем. Тем же способом закрепляют на боковых

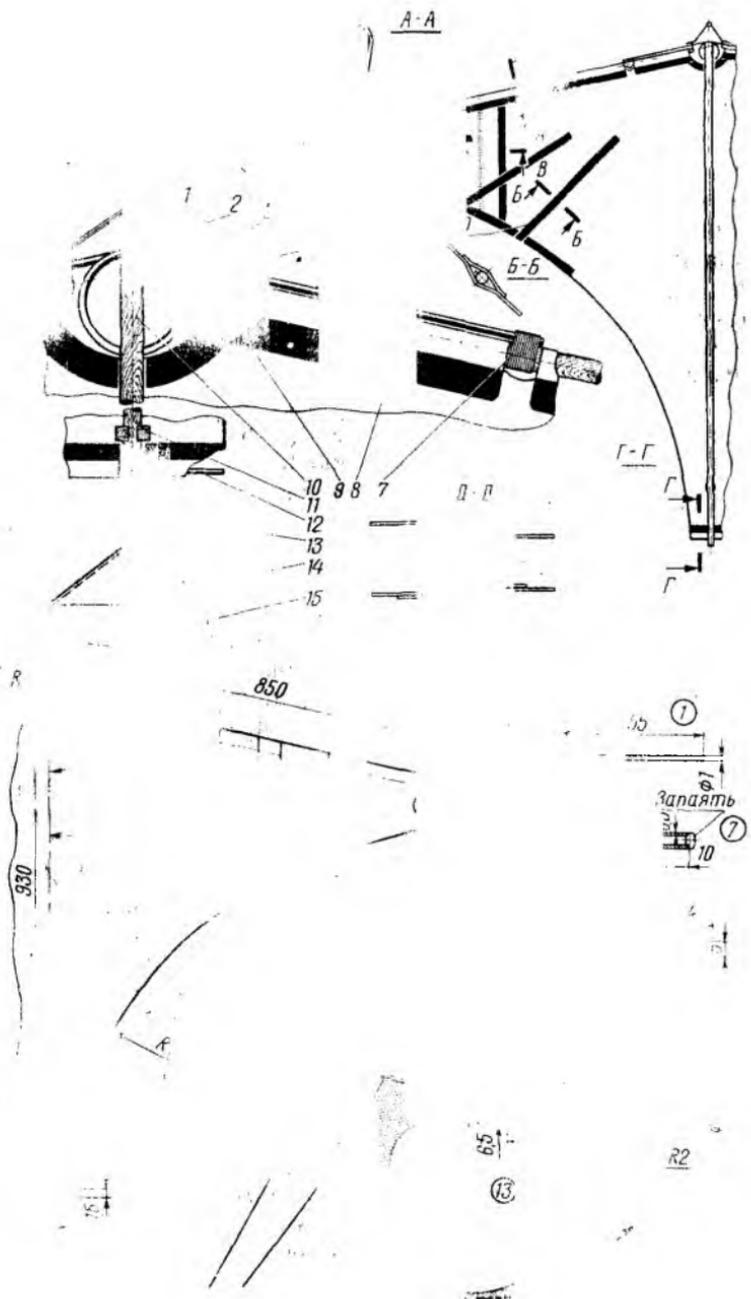


Рис. 10. Пилотажный змей «Акробат»:

- 1 — носовая спица; 2 — фиксатор; 3 — крючок фиксатора; 4 — трубка шарнира; 5 — ухо шарнира;
- 6 — центральная пружина; 7 — стакан; 8 — парус; 9 — боковая рейка-лонжерон; 10 — центральная рейка-лонжерон;
- 11 — балансировочный груз; 12 — хвостовая спица; 13 — карабин; 14 — фигурный кронштейн; 15 — хвостовая лента



лонжеронах жестяные «стаканчики».

Далее в прорези на корневых частях боковых реек-лонжеронов необходимо вставить оси и посадить на них шарниры, после чего лонжероны надевают на «усы» центральной пружины и притягивают, как показано на рисунках, резиновой нитью.

Оболочку крыла (парус) склеивают из лавсановой пленки с помощью липкой ленты-склейки. Такой парус обладает лишь одним недостатком — невысоким, особенно в морозную погоду, полетным ресурсом — не более 50 ч.

В последних вариантах «Акробата» использовался парус из ткани типа «болонья», имеющей большую прочность и долговечность. Но эта ткань гигроскопична, и поэтому в дождливую погоду аппарат тяжелеет и летает «неохотно». После полетов парус из болоньи обязательно просушивают. Для первых пилотажных змеев лучше воспользоваться тонким полиэтиленом.

Закрепив парус на каркасе, змей запускают как планер; правильно отрегулированный, он должен пролетать не меньше 20 м. Если «планер» пикирует, на его хвостовой части закрепляют грузик — небольшую полоску свинца.

Для уздечки потребуется капроновая нить или леска длиной 4—5 м. Ее концы привязывают к боковым лонжеронам, а середину — к центральному. Змей приподнимают за два образовавшихся кольца и подвешивают так, чтобы носовая спица касалась пола, а хвостовая была приподнята на 50—80 мм. В точках подвески следу-

ет завязать по петле — к ним крепят леера управления.

Хвост — капроновая лента шириной 70 мм и длиной 6 м. Для его фиксации к хвостовому карабину необходимо согнуть фигурный кронштейн из алюминиевой проволоки диаметром 2 мм. Прочные кронштейны делать нежелательно — при зацепах алюминиевый сгибается и змей теряет лишь хвост, но не ломается.

Леера изготавливают из капроновой лески. Основное требование к ним — прочность: каждый должен выдерживать на разрыв не менее 5 кгс. Леера крепят к уздечке карабинами, свободные их концы соединяют перемычкой длиной 1,6 м, на которую насаживают ручки управления — отрезки дюралюминиевых труб диаметром 12—15 мм и длиной 70—80 мм.

При первых запусках не забывайте, что «Акробат» чутко реагирует буквально на каждое движение ручек.

Осваивать управление змеем и овладеть первыми фигурами пилотажа лучше всего при скорости ветра 5—10 м/с. Для этого леера растягивают на земле по ветру, подсоединяют их к уздечке, а затем к центральному лонжерону крепят хвост. Помощник приподнимает аппарат до уровня плеч и удерживает его за центральную пружину. Пилот перебрасывает перемычку за спину и, взявшись за ручки управления, натягивает нити и подает команду на старт. Помощник выпускает змей легким толчком вверх.

Подниматься в небо он должен плавно, постепенно наби-



Рис. 11. Примерный комплекс фигур для пилотажного змея

рая скорость. На отклонения его от курса, даже самые незначительные, необходимо реагировать быстрыми, но нерезкими движениями ручек управления. После набора высоты устанавливают «Акробат» строго по ветру и обращают внимание на расположение ручек. Если они находятся не на одном уровне, то змей сажают и укорачивают один из лееров.

Управлять пилотажным змеем не слишком сложно. Если потянуть, например, за правый леер, «Акробат» начнет поворачивать вправо, но стоит вновь выровнять ручки управления, как он полетит прямо в том направлении, которое ему задали.

Петли выполняют также на-

тяжением одного из лееров. Начав делать петлю, не выравнивают ручки до тех пор, пока змей не выйдет из пикирования и не начнет подниматься. Сделав несколько петель в одну сторону, разворачивают его и делают столько же в другую сторону, чтобы тем самым размотать леера.

Старайтесь, чтобы петли были «круглыми», и отработайте их выполнение до автоматизма. Попробуйте в определенные фазы разворотов включать прямолинейный полет, это делает петли «квадратными», «треугольными» или даже «шестиугольными».

Примерный комплекс фигур для пилотажных змеев дан на рис. 11.

## ВОЗДУШНЫЕ ШАРЫ

Так уж распорядилась история, что летательным аппаратом, на котором был осуществлен первый полет человека, явился тепловой воздушный шар. Давно замечено, что вверх поднимается и дым и нагретый воздух. Первые попытки постройки и полеты на тепловом шаре относятся к середине XVIII века. Но достоверность этих фактов пока не подтверждена документально.

Одними из первых, кто хотел использовать теплый воздух для полетов, были французы: братья Жозеф и Этьен Монгольфье. 5 июня 1783 года в Видалон-лез-Анноне они испытали свой первый аппарат. Их шар диаметром около 12 м, наполненный горячим дымом, легко поднялся вверх, изумив этим публику. Пассажиров у того первенца не было. Братья стремились к следующему шагу. И 19 сентября они подняли на воздушном шаре первых «испытателей»: петуха, утку и барана. С тех пор тепловые воздушные шары стали называть монгольфьерами.

Первый полет человека на воздушном шаре был совершен 21 ноября 1783 года в Париже. Воздухоплаватели Пилатр де Розье и д'Арланд поднялись на высоту около 1 км в корзине, прикрепленной к наполненному горячим воздухом шару. Пробыли они в полете около 25 мин.

Равнодушных среди тех, кому не чужда была фантазия, не осталось. Предлагались проекты один оригинальней другого. Но реальных было немного. И уже 1 декабря Ж. Шарль вместе со своим другом опробовали на практике собственное новшество — наполнили шар легким газом — водородом. Публика Парижа была изумлена — аппарат пробыл в полете два с половиной часа и достиг высоты около 3 км.

24 ноября 1783 года был совершен и первый запуск воздушного шара в России. Это было в Санкт-Петербурге, у Эрмитажа.

Тот же 1783 год связан с еще одним юбилеем в истории воздухоплавания. Именно тогда член Петербургской академии

наук Л. Эйлер вывел формулы для расчета подъемной силы шара.

Через 20 лет, 20 июня 1803 года, в Петербурге состоялся первый в России полет человека на воздушном шаре. «В присутствии императорской фамилии и великого стечения зрителей» его совершил французский воздухоплаватель Гарнерен с женой. А примерно через месяц вместе с Гарнереном на воздушном шаре вверх поднялся и русский генерал С. Л. Львов. Возможно, этот подъем был связан с попыткой применения воздушных шаров в военном деле.

Русские первыми в мире проводили полеты на воздушных шарах с научными целями. Академик Я. Д. Захаров и бельгийский воздухоплаватель Э. Робертсон 30 июня 1804 года применили воздушный шар (аэростат) для изучения верхних слоев атмосферы.

Интересный факт в истории воздухоплавания относится к 1806 году. Участники известной русской научной экспедиции И. Ф. Крузенштерна, совершавшей кругосветное путешествие, пустили в японском порту Нагасаки 6 февраля небольшой монгольфьер. Подъем организовал член-корреспондент русской Академии наук Г. И. Лангдорф для изучения воздушных течений. Это был первый в мировой практике пуск шаропилота с научной целью.

Вновь полеты на аэростатах с научными целями были совершены в России только в конце 60-х годов прошлого столетия. А еще позже великий ученый, создатель периодической систе-

мы элементов Д. И. Менделеев 19 августа 1887 года совершил полет на воздушном шаре для изучения солнечного затмения. После этого он предложил использовать герметичные кабины для высотных полетов.

В 1891 году изобретатель радио А. С. Попов провел сеанс радиосвязи со своим помощником П. Н. Рыбкиным, находившимся на воздушном шаре под облаками.

На рубеже двух столетий в России стало заметным отставание техники воздухоплавания от западноевропейской, о чем свидетельствовало прежде всего отсутствие в постройке дирижаблей.

После Великой Октябрьской революции началось широкое применение аэростатов для полетов с научными целями, особенно для исследования стратосферы.

Славную страницу в историю освоения стратосферы вписали советские воздухоплаватели 30 сентября 1933 года, когда стартовал первый наш стратостат «СССР-1», достигший высоты 19 000 м. А 30 января 1934 года отважные советские исследователи — пилот П. Ф. Федосеев, научные работники А. Б. Васенко и И. Д. Усыскин на стратостате «Осоавиахим-1» достигли высоты 22 000 м. К сожалению, этот полет закончился трагически — все трое стратонавтов погибли.

В годы Великой Отечественной войны широко использовались привязные аэростаты как средство противовоздушной обороны. В настоящее время аэростаты находят применение для метеонаблюдений в верхних

слоях атмосферы. В некоторых странах (США, Польша) аэростаты нередко применяют в спортивных целях.

**Воздушный шар (аэростат)** — летательный аппарат легче воздуха, полет которого объясняется законом Архимеда: сила, выталкивающая погруженное в жидкость (или газ) тело, равна весу жидкости (или газа) в объеме этого тела. Данная сила направлена вертикально вверх и приложена к центру объема погруженной части тела. Иными словами, аэростат поднимается вверх (всплывает) благодаря подъемной силе газа, заключенного в оболочку.

Различают свободные и привязные аэростаты. Свободные аэростаты имеют шаровидную форму, состоят из легкой оболочки, строп и гондолы (корзины) для экипажа. Оболочку для них изготавливают из тонкой резиновой ткани и через горловину наполняют легким газом. На вершине оболочки устроен клапан для выпуска газа при снижении.

Привязной аэростат имеет удлиненную оболочку и на корме для устойчивости — рули. Запускают такой аэростат на тросе с помощью лебедки.

**Стратостат** отличается от аэростата тем, что имеет оболочку больших размеров и герметичную кабину с иллюминаторами.

Существенный недостаток всех аэростатов — их неуправляемость; они летели туда, куда дует ветер. Только в 1852 году удалось избавиться от этого недостатка. Француз А. Жиффар построил сигарообразный

управляемый аэростат с двигателем — дирижабль.

Конструктивно различают мягкие, полужесткие и жесткие дирижабли. У мягких дирижаблей кабина и двигатель крепятся на стропах к оболочке из газонепроницаемой ткани. У полужестких — оболочка из ткани, а гондола и моторы закреплены на килевой металлической ферме. Жесткие дирижабли имеют каркас из шпангоутов и стрингеров, обтянутых легкой и прочной тканью. Силовая установка жесткого дирижабля включает четыре-пять двигателей.

Как и самолет, дирижабль имеет оперение с рулями высоты и направления, но по сравнению с самолетом это более ранний вид воздушного транспорта.

Первый дирижабль в России был построен группой офицеров в 1908 году и назывался «Учебный». Всего в нашей стране изготовлено 16 дирижаблей.

В начале нашего столетия в Германии строили большие жесткие дирижабли типа «Цепелин» грузоподъемностью 60 т. В 1926 году на дирижабле «Норвегия» известный полярный исследователь Р. Амундсен достиг Аляски. В 1928 году на полужестком дирижабле «Италия» собственной конструкции У. Нобиле достиг Северного полюса.

Из отечественных дирижаблей наиболее известны «Московский химик-резинщик», совершивший много больших полетов, и самый крупный «Осоавиахим СССР В-6» (рис. 12). Его длина достигала 104,3 м, объем — 19 000 м<sup>3</sup>. В октябре

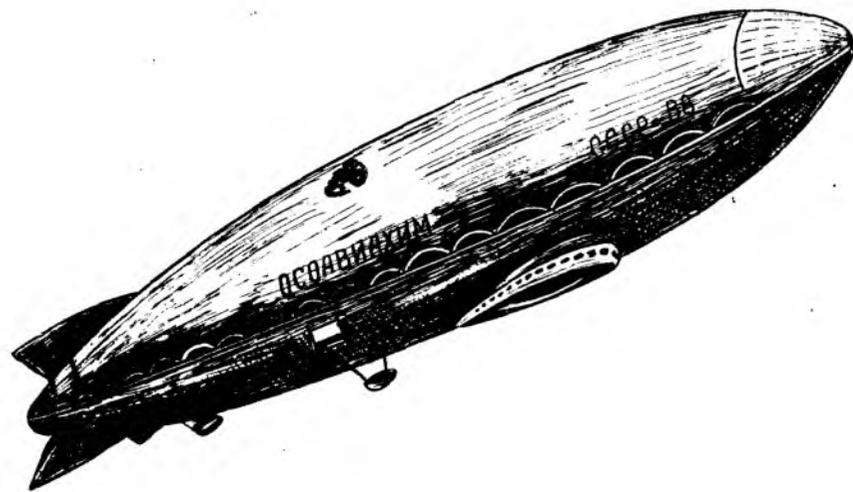


Рис. 12. Советский дирижабль «СССР-В6»

1937 года этот дирижабль с экипажем из 16 человек пробыл в воздухе без посадки более 130 ч, пролетев расстояние свыше 4800 км.

Применялись дирижабли и в годы войны.

Дальнейшего развития дирижабли не получили — слишком дорогой оказалась их постройка и эксплуатация. С применением легковоспламеняющегося водорода для наполнения оболочки возросла их пожароопасность. Было отмечено большое количество взрывов и катастроф, вследствие чего долгое время дирижабли не строили. В СССР последний дирижабль (мягкий), получивший название «Патриот», был построен в 1946 году.

В настоящее время интерес к аэростатам и дирижаблям вновь возрос. Современные материалы и передовая технология позволяют делать их прочными и надежными. А большая грузоподъемность и высокая

экономичность предполагают хорошие перспективы применения дирижаблей в интересах народного хозяйства.

Активная работа по воздухоплавательным летательным аппаратам проводится в Московском авиационном институте имени С. Орджоникидзе. Здесь создан проект дирижабля-термоплана, подъемная сила которого будет создаваться гелием и воздухом, нагреваемым выхлопными газами двигателей. Планируемая грузоподъемность — несколько сот тонн.

Успешно участвуют в разработке и постройке дирижаблей общественные конструкторские бюро в Ленинграде, Киеве, Новосибирске.

Несколько типов вертоустатов-дирижаблей с вертолетными двигателями разработано в ЦАГИ.

В 1987 году одна из американских фирм («Вестингауз-эйршип индастриз») приступи-

ла к постройке дирижабля «Сентинел-5000» с заполненной гелием оболочкой длиной 129 м, в которой будет размещаться антенна радиолокатора диаметром 11 м. Силовая установка — два дизельных двигателя мощностью 3000 л. с. (2200 кВт) с воздушными винтами, вращающимися в кольцевых обтекателях, обеспечат скорость полета до 180 км/ч. Для увеличения скорости в кормовой части гондолы предусмотрен турбовинтовой двигатель.

Оболочка «Сентинела» — из легкой и износостойкой ткани, представляющей собой слоистый материал из дакрона, тедлора и майлора.

Большую грузоподъемность дирижаблю обеспечивает высокое отношение мощности двигателя, составляющей 5800 л. с. (4300 кВт), к массе аппарата.

Изготовление тепловых воздушных шаров (монгольфьеров) — увлекательное занятие в пионерском лагере. А запуски бумажных аэростатов украсят любой праздник или игру «Зарница». Работа над воздушным шаром посильна ребятам 9—10 лет, материал для его постройки — папиросная бумага. Еще понадобятся клей, нитки, карандаш, линейка и ножницы.

**Постройка шара-монгольфьера.** Работу начинают с выбора размера шара. Хочется сразу же предостеречь от постройки монгольфьера диаметром менее 1,3 м, так как масса оболочки получается больше величины подъемной силы и шар не взлетит.

Тепловой воздушный шар диаметром 1,5 м (рис. 13) склеивают из 12 полос бумаги — додек. Для начала надо изгото-

вить шаблон одной дольки. Берут плотную бумагу (чертежную, обойную) длиной 2400 мм и шириной 400 мм, чертят вдоль осевую линию, делят ее на отрезки по 200 мм и проводят через полученные точки линии, перпендикулярные осевой. На них откладывают отрезки определенной длины в соответствии с чертежом. Полученные точки соединяют плавной линией, получая шаблон дольки шара, который надо вырезать ножницами.

После этого, взяв 12 полос папиросной бумаги длиной 2400 мм и шириной 400 мм, складывают их в пачку. Если нет бумаги такого размера, склеивают из тех листов, что есть в наличии. Затем на полученную пачку полос накладывают шаблон дольки, а чтобы полосы не смещались, закрепляют по концам каким-либо грузом. Аккуратно вырезают всю пачку по шаблону, получая 12 долек. Можно вырезать дольки и в два приема — по шесть штук.

Готовые дольки склеивают попарно, только по одной стороне — получится шесть «лодочек». Затем «лодочки» соединяют попарно между собой — получится три «пилоточки». Остается склеить их. Особое внимание следует обратить на склейку швов — их желательно делать шириной не более 5—7 мм, которая должна быть одинакова для всех швов.

Располагать швы лучше внутри оболочки шара. Для этого перед склейкой последнего шва ее необходимо вывернуть. Шар с наружными швами выглядит менее привлекательно, но на полет это не влияет.

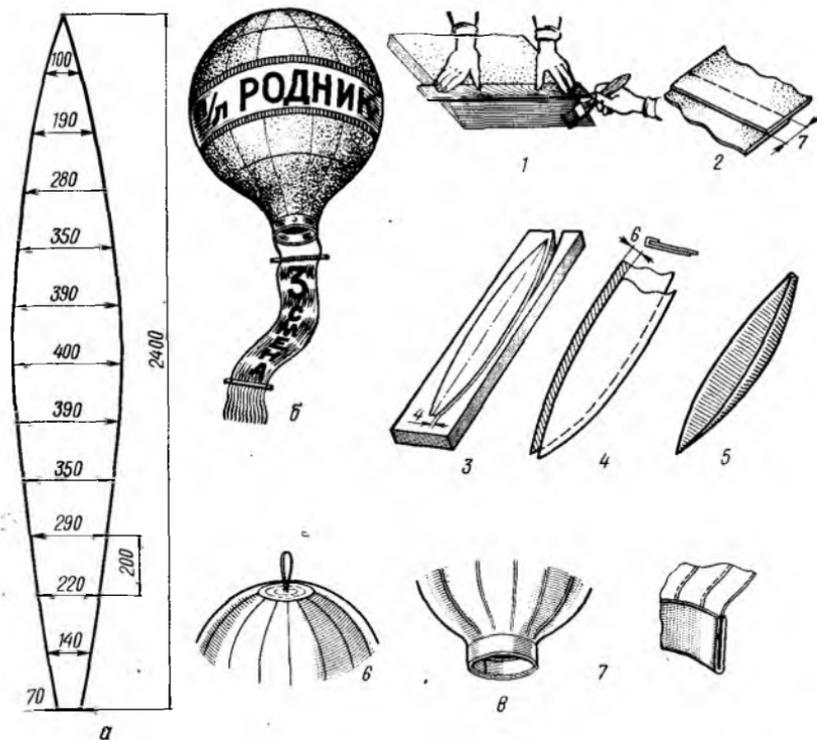


Рис. 13. Тепловой воздушный шар диаметром 1,5 м:

а — шаблон полосы-дольки; б — общий вид; в — порядок изготовления (1 — 7)

Отверстие сверху шара, где сходятся вершины всех полос-долек, заклеивают круглой накладкой из писчей бумаги и к ней приклеивают «шляпку» — кружок диаметром 120—150 мм из плотной бумаги с продетой через него петлей из нити. Внизу к шару также клеим крепят кольцо-горловину из плотной бумаги, сложенной вдвое.

Готовый шар подвешивают к потолку и подставляют к его горловине нагреватель с вентилятором (удобнее всего фен для волос). Нагретый воздух наполнит шар, при этом могут обнаружиться дефекты оболочки —

складки, маленькие отверстия. Их сразу устраняют.

Оболочку воздушного шара диаметром более 3 м рекомендуется делать прочнее. При склеивании ее усиливают вдоль и поперек швов крепкими нитками, а поверх них наклеивают ленты папиросной бумаги шириной 40 мм к поперечной ленте, проходящей по экватору шара, приклеивают 5—6 строп, за которые запускающие держат шар, наполняемый горячим воздухом.

Для запуска шара разводят костер из сухого мелкого хвороста, бумаги. Очень удобно наполнять шар над костром поль-

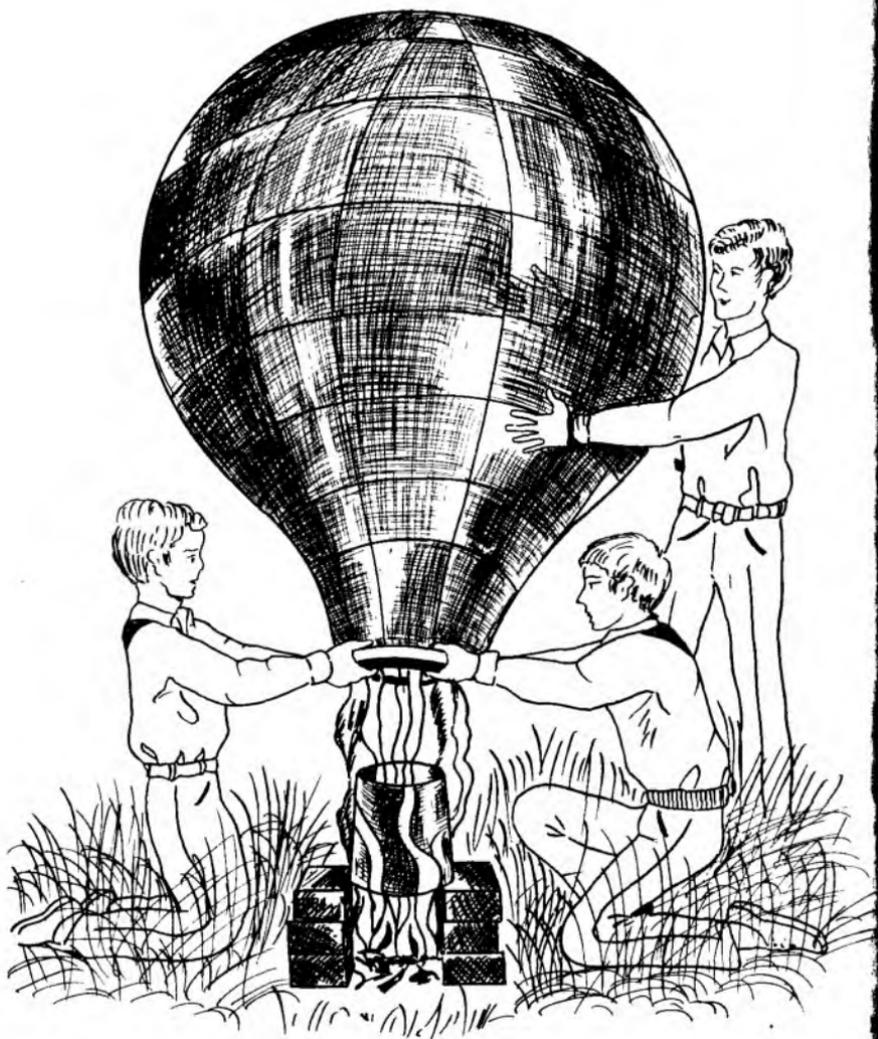


Рис. 14. Запуск воздушного шара

зуюсь жестяной трубой (подойдет и старое ведро без дна), которая направляет горячий воздух к горловине (рис. 14).

Удерживают шар над костром несколько человек; из них двое держат шар за горловину, один (запускающий) при помощи легкого шеста всю оболочку за верхнюю петлю (у

«шляпки»), остальные — поддерживают оболочку по бокам за стропы. Постепенно шар наполняется теплым воздухом и стремится вырваться из рук. В этот момент шест можно убрать. Руководитель запуска (один из придерживающих горловину) определяет момент пуска и подает команду «В полет».

По этой команде все одновременно отпускают шар. Если этого не выполнить, шар может накрениться, нагретый воздух частично выйдет из оболочки и подъемная сила его уменьшится.

Лучше запускать шар в штиль или при слабом ветре. При сильном ветре шар все время будет наклоняться. В результате не получится хорошего наполнения его нагретым воздухом и не исключен разрыв оболочки.

Для того чтобы построить шар любого размера, надо рассчитать шаблон одной полосы-дольки. Выполнить это не сложно. Но надо иметь в виду, что шар диаметром 1,5 м клеят из 12 полос, 2 м — из 16, 2,5 м — из 20, 3 м — из 24 и т. д. Для большей убедительности сделаем расчет шара диаметром 2 м (рис. 15).

По формуле  $S = \pi D$  определяем длину максимальной окружности шара:  $S = 3,14 \times 2 \text{ м} = 6,28 \text{ м}$ . Разделив эту величину пополам, находим длину одной полосы:  $6,28 : 2 = 3,14 \text{ м} = 3140 \text{ мм}$ . Округляем ее до 3200 мм. Разделив полученную длину на количество полос, найдем ширину одной полосы:  $3200 \text{ мм} : 16 = 400 \text{ мм}$ .

Теперь перенесем эти данные на бумагу размером  $400 \times 3200 \text{ мм}$ . В середине чертим осевую линию, делим ее на 16 отрезков по 200 мм и из середины проводим окружность диаметром 400 мм. Делим четверть окружности на 8 частей. Полученные точки соединяем с центром окружности. Из точек 1, 2, 3...8 проводим линии, парал-

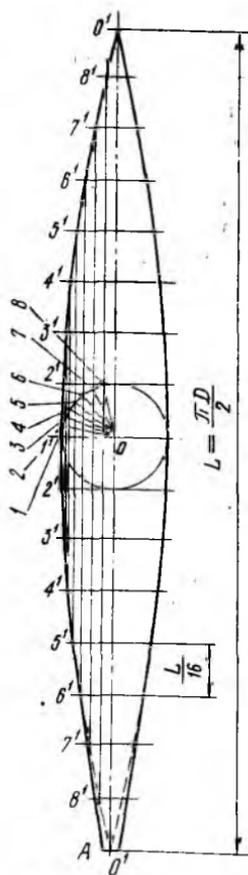


Рис. 15. Расчет шаблона полосы-дольки воздушного шара

лельные осевой, до пересечения с соответствующими перпендикулярными отрезками. Точки пересечения будут искомыми для нашего шаблона (точки 1 и 1' совпадают). Перенесем размеры на соответствующие отрезки другой половины полосы. Все точки соединим плавной кривой. Ширину одного ее конца, где предполагается горловина, увеличим на 80—100 мм. Точку А плавно соединим с полученной кривой и шаблон готов.

Таким способом можно изготовить шаблон полосы для шара любого диаметра.

**Игры и соревнования.** Самые простые соревнования — на время полета. Тут может быть и одновременный старт всех шаров и старт по очереди (по жребию). Выигрывает та команда, у которой шар дольше продержится в воздухе.

Очень зрелищно смотрится полет нескольких раскрашенных воздушных шаров с вымпе-

лами и транспарантами на празднике в пионерском лагере. Можно произвести сброс листовок. Для этого перед запуском к горловине шара двойной ниткой прикрепляют контейнер с листовками. В нитку вставляют фитиль и поджигают его. Длина фитиля определяет время сброса. Скорость горения фитиля подбирают опытным путем. Как только фитиль пережжет нитку, контейнер отцепляется и листовки рассыпаются.

## МОДЕЛИ ПЛАНЕРОВ

Стремление к полету всегда влекло человека. Еще в древности люди мечтали летать подобно птицам. А они ведь не всегда при полете машут крыльями: кто из нас не наблюдал и другой вид их полета — планирование. Раскинув крылья, птицы могут без затрат мускульной энергии подниматься вверх, опускаться вниз.

Поняв, что для подражания машущему полету птиц человеку недостаточно его мускульной силы, изобретатели направили усилия на воспроизведение их планирования, то есть пошли по пути создания планеров.

Одним из первых создал планер немецкий инженер О. Ли-лиенталь. Крылья его аппарата образца 1891 года были изготовлены из ивовых прутьев и обтянуты тканью. Управлялся планер изменением положения пилота, который подвешивался на руках в середине крыла. Полет совершался с разбега со склонов. За пять лет О. Ли-лиенталь сделал около 2000 планирующих полетов.

Последователи немецкого исследователя проделали боль-

шую работу по совершенствованию планирующих летательных аппаратов — появились рули высоты и поворота.

«Отец русской авиации» И. Е. Жуковский научно объяснил возникновение подъемной силы крыла, всячески пропагандировал полеты на планерах.

Одним из первых русских планеристов считают К. К. Арцеулова, построившего свой первый планер еще подростком в 1904 году. Через год им был сделан еще один аппарат, а третий планер, изготовленный им в 1908 году, полетел.

В 1921 году в Москве был организован кружок «Парящий полет», а еще через два года — Общество друзей воздушного флота (ОДВФ). Организация ОДВФ способствовала развитию массового планеризма.

Первые Всесоюзные планерные соревнования были проведены в Крыму, близ Феодосии на горе Узын-Сырт в 1923 году.

Известные авиаконструкторы А. Н. Туполев, О. К. Антонов, А. С. Яковлев, главный конструктор ракетно-космической техники С. П. Королев свою

конструкторскую деятельность начинали с проектирования и постройки планеров. На седьмом планерном слете в 1930 году на планере СК-3 «Красная звезда», созданном С. П. Королевым, летчик В. Д. Степанчонок впервые выполнил мертвую петлю.

Успешно применялись планеры в военных действиях Великой Отечественной войны. На десантных планерах в партизанские отряды, действовавшие в тылу врага, перебрасывали боеприпасы, срочные грузы, медикаменты.

Планеризм в нашей стране не только один из видов авиационного спорта, но и средство подготовки летчиков.

**Планер** — летательный аппарат тяжелее воздуха, состоящий из следующих основных частей: крыло, фюзеляж, хвостовое оперение (стабилизатор и киль) и шасси. В зависимости от назначения различают планеры учебные и спортивные.

Крыло создает подъемную силу во время полета, имеет рули поперечного управления — элероны.

Фюзеляж — корпус, соединяющий все части конструкции в одно целое. Здесь же расположена и кабина пилота.

Хвостовое оперение включает в себя горизонтальное оперение — стабилизатор с рулем высоты (глубины) и вертикальное — киль с рулем поворота (направления).

Шасси на современных планерах одноколесное.

**Модель планера** — конструкция, которая воспроизводит

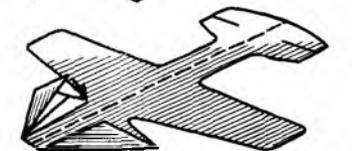
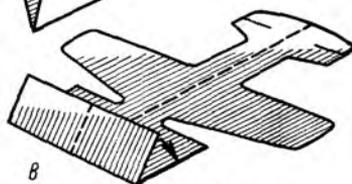
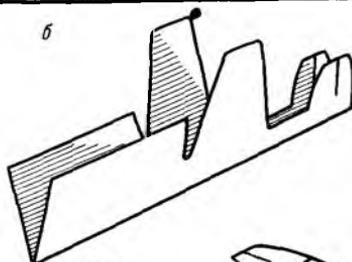
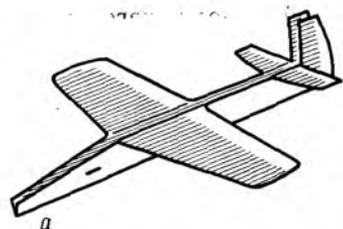


Рис. 16. Учебная модель планера:

а — общий вид; б — боковая развертка; в — порядок изготовления

лишь схему основных частей планера, не копирующая его внешне.

Знакомство с моделями планеров лучше начать с самой

простой модели, изготовленной из бумаги. В практике авиамоделизма ее называют **учебной** (рис. 16).

Взяв лист чертежной бумаги размером 10×200 мм, складывают его пополам вдоль волокон. Чертят карандашом сетку: горизонтально — 10 квадратов со стороной 20 мм, вертикально — три квадрата такого же размера, и рисуют вид модели сбоку. Затем ножницами вырезают по контуру и складывают, как показано на рисунке. Линию сгиба крыла делают косой — передняя кромка должна быть выше задней на 2—3 мм. Проверяют симметричность модели при виде спереди — нет ли перекосов крыла и хвостового оперения. Крылу придают угол поперечного V — концы крыла подгибают вверх на 10—12 мм относительно середины. Центр тяжести должен быть посередине крыла.

Для запуска модель берут за фюзеляж под крылом двумя пальцами и, немного наклонив носовую часть, легонько толкают. Хорошо отрегулированная, она пролетит 12—15 м.

Если модель опускает нос и пикирует, то есть летит резко снижаясь, немного отклоняют вверх заднюю часть стабилизатора. Если же модель кабрирует, то есть задирает вверх нос и летит волнообразно, заднюю кромку стабилизатора отгибают немного вниз. Прямолинейность полета регулируют рулем поворота (направления): если отогнуть руль поворота вправо, модель полетит вправо; если отогнуть его влево — модель повернет влево.

**Модель спортивного планера** (рис. 17). Материалом для ее изготовления служит плотная бумага, а инструментом — только простые ножницы.

Перед тем как приступить к работе над моделью, внимательнее ознакомимся с одним из свойств бумаги — ее способностью сгибаться. Возможно, каждый из нас замечал, что плотная бумага иногда хорошо сгибается, иногда плохо, образуя складки. Это зависит от того, совпадает линия сгиба с направлением волокон или нет.

Чтобы определить расположение волокон, сделайте такой опыт. Сложите отрезок бумаги вдоль, потом поперек. Один из сгибов получится ровный, без узлов, по нему бумага легко складывается. Этот сгиб — вдоль волокон. Другой сгиб образует по линии складки, бугры, неровности. Этот сгиб — поперек волокон. Складывая так бумагу, ломаете ее волокна. Из бумаги вырезают шесть частей спортивного планера: фюзеляж, крыло, стабилизатор, киль, груз и лонжерон. Следует обратить внимание, что на рисунке даны только половины шаблонов этих частей. Все они, за исключением груза и лонжерона, вырезаются из сложенных вдвое листов бумаги.

Порядок изготовления модели показан на рис. 17. Для крыла полоску бумаги длиной не менее 33 см складывают, загнув один край на 3—4 см. На заготовку наносят продольные и поперечные линии. Сторона квадрата составляет 2 см. Затем перерисовывают форму крыла в плане и вырезают.

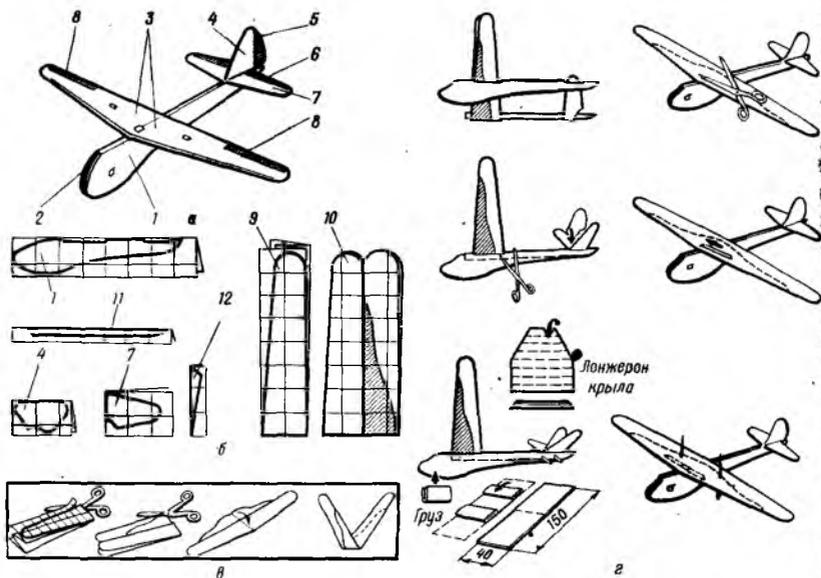


Рис. 17. Модель спортивного планера:

*a* — общий вид; *б* — шаблоны деталей; *в* — порядок изготовления крыла; *г* — порядок сборки модели  
 1 — фюзеляж; 2 — груз; 3 — крыло; 4 — киль; 5 — руль поворота; 6 — руль высоты; 7 — стабилизатор  
 8 — элероны; 9 — заготовка крыла; 10 — развертка крыла; 11 — прокладку; 12 — шпилька (8 шт.)

Полоски бумаги для фюзеляжа, прокладки и киля складывают вдоль, а для стабилизатора — поперек. В верхней складке фюзеляжа делают два выреза. В них вставляют крыло и стабилизатор.

Прокладку вырезают на глаз, она должна быть прямой и не шире, чем показано на рисунке. Груз выполняют из бумаги любой плотности.

Сборку модели ведут в следующем порядке. Между половинками крыла и стабилизатора помещают прокладку складкой вверх. Ножницами прокалывают отверстия в двух местах фюзеляжа, основания крыла и прокладки. В каждый прокол вставляют шпильку, туго затягивают, а лишние концы срезают. Прежде чем закрепить ста-

билизатор, устанавливаю киль. Место крепления прокалывают и вставляют две шпильки. Не отгибая крыло и стабилизатор, устанавливают груз.

Крыло отгибают вровень с верхним краем фюзеляжа и так, чтобы совпали точно оба его края.

Стабилизатор отгибают так же, как и крыло, но линия его сгиба должна идти не по верхней кромке фюзеляжа, а чуть наклонно — задняя кромка стабилизатора должна быть на 1 мм выше передней.

Крыло, пока в него не вставлен лонжерон, может легко отклоняться вверх или вниз и еще не способно поддерживать модель в полете. Заготовку лонжерона перегибают мелкими складками шесть—восемь раз,

остаток бумаги срезают, концы заостряют и проглаживают ножницами.

Для установки лонжерона делают надрезы по верхнему слою крыла у переднего края. В одну прорезь сначала вставляют весь лонжерон, затем острым концом ножниц передвигают его в прорезь второй половины и устанавливают точно по середине. Остается вставить по одной шпильке в каждую половину крыла сзади лонжерона.

Готовую модель регулируют, чтобы она летела по прямой с небольшим снижением. Проверяют центровку модели — положение центра тяжести (ЦТ) относительно крыла.

Различают переднюю, заднюю и нормальную центровку.

При передней центровке ЦТ модели расположен впереди крыла — носовая часть тяжелая. Такая модель будет летать носом вниз — пикировать. Чтобы изменить центровку, срезают часть груза.

При задней центровке ЦТ находится сзади крыла — легка носовая часть. Модель будет кабрировать (лететь волнообразно). Этот недостаток устраняют, добавив груз в носовую часть.

Нормальная центровка, это такая, когда ЦТ модели расположен на расстоянии  $1/3$  ширины крыла ближе к передней кромке.

До запуска необходимо проверить поперечный угол крыла и симметричность установки крыла и стабилизатора.

При запуске модель держат за фюзеляж на высоте плеча. Пускают ее сильным и плавным

движением прямо перед собой, горизонтально. Правильно сделанная модель должна пролететь 20—25 м.

Не всегда с первого запуска удается достичь прямого, устойчивого полета. Модель круто разворачивается, резко спускается, переворачивается в воздухе. Все это может быть следствием как грубой неточности изготовления, так и неправильного запуска.

Регулируют модель спортивного планера так же, как и учебную летающую модель. Только успешно проведя регулировку, можно участвовать в соревнованиях на дальность полета, точность посадки и выполнение петли Нестерова.

Для изготовления модели планера «ДОСААФ» (рис. 18) кроме бумаги, ножниц, линейки и карандаша понадобится еще и клей. Лучше всего применять клей ПВА, а бумагу — из альбомов для рисования.

С рисунка по клеткам переносят форму фюзеляжа на сложенную вдвое бумажную заготовку и вырезают его. Затем таким же образом вырезают крыло, груз, лонжерон и киль. На шаблонах частей стрелкой указано направление волокон бумаги. Пунктиром обозначены линии сгиба. Заштриховано на крыле место приклейки лонжерона, а на киле — глубина вклейки в фюзеляж. И еще надо учесть, что на рисунке крыло, киль, груз и лонжерон крыла даны в развернутом виде, а фюзеляж и его лонжерон — сложены вдвое.

Крыло складывают вдвое, отгибают полоску шириной 10 мм и приклеивают к нижней плос-

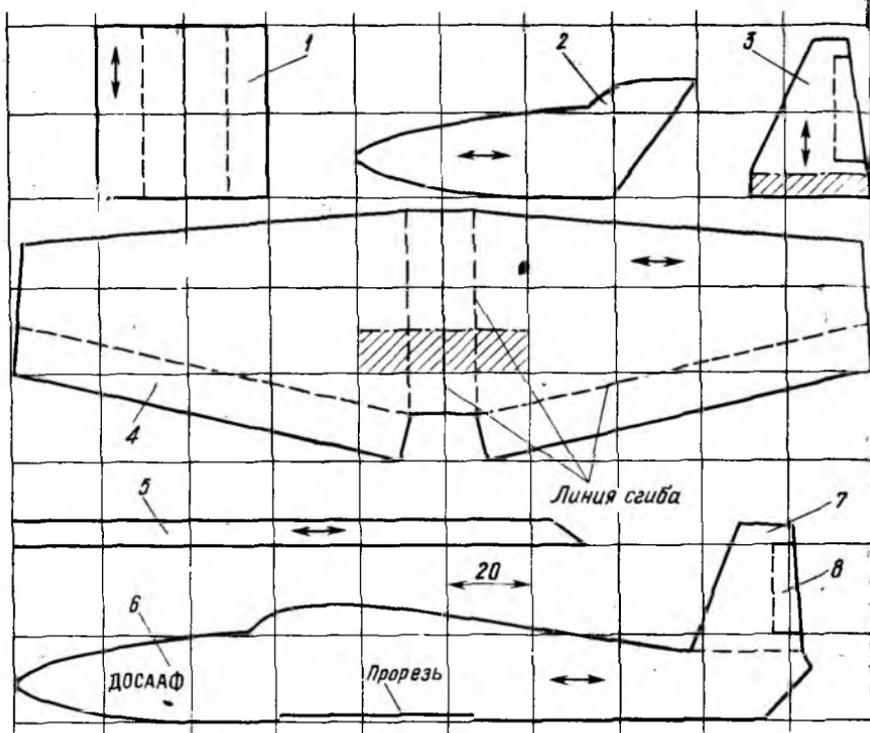


Рис. 18. Бумажная модель планера «ДОСААФ»:

1 — лонжероны крыла; 2 — груз (4 шт.); 3 — киль; 4 — крыло; 5 — лонжероны фюзеляжа; 6 — фюзеляж; 7 — стабилизатор; 8 — руль высоты

кости. Получается своеобразное усиление передней кромки. Вставляют крыло с помещенным в нем лонжероном сверху в прорезь фюзеляжа. Промазывают изнутри обе его половинки клеем и соединяют хвостовую часть, предварительно вставив киль. После этого в носовую часть вклеивают груз из четырех слоев бумаги и приглаживают пальцами склеенные поверхности. Дав немного просохнуть, отгибают крыло вверх — придают ему угол поперечного V. При этом его края должны быть выше середины на 12—15 мм. Затем укрепляют лонжерон крыла — полоску в четыре слоя бумаги размером

10×40 мм, слегка согнув его посередине. Остается только отогнуть стабилизатор и модель готова.

Пускают данную модель сильным толчком вперед, держа ее за фюзеляж сзади крыла. Регулировку полета осуществляют отклонением рулей высоты и поворота. Хорошо отлаженный планер пролетает 22—25 м.

**Метательные модели планеров.** За последние несколько лет во многих странах (особенно в ЧССР) широкое распространение получили метательные модели. Небольшие, размахом около полуметра и массой 25—30 г, они производят впечатле-

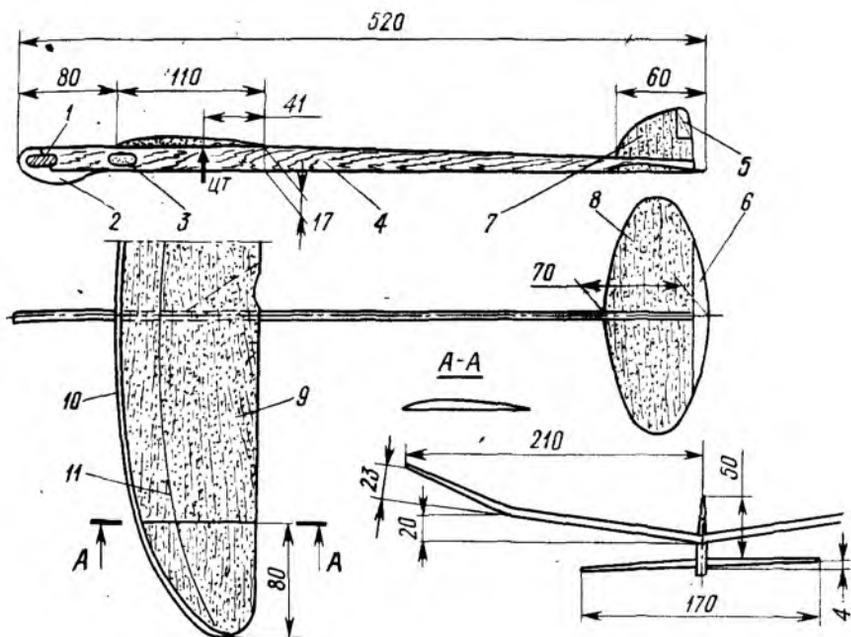


Рис. 19. Метательная модель планера для тихой погоды:

1 — груз; 2 — носок фюзеляжа, 3 — накладка; 4 — фюзеляж; 5 — руль поворота; 6 — руль высоты; 7 — киль; 8 — стабилизатор; 9 — крыло; 10 — усиление крыла; 11 — линия максимальной толщины крыла

ние игрушек. Но их летные качества лучше, чем у бумажных предшественников. Запускаемые вверх резким броском руки, они способны на стремительный старт. Для них не предел 10 — 15 м высоты, набираемые при взлете. Метательные модели планеров отличаются и хорошими планирующими свойствами — хорошо парят в восходящих потоках.

К моделям метательных планеров предъявляется одно требование — обеспечить набор высоты только по инерции, от броска рукой. Основной материал для изготовления этих планеров — пенопласт различных марок и сортов. Белый плотный (полистироловый) пенопласт даже без внешней от-

делки-обтяжки может дать интересные результаты при изготовлении несущих плоскостей. Более пористые сорта, с обтяжкой поверхности бумагой, дают выигрыш по весу. Главное же при работе над моделью — внимательно отнестись к конструированию каждого узла простого аппарата и быть предельно аккуратным при работе над ними.

Предлагаемые конструкции метательных планеров — переходные. Они рассчитаны как на юных, так и на взрослых спортсменов. Да-да, не удивляйтесь: этот интереснейший класс нашел признание среди широчайшего круга чехословацких моделлистов. Эти планеры неоднократно показывали хорошие результаты на соревнованиях.

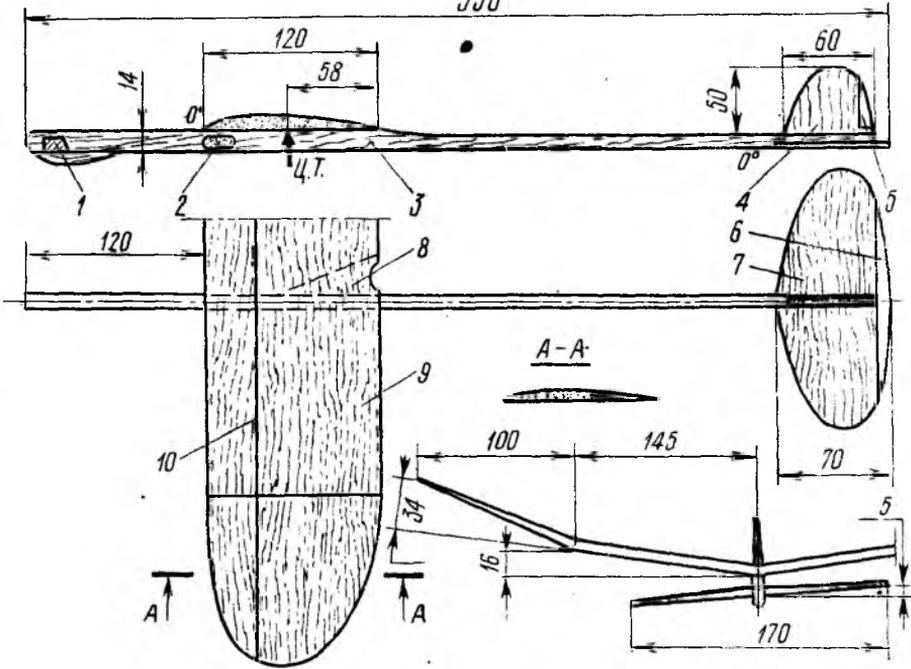


Рис. 20. Модель планера для ветра:

1 — груз; 2 — накладка; 3 — фюзеляж; 4 — киль; 5 — руль поворота; 6 — руль высоты; 7 — стабилизатор; 8 — усиление под палец; 9 — крыло; 10 — линия наибольшей толщины крыла

Первая, более легкая, модель (рис. 19) предназначена для полетов в тихую погоду, вторая (рис. 20) — применяется при ветре или значительной турбулентности воздуха.

Работу над микропарителями начинают с подбора материала и инструмента. Понадобятся пенопласт для крыльев, хвостового оперения, клей ПВА, сосновые или липовые рейки для фюзеляжей, лобзик и острый нож.

Для обработки несущих плоскостей применяют только наждачную бумагу трех зернистостей — средней, мелкой и тонкой. Листы шкурки наклеивают на ровные фанерные пластины размером 50×200 мм.

Последовательность изготовления такова. Вырезают крыло лобзиком или ножом из пластины пенопласта толщиной 7–8 мм и обрабатывают по контуру. Выравненную по нижней поверхности заготовку несущей плоскости закрепляют на ровной доске. С помощью шкурки сгоняют ровный «клин», то есть уменьшают ее толщину примерно от середины до задней кромки. После завершения этой операции крыло профилируют по передней части. Концы консолей крыла («ушей» конечных частей) сошкуривают до минимальной толщины. Для увеличения прочности вдоль крыла в месте наибольшей толщины

приклеивают бумажную полоску шириной 5 мм — лонжерон, вдавливая ее в пенопласт.

Более легкий вариант (см. рис. 19) планера имеет стабилизатор с несущим плосковыпуклым профилем. Технология его обработки подобна изготовлению крыла. Второй вариант (см. рис. 20) снабжен горизонтальным оперением, имеющим профиль «ровной доски» с закругленными краями.

Для образования двойного угла поперечного V крыло разрезают на четыре части лобзиком, после чего стыковые поверхности скашивают шкуркой так, чтобы стыки сложенных под требуемыми углами деталей были практически без зазоров. Неточная подгонка деталей может привести к деформациям всего крыла.

Процесс сборки моделей первого и второго вариантов одинаков. Вначале на полностью укомплектованном фюзеляже монтируют крыло. В течение всего времени высыхания клея контролируют точность взаимного положения деталей. Затем устанавливают с заданным наклоном стабилизатор и киль, в котором надрезом бритвы выделяют руль поворота. Нижнюю поверхность корня правой консоли усиливают фанерной накладкой-опорой под указательный палец. Здесь наиболее подходящим клеем будет ПВА. Он же поможет выполнить зализ небольшого радиуса на наиболее напряженном соединении правой консоли с фюзеляжем. Переднюю кромку накладки обрабатывают «на ус». Надо отметить, что приведенные чертежи моделей рас-

считаны на моделиста «правшу». Если же моделист лучше владеет левой рукой, планеры должны представлять зеркальные отражение тех, что описаны здесь.

Внешняя отделка — оклеивание несущих поверхностей папиросной или микалентной бумагой. Для этой работы лучше применить казеиновый клей. После высыхания клея поверхности зачищают шкуркой и, если позволяет масса, красят нитрокрасками ярких контрастных цветов. Полетная масса планеров — соответственно 25 и 35 г. Вираз на взлете — правый, на планировании — левый.

Изготовление планеров заканчивают приклежкой «пяточков» из крупной шкурки на обе стороны фюзеляжа. Точное их расположение нужно определить самому — это зависит от анатомии кисти руки. При захвате фюзеляжа большим и средним пальцами последний сгиб указательного должен точно приходиться на вырез правой консоли, вся кисть максимально открыта, указательный палец отклонен назад. Только такой захват модели может обеспечить хороший бросок при старте.

Оба планера рассчитаны на парение с левым виражом диаметром около 20 м. Второй вариант модели можно отладить для полета и по большому кругу. В условиях термического восходящего потока она автоматически уменьшит радиус виража. Требуемых характеристик добиваются за счет небольших (до 2—3 мм) отгибов руля поворота влево.

Если планеры после броска стремительно уходят к земле, это означает, что недостаточно точно выдержано заданное положение центра тяжести (последний смещен вперед) или угол установки крыла относительно стабилизатора меньше нуля. Неточность сборки компенсируют, выполняя легкий надрез вдоль задней кромки стабилизатора с последующим небольшим отгибом образовавшегося «руля» вверх. Таким же образом избавляются от сваливания модели после броска в острую нисходящую спираль. В любом случае угол отгиба «руля» должен быть минимальным. Большие потребные углы свидетельствуют только о неправильной сборке или поводках модели. После облета «рули» фиксируются в найденных положениях клеем.

Даже отлаженный планер может после набора высоты нечетко переходить в планирование. Тогда уменьшают площадь левого полукрыла. Некоторые модели требуют зауживания до 5 мм по контуру «уха», однако за один раз срезают не более 1 мм. Таким образом последовательно добиваются плавного перехода к парению без кабрирования и потери высоты. Естественно, после обрезки «уха» зашкуривают по кромкам.

На результат полета не меньше влияет правильное выполнение броска (рис. 21). Лучшее всего предварить его небольшим разбегом, в конце которого планер с максимальной скоростью запускается вперед-вверх. Длительный разбег бес-

смыслен. Не дает хороших результатов и запуск с места. Полезно перед каждым броском размять руку несколькими имитационными движениями (вспомните, как готовятся к выступлению легкоатлеты). Необходима и домашняя тренировка. В полевых условиях модель можно заменить теннисным мячиком.

Достижению высоких результатов поможет хорошее знание метеорологических условий и признаков различных термических потоков. Надо отметить, что достигнуть максимального времени простым планированием даже с максимальной высотой запуска — чрезвычайно сложно, практически невозможно. Достичь «максимума» поможет термик. Предложенные модели неплохо реагируют на восходящие потоки.

**Метательный планер «Старт»** (рис. 22) представляет собой дальнейшее развитие предыдущих моделей. У него плавные очертания концевых частей у крыла, стабилизатора и киля. Основной материал — пенопласт ПС-4-40 и клей ПВА.

Основа фюзеляжа — две сосновые или липовые рейки длиной 450 мм и сечением 6×2 мм. Между ними вклеивают пластину с наибольшим сечением 10×6 мм, а сверху в носовой части — пластину из более плотного пенопласта (ПХВ) длиной 160 мм. Полуценную заготовку зачищают с боков и склеивают бумагой, а спереди придают нужную форму.

Крыло вырезают из пластины пенопласта толщиной 7,5 мм, обрабатывают по виду сверху



Рис. 21. Запуск метательной модели планера

и профилируют (профиль — плосковыпуклый). В месте наибольшей толщины делают надфилем пазы, в которых клеем укрепляют лонжероны, выструганные из липовых реек сечением  $4 \times 1,5$  мм. Затем оклеивают крыло писчей бумагой, а после высыхания прошкуривают.

Угол поперечного  $V$  — двойной. Для его образования крыло разрезают на центроплан и консоли, места стыков подгоняют, чтобы образовался заданный угол, а затем склеивают. Угловые соединения усиливают полоской бумаги.

Стабилизатор и киль вырезают из пенопласта толщиной 3,5 мм. Их профилируют, оклеивают бумагой и, дав просохнуть, зачищают.

Сборку начинают с крепления крыла к фюзеляжу. Для этой операции лучше применить эпоксидный клей ЭДП. Стабилизатор и киль монтируют на хвостовой балке. В носовой части, на расстоянии 30 мм от передней кромки крыла, вклеивают стартовый крючок из стальной проволоки. Он нужен для запуска модели с катапульты.

Центр тяжести находится на расстоянии 45—50 мм от передней кромки; место его нахождения подбирают загрузкой (обычно носа), вдавливая и вклеивая кусочки свинца в пенопласт.

Полетная масса модели — около 20 г. Регулировку и запуск планера «Старт» проводят так же, как и описанные ранее метательные модели.

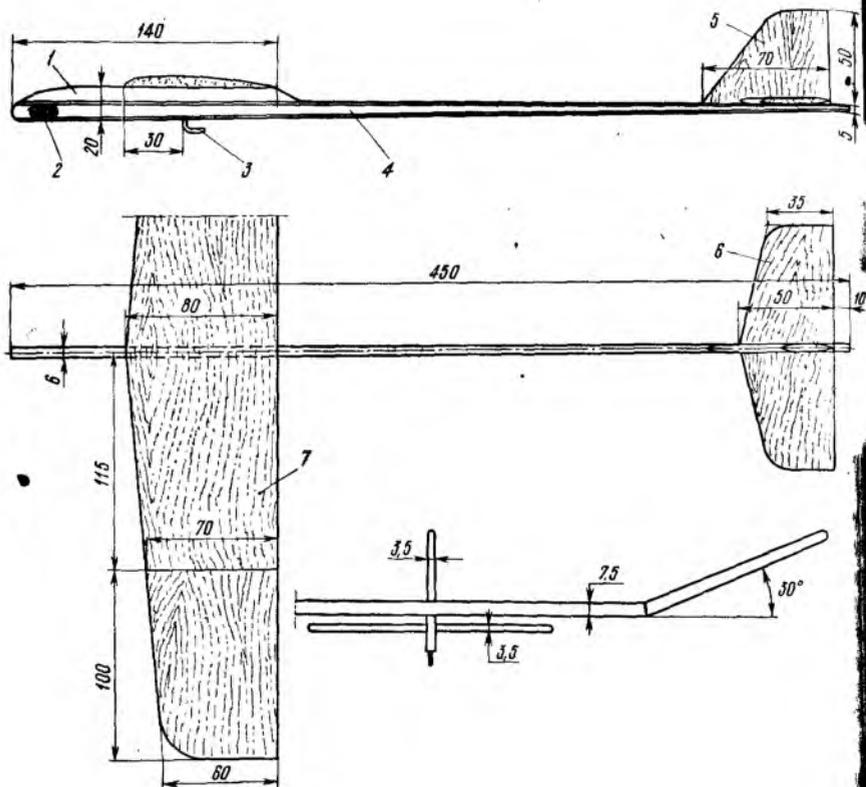


Рис. 22. Металельный планер «Старт»:

1 — пилон фюзеляжа; 2 — нагрузка; 3 — стартовый крючок; 4 — фюзеляж; 5 — киль; 6 — стабилизатор; 7 — крыло

Схематическая модель планера (рис. 23) разработана алма-тинскими авиамоделистами. Хорошие летные качества этой «схематички» заставили конструкторов малой авиации оборудовать миниатюрный паритель фитильным приспособлением для принудительной посадки.

Постройку такой «схематички» начинают с крыла. Прежде всего заготовки кромок изготавливают с помощью специально изготовленного приспособления (рис. 24): переднюю кромку — только по углу

поперечного V, заднюю еще и на сужение концевых участков крыла. Перед укладкой в приспособление сосновых реек места будущих «переломов» увлажняют. Чтобы ускорить просушку, приспособление вместе с заготовками прогревают на электроплитке.

Затем заготовки зачищают наждачной бумагой и выбирают пазы для стыковки с проволочными законцовками на концах реек. Законцовки приматывают нитками и пропитывают соединения эмалью том.



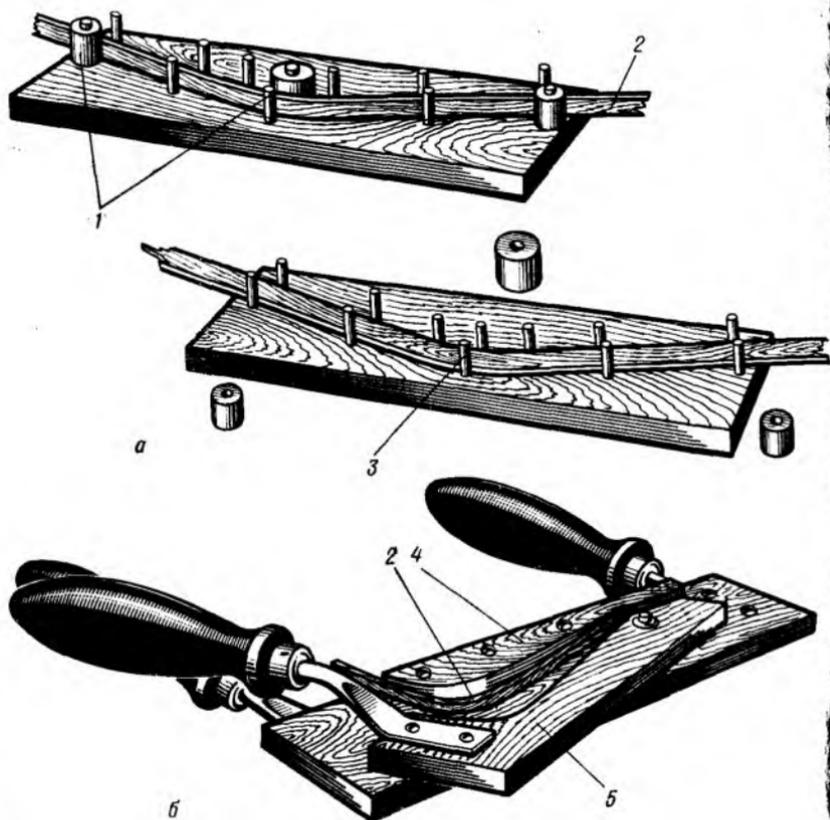


Рис. 24. Приспособления для изгибания кромок (а) и нервюр (б):

1 — бобышки; 2 — заготовка; 3 — штифт; 4 — шаблон; 5 — подвижной контрашаблон

Такие же приемы используют при подготовке нервюр, однако их предварительно распаривают в кипятке. Длину готовых нервюр уточняют по месту в каркасе крыла. Их концы заостряют и вставляют в проколы, сделанные в кромках, стыки заливают эмалитом.

Крыло монтируют на пилоне. Место соединения обматывают нитками с эмалитом.

Стабилизатор планера по конструкции полностью аналогичен крылу, имеет три нервюры из сосновых реек. К цент-

ральной нервюре горизонтального оперения приматывают крючок под резиновую нить крепления на оюзеляже и крючок для навески фитильного устройства.

Фюзеляж планера — сосновая рейка сечением 8×8 мм. Ее хвостовая часть на длине около 500 мм плавно сужается до размера 6×6 мм. К переднему концу рейки приклеивают носовую оконечность, вырезанную из липовой или сосновой пластины. Деталь приобретает законченный вид после за-

чистки мелкой наждачной бумагой с последующим протравливанием анилиновыми красителями и покрытием эмалитом. Затем на фюзеляж наклеивают опорные площадки под стабилизатор и крючок навески детермализатора.

Киль изгибают из алюминиевой проволоки, расплющенной в местах стыков с балкой-фюзеляжем. В нижней части в распор вставляют сосновую рейку-нервюру для крепления нижней части обшивки. Киль фиксируют на фюзеляже нитками.

Буксировочный крючок представляет собой отрезок закаленной проволоки диаметром 1,5 мм. Его припаивают к жестяной пластинке, согнутой по длине в виде маленького швеллера (по фюзеляжной рейке).

Готовые крыло, стабилизатор и киль обтягивают прозрачной или цветной лавсановой пленкой толщиной 0,02 мм на клею БФ-6. Приварку пленки к каркасу удобно вести с помощью электропаяльника мощностью 50 Вт. На жало полезно надеть дюралюминиевую насадку диаметром около 40 мм. Это же приспособление позволит прогреть обшивку, чтобы получить хорошее натяжение пленки. Киль обтягивают с обеих сторон, после чего к нему приклеивают руль поворота.

На всех стадиях сборки надо добиваться, чтобы не было перекосов консолей крыла и оперения. Готовую «схематичку» балансируют. Центр тяжести планера должен находиться на расстоянии  $1/3$  центральной хорды крыла от передней кромки. При необходимости носо-

вую часть фюзеляжа догружают кусочками свинца.

После центровки планера с помощью резиновой ленты (точно такая же удерживает пилон крыла) к фюзеляжу прибинтовывают и буксировочный крючок. Он должен располагаться на расстоянии 18 мм и перед центром тяжести.

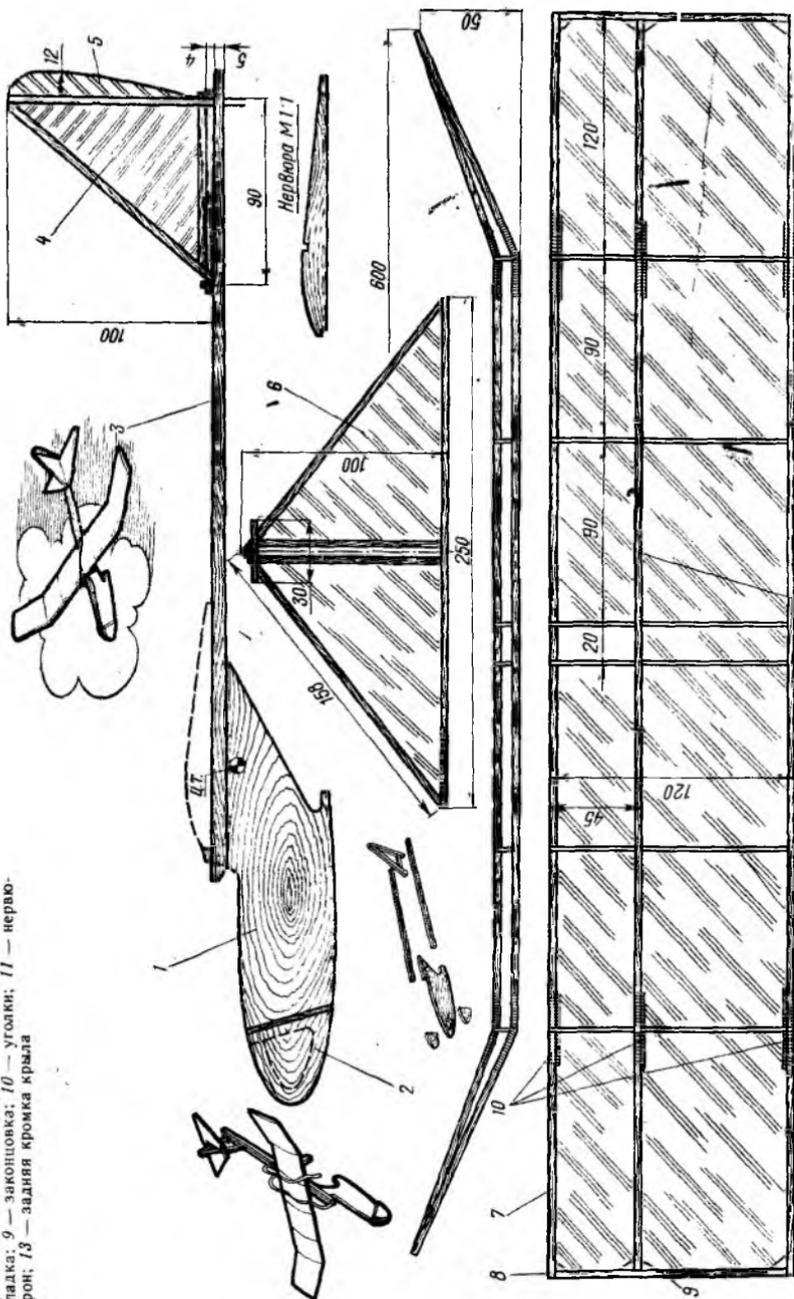
Если при отлаточных полетах обнаруживается, что модель проявляет склонность к пикированию, под заднюю кромку стабилизатора подкладывают кусочек шпона. При кабрировании, когда после запуска модель задирает нос, тем же способом приподнимают переднюю кромку. Окончательную балансировку завершают, когда планер приобретает способность устойчиво планировать.

**Модель планера «Малыш»** (рис. 25) оправдывает свое название — ее длина всего 500 мм, а размах крыла около 600 мм. В отличие от предыдущей «схематички» у этого планера крыло сделано объемным.

Постройку модели лучше начать с фюзеляжа. Из фанеры или липовой пластины толщиной 4—5 мм выпиливают пилон. В носовой его части делают вырез для загрузки балласта при регулировке, который потом закрывают накладками. Хвостовую балку выполняют так: строгают две сосновые рейки длиной 395 мм и сечением  $7 \times 3$  мм и приклеивают их клеем ПВА к боковым сторонам пилона в верхней его части, а между ними закрепляют в хвостовой части киль, который собирают из реек сечением  $3 \times 3$  мм; углы усиливают

Рис. 25. Модель планера «Малыш»:

1 — пилон; 2 — накладка; 3 — балка фюзеляжа; 4 — киль; 5 — руль поворота; 6 — стабилизатор; 7 — передняя кромка крыла; 8 — накладка; 9 — законцовка; 10 — уголки; 11 — нервюра; 12 — лонжерон; 13 — задняя кромка крыла



накладками из чертежной бумаги. Из таких же реек склеивают и стабилизатор.

Для изготовления крыла вначале вычерчивают шаблон, затем по нему вырезают шесть нервюр из липовой пластины толщиной 1 мм. Можно сделать нервюры и из пенопласта, но толщину его взять 3—5 мм, а боковые стороны склеить тонкой писчей или папиросной бумагой. Для передней и задней кромок лонжерона выстругивают рейки сечением 3×3 мм, обрезают по длине: три — по 380 мм (для центроплана) и шесть — по 120 мм (для «ушек»). Соединяют их с помощью уголков, согнутых из стальной проволоки ОВС диаметром 1 мм.

Сборку крыла ведут на ровной доске. На переднюю кромку и лонжерон устанавливают нервюры, места соединения смазывают клеем. Дав ему просохнуть, закрепляют заднюю кромку и законцовки. Углы, так же как у кия и стабилизатора, усиливают бумажными накладками.

Сначала крыло, стабилизатор и киль оклеивают папиросной бумагой или лавсановой пленкой, а затем крыло привязывают к пилону резиновой нитью, стабилизатор надевают на киль и фиксируют тоже резиной. Стабилизатор можно приклеивать и намертво.

У собранной модели находят центр тяжести. Он должен быть на расстоянии 40 мм от передней кромки крыла.

Регулируют модель на планирование следующим обра-

зом. Берут планер за пилон и толкают вперед, немного опустив нос. Если модель резко снижается (пикирует), под заднюю кромку стабилизатора подкладывают прокладку. Если планер кабрирует, прокладку устанавливают под переднюю кромку. При неподвижно закрепленном стабилизаторе регулировку планирующего полета проводят изменением угла установки крыла.

**Модель планера А-1 «Пионер»** (рис. 26). Данный планер относится к категории спортивных моделей и существенно отличается от описанных ранее. С ним можно выступать на соревнованиях почти всех рангов и выполнять нормативы для присвоения спортивных разрядов. Разумеется, изготовление такой модели под силу лишь авиамоделистам, имеющим опыт конструирования и определенные навыки в работе. Для постройки планера А-1 применяется дефицитная древесина — бальза. Но это не должно отпугивать желающих ее сделать. Бальзу можно заменить липой, ольхой или кедром, для нервюр применить шпон толщиной 0,4—0,6 мм, уменьшить сечение кромок. Для некоторых элементов использовать пенопласт.

Прежде чем приступить к изготовлению модели, нужно выполнить ее рабочий чертеж и подготовить шаблон профилей крыла и стабилизатора.

Носовую часть фюзеляжа изготавливают из липовой пластины толщиной 10 мм. Вырезают по контуру, делают внутри отвер-

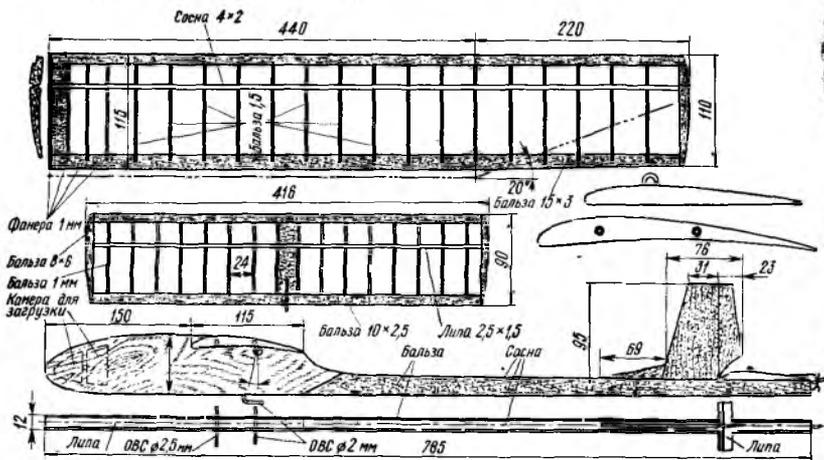


Рис. 26. Модель планера А-1 «Пионер»

стия и приклеивают к пластине две липовые рейки сечением  $10 \times 2$  мм. С клеенными четьрьмя распорками они образуют хвостовую балку. На свободном ее конце закрепляют сосновый брусок, в который на эпоксидной смоле вставляют крючок из проволоки ОВС диаметром 1 мм. Площадку для крепления стабилизатора делают из липы толщиной 3 мм. В качестве упора на ней используют липовую рейку сечением  $4 \times 4$  мм. Крючок для буксировки модели из проволоки ОВС диаметром 2 мм вклеивают в носовую часть фюзеляжа на расстоянии 206 мм от переднего края. Боковые стороны фюзеляжа оклеивают фанерой толщиной 1 мм в носовой части и бальзовым шпоном — в хвостовой.

Штыри для стыковки половин крыла изготавливают из стальной проволоки ОВС: передний — диаметром 2,6 мм, задний — диаметром 2 мм. Их подвергают закалке, а затем

туго вставляют в гнезда носовой части фюзеляжа.

Киль, материалом для которого служит бальзовая пластина толщиной 2,5 мм, врезан в фюзеляж. Рухь поворота на петлях из лески навешен к задней кромке киля.

Собранный фюзеляж обрабатывают наждачной бумагой и оклеивают длинноволокнистой бумагой, после чего покрывают четыре раза эмалитом. Масса фюзеляжа — 151 г.

Крыло — наборное, из двух половин, каждая из которых включает 16 основных нервюр (из бальзы) и четыре силовых (из фанеры толщиной 1 мм). Порядок изготовления нервюр таков: вырезают из фанеры 10 заготовок для нервюр, слегка склеивают их и тщательно обрабатывают в тисках напильником, который держат параллельно верхней плоскости тисков, иначе можно исказить профиль нервюр. После этого сверлят в них два отверстия под штыри.

Затем берут две нервюры, обрисовывают их по контуру чернилами, приклеивают к бальзовому бруску размером  $120 \times 20 \times 80$  мм и обрабатывают его ножом. Кривизну профиля и правильность обработки контролируют линейкой, делают вырезы для лонжеронов и передней кромки. Полученную заготовку разрезают вдоль на нервюры толщиной 1,6—2 мм по линейке острозаточенным скальпелем. Дальнейшую доводку нервюр до толщины 1,5 мм делают наждачной бумагой, наклеенной на брусок. В заключение нервюры проэмаличивают.

Для лонжеронов крыла используют сосновые рейки сечением  $4 \times 2$  мм, для передней кромки — рейку из липы сечением  $4 \times 3$  мм. Заднюю кромку выстругивают из бальзы сечением  $15 \times 3$  мм, вырезы для нервюр делают скальпелем на глубину 4 мм. Используя чертеж, размечают карандашом места на лонжеронах и передней кромке, где будут крепиться нервюры.

Устанавливают нервюры на лонжеронах, прикрепляют переднюю и заднюю кромки, места соединений промазывают клеем. Законцовку делают из бальзы. Заднюю кромку крыла, пока еще прямоугольную, состругивают рубанком и обрабатывают наждачной бумагой, чтобы она имела треугольное сечение и являлась продолжением профиля нервюры. Лобовую часть крыла на ширину 10 мм зашивают бальзовым шпоном толщиной 2 мм. Корневую часть обеих половинок (в месте сило-

вых нервюр) усиливают бальзовым шпоном.

Каждую из половинок крыла собирают отдельно. Надо быть внимательным и не сделать их на одну сторону. В месте, где должен быть угол поперечного V, крыло разрезают и при помощи уголков из 3-миллиметровой фанеры склеивают. Места соединений кромок усиливают уголками целлулоида, угловую нервюру вырезают из липы. Собранный крыло тщательно зачищают наждачной бумагой, наклеенной на деревянный брусок.

Конструкция стабилизатора аналогична конструкции крыла. Нервюры (длина 18 мм) вырезаны из бальзового шпона толщиной 1 мм. Передняя и задняя кромки — бальзовые, их сечение соответственно  $8 \times 6$  и  $10 \times 2,5$  мм. Лонжероны выструганы из липовых реек сечением  $2,5 \times 1,5$  мм, законцовки — из бальзы. Крючки из проволоки ОВС диаметром 1 мм привязывают нитками с клеем к центральной липовой нервюре, среднюю часть усиливают бальзовым шпоном.

Стыки нервюр с кромками и лонжеронами промазывают клеем, кладут на ровную поверхность и сверху помещают груз: стабилизатор получится ровным, без перекосов. После сборки неровности горизонтального оперения зачищают наждачной бумагой.

Обычно модель начинают обтягивать с фюзеляжа. Фюзеляж данной модели можно не обтягивать бумагой, а покрыть нитрокраской или бесцветным лаком (эмалитом). Крыло и стабилизатор оклеивают длин-

новолокнистой бумагой, предварительно окрашенной анилиновым красителем и разглаженной. Полосы бумаги должны быть на 30—40 мм шире оклеиваемой поверхности. Перед обтяжкой каркас промазывают жидким эмалитом.

Начинают оклеивать крыло снизу. Накладывают полосу бумаги и промазывают жидким клеем по нервюрам, лонжеронам и кромкам. Особенно тщательно надо обтягивать при сильно вогнутом профиле. Необходимо приглаживать бумагу по нервюрам, добываясь ее приклеивания. Обтянутое крыло слегка прошкуривают по кромкам и покрывают двумя слоями эмалита. Просохшую обтяжку защищают мелкой наждачной бумагой и дважды покрывают жидким эмалитом. Готовое крыло устанавливают в стапель на 5—7 дней.

Аналогично обтягивают стабилизатор, но покрывают его тремя слоями жидкого нитролака.

Масса крыла данной модели 58 г, а стабилизатора 12 г. Полетная масса модели составляет 221 г.

Готовую модель собирают, то есть устанавливают крыло при помощи штырей на фюзеляже, стабилизатор привязывают резиновой нитью к площадке на хвостовой балке фюзеляжа. Собранный модель центруют. Для этого в камеру носовой части фюзеляжа загружают дробь или мелко нарезанные кусочки свинца. Центр тяжести этой модели должен находиться на расстоянии 38—40 мм от задней кромки крыла.

Первые регулировочные полеты следует проводить в безветренную погоду. Перед запуском тщательно проверяют, нет ли перекосов крыла и хвостового оперения.

Регулируют модель путем подбора угла установки стабилизатора. Берут модель за фюзеляж под крылом и энергичным, но не резким толчком пускают. Она должна пролететь по прямой 20—25 м. Если модель поворачивает вправо или влево, отклоняет руль поворота кия. При кабрировании модели немного опускают заднюю кромку стабилизатора, подрезая хвостовую стойку фюзеляжа. В случае резкого снижения модели поднимают заднюю кромку стабилизатора, помещая под нее тонкие прокладки из плотной бумаги. Не рекомендуется регулировать модель изменением центра тяжести.

Отрегулировав модель на планирование с рук, приступают к запускам на леере (рыболовная леска диаметром 0,5—0,6 мм). Длина леера по условиям соревнований не должна превышать 50 м. Замеряемый леер предварительно растягивают с силой 20 Н. Один его конец привязывают к проволочному кольцу, надеваемому на буксировочный крючок модели, другой крепят на катушке.

Для первых запусков желательно размотать леер на 10—12 м. После нескольких полетов на коротком леере модель запускают на длинном леере, внимательно наблюдая за взлетом. При недостаточном угле поперечного V или чрезмерной эффективности кия модель,

находясь на леере, меняет направление полета — рыскает. Такой взлет опасен и не дает возможности запустить модель на всю длину леера. Добиться хорошего взлета можно, увеличив угол поперечного V крыла или уменьшив площадь киля (последнее лучше).

Характерные недостатки полета после отделения леера — волнообразное движение, или спиральная неустойчивость. Причина такого полета, а иногда и преждевременного срыва с леера, заключается чаще всего в том, что буксировочный крючок расположен слишком близко к центру тяжести модели. Этот недостаток устраняют, перенося крючок вперед.

Иногда после отделения леера модель входит в вираж и не выходит из него до посадки. Попытки устранять вираж изменением углов атаки крыла или стабилизатора приводят к появлению такого же виража, но противоположного направления. В большинстве случаев подобные виражи происходят с увеличенной скоростью снижения. Наиболее яркое проявление этих признаков сопровождается заметным увеличением скорости, уменьшением радиуса виража, быстрой потерей высоты и опусканием носовой части модели во время виража. Это свидетельствует о спиральной неустойчивости. Чтобы решить, каким образом улучшить устойчивость, необходимо попытаться разобраться в происходивших во время полета явлениях, пользуясь сведениями из аэродинамики. В большин-

стве случаев спиральную неустойчивость можно устранить следующими способами:

увеличением боковой площади носовой части фюзеляжа — установкой гребня;

уменьшением площади киля;

увеличением угла поперечного V крыла модели;

перемещением центра тяжести назад, что требует затем новой регулировки модели на планирование.

К нежелательным явлениям, выявляющимся при запусках модели, относится чрезмерная путевая устойчивость. Ее признак — прямолинейный устойчивый полет даже с небольшим боковым ветром. Сделать модель менее устойчивой можно, уменьшив угол крыла или увеличив площадь вертикального оперения, а также переместив центр тяжести вперед, увеличивая груз в носовой части фюзеляжа.

### **Игры и соревнования с моделями планеров**

Соревнования — это итог работы каждого авиамоделиста. В них проверяется не только качество моделей, но и умение их конструкторов использовать полученные знания. В практике авиационного моделизма широко известны не только соревнования, но и игры, особенно с бумажными моделями. Перед началом стартов все участвующие в них планеры необходимо надписать — сделать опознавательные знаки. Это могут быть первые буквы фамилий и имен их создателей: например, АВ-01, ВС-02 и т. д.

При большом числе сходных между собой моделей трудно без надписи определить, где чья модель.

Предлагаем несколько видов соревнований с бумажными моделями, а проявив немного фантазии, можно придумать и другие игры.

**Дальность полета.** Цель данной игры — достижение наибольшей дальности полета. Перед началом надо оговорить, сколько раз каждый участник будет запускать свою модель, иными словами, сколько будет зачетных полетов (обычно — три). А перед ними надо дать возможность совершить один-два тренировочных (пристрелочных) запуска. Очередность выхода на старт обычно определяют жеребьевкой.

Лучшее место для соревнований на дальность полета — футбольное поле пионерского лагеря — оно ровное и есть трибуны для зрителей, а лучшее время — когда сухо и нет ветра. Место старта отмечают флажками или линией разметки поля.

Порядок соревнований таков. Судья по очереди вызывает на старт участников и дает команду для запуска. Модели после полетов остаются на месте посадки. Судья и его помощники замеряют рулеткой расстояние в метрах от линии старта до посадки. Участник, у которого это расстояние будет самым большим, объявляется победителем.

**Точность посадки.** Цель этих соревнований — посадить модель в заранее обозначенное место. На расстоянии 5—6 м

от стартовой линии размечают «аэродром». Это может быть круг диаметром около 1 м или лист газеты. Каждый участник после тренировочных запусков совершает зачетный полет. Если после первого тура у нескольких участников модели приземлились точно на «аэродром», для определения победителя линию старта переносят на 1 м дальше, увеличивая расстояние. Если и в этом случае таких участников окажется несколько, линию старта опять удаляют от «аэродрома». И так до победы одного участника.

**Петля Нестерова.** Задача участников в этом соревновании — заставить модель выполнить петлю Нестерова. Судьи, наблюдая за полетами сбоку, оценивают эту фигуру, выполненную каждой моделью, в очках. Так, четкая и ровная петля, похожая на окружность, оценивается в 5 очков, петля с зависанием, вытянутая, — в 4 очка и т. д. Участник, набравший наибольшую сумму очков за три полета, признается победителем.

Можно усложнить это соревнование — модель после петли Нестерова должна совершить посадку на заранее отмеченный «аэродром».

По метательным моделям планеров проводят соревнования на **продолжительность полета**. Число полетов (туров) оговаривают заранее в условиях (положении) соревнований. Обычно число туров не превышает трех. Старт моделей производится с рук. Время полета фиксируют с момента выпуска планера из рук до

момента посадки или до того момента, когда модель скроется из вида. Участник, набравший наибольшую сумму очков (1 с = 1 очко), признается победителем.

По схематическим моделям и планерам А-1 соревнования на продолжительность полета проводятся согласно «Правилам проведения соревнований по авиамodelьному спорту в СССР».

Число зачетных полетов — три, для А-1 — пять. Есть ограничения времени фиксации в каждом туре — 2 мин. Победителя определяют по наибольшей сумме очков. Если один или несколько участников наберут максимальное количество очков, между ними проводят дополнительные полеты, время фиксации в которых увеличивают на 1 мин.

## МОДЕЛИ САМОЛЕТОВ С РЕЗИНОВЫМ МОТОРОМ

Самолет — самый распространенный сегодня летательный аппарат тяжелее воздуха. Первые работы по созданию аэропланов, как тогда называли самолеты, относятся к XIX веку. Огромная заслуга в создании первого в мире самолета принадлежит русскому исследователю и изобретателю, морскому офицеру Александру Федоровичу Можайскому. В 1854 году он задумал построить воздухоплавательный аппарат, который управлялся бы так же, как и судно в море, и использовать для него двигатель и винт, применявшиеся на парходах. Уверенность Можайского в возможности полета подкреплялась исследовательской работой. Он изучал полет птиц глазами инженера: измерял размах крыльев, определял их массу, вогнутость профиля и наклон их к линии полета. На основании своих наблюдений Можайский сделал важное заключение о том, что «чем выше скорость движе-

ния, тем большую тяжесть может нести та же поверхность крыла».

Помогли Можайскому в создании самолета и опыты с воздушными змеями. Он построил большой воздушный змей и совершал на нем полеты. Буксировала этот змей тройка лошадей. Полеты на змее подсказали изобретателю, какой величины и формы должно быть крыло задуманного им самолета. После этого он строил летающие модели, винты которых приводились во вращение часовыми пружинами. Такие модели успешно летали и с грузом.

Более двадцати лет проводил свои исследования А. Ф. Можайский, которые позволили ему совершить научный подвиг — разработать проект и построить в 1885 году летательный аппарат. Нет документальных данных о летных испытаниях первого самолета, но пробежки по аэродрому он совершал. В одной из них произошла поломка

крыла и дальнейшая работа осталась незавершенной.

В это же время в других странах предпринимались попытки создания крылатых летательных аппаратов. Особенно преуспели в этом американские изобретатели и пилоты братья Уилбер и Орвилл Райт. Они много занимались конструированием летающих моделей планеров, совершали на них полеты.

К концу 1903 года братья Райт закончили постройку аэроплана с бензиновым мотором. И 17 декабря их самолет впервые в мире поднялся в воздух, пролетев всего 32 м за 12 с. Этот день вошел в историю авиации как дата первого управляемого полета летательного аппарата тяжелее воздуха, приводимого в движение двигателем — «моторного аэроплана».

Братья Райт на своем самолете (биplane) сделали очень важное нововведение — применили систему искривления крыльев (гоширование), что позволило обеспечить поперечную устойчивость аппарата, не имевшего стабилизатора. Руль высоты находился впереди, а руль направления — сзади. Два толкающих винта (пропеллера) были установлены за коробкой крыльев и связаны цепной передачей с мотором, размещенным посередине нижнего крыла. Из-за отсутствия шасси взлетно-посадочным, вернее посадочным, приспособлением служили лыжи. Взлетал самолет Райтов при помощи катапульты.

После первых полетов аэропланов самолетостроение по-

лучило развитие во многих странах. Во Франции 22 сентября 1906 года Сантос-Дюмон пролетел на своем аппарате 220 м. Строили и испытывали свои аэропланы Вуазен, Фарман, Блерио и другие авиаторы. Особенности французских аппаратов были установка винта непосредственно на валу двигателя, неподвижный стабилизатор и наличие шасси. В 1909 году Луи Блерио на самолете перелетел пролив Ла-Манш.

Первый полет аэроплана русской конструкции зафиксирован комиссией Всероссийского аэроклуба 5 июня 1910 года. Это был самолет, созданный Я. М. Гакелем, с размахом крыльев 11,5 м, двигателем мощностью 35—40 л. с. и массой без пилота и горючего 560 кг.

Через год тот же Я. М. Гакель построил самолет, имеющий скорость свыше 90 км/ч и дальность полета без посадки около 100 км.

А 6 июля 1913 года в воздух поднялся первый в мире четырехмоторный самолет «Русский витязь» конструктора И. И. Сикорского. Вскоре им же была закончена постройка четырехмоторного бомбардировщика «Илья Муромец».

Славную страницу в летопись мировой авиации вписал русский военный летчик П. Н. Нестеров. 27 августа 1913 года он впервые выполнил на самолете мертвую петлю (круг в вертикальной плоскости) и заложил практические основы высшего пилотажа.

После Великой Октябрьской революции развитию авиации в нашей стране уделялось большое внимание. 10 ноября 1917 года по инициативе В. И. Ленина было создано Бюро комиссаров авиации и воздухоплавания, организованы первые авиационные отряды, активно участвовавшие в боях с белогвардейцами и интервентами.

После окончания гражданской войны партия и правительство прилагали все для создания собственной авиационной промышленности. В 1918 году был создан Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ) — центр научной и конструкторской авиационной мысли страны. В 1920 году в нашей стране открылась первая пассажирская линия на трассе Москва — Нижний Новгород.

В 1924 году был построен первый советский цельнометаллический самолет АНТ-2 конструкции А. Н. Туполева. Под руководством трижды Героя Социалистического Труда академика А. Н. Туполева создано более 100 различных самолетов, в их числе первый реактивный для пассажирских рейсов — Ту-104 и первый сверхзвуковой того же назначения — Ту-144.

В 1934 году семи летчикам: М. В. Водопьянову, И. В. Доронину, Н. П. Каманину, А. В. Ляпидевскому, С. А. Леваневскому, В. С. Молокову и М. Т. Слепневу, отличившимся при спасении челюскинцев, впервые в нашей

стране было присвоено звание Героя Советского Союза.

18—20 июля 1937 года на самолете АНТ-2 экипаж в составе В. П. Чкалова, Г. Ф. Байдукова и А. В. Белякова совершил впервые в истории авиации перелет через Северный полюс в Америку, пробыв в воздухе 63 ч и покрыв расстояние свыше 8 тыс. км.

Неоценима роль нашей авиации в Великой Отечественной войне. Свыше 100 тыс. самолетов дала фронту авиационная промышленность. Советские летчики разбили хваленую немецкую авиацию. Свыше 2000 летчиков было удостоено звания Героя Советского Союза, 65 летчиков награждены звездами Героев дважды, а двое — А. И. Покрышкин и И. Н. Кожедуб стали трижды Героями Советского Союза.

Широко известны имена авиационных конструкторов П. Н. Поликарпова (самолет По-2); С. В. Ильюшина (штурмовик Ил-2, пассажирские лайнеры Ил-18, Ил-62 и созданный в КБ имени Ильюшина аэробус Ил-86), С. А. Лавочкина (Ла-5, Ла-7, Ла-15), А. С. Яковлева (Як-1, Як-3, Як-9, Як-15, Як-42 и др.), О. К. Антонова (Ан-2, Ан-12, Ан-22, Ан-124), А. И. Микояна (создателя МиГов), О. О. Сухого (конструктора истребителей).

Сейчас наша страна связана воздушными трассами более чем со 100 странами мира. Авиация широко используется в народном хозяйстве.

Сегодняшние самолеты разнятся не только формой, массой, размерами, но и назна-

чением. Существуют самолеты гражданские и военные. Самолеты гражданской авиации бывают пассажирские, грузовые, специального назначения, санитарные и спортивные. К военным относятся истребители, перехватчики, ракетноносцы, бомбардировщики и другого назначения.

Все современные самолеты сходны по устройству, имеют одни и те же основные системы и агрегаты.

**Крыло** — главная часть самолета — создает подъемную силу, удерживающую его в воздухе. У разных самолетов крылья отличаются размерами, формой и числом. Самолет с одним крылом называют **монопланом**, а имеющий два крыла (одно над другим) — **бипланом**.

Конструкция крыла зависит от типа самолета, его назначения. Самые простые крылья у самолетов, летающих на скоростях до 300 км/ч, состоят из лонжеронов, связанных нервюрами и расчалками, и мягкой обтяжки покрытия (полотно). У всех сложных крыльев главный силовой элемент включает и жесткую обшивку.

По форме крылья могут быть трапециевидными, стреловидными, а также иметь и другие очертания.

У всех современных самолетов крылья имеют элероны, закрылки и щитки. **Элероны** — небольшие рули на консолях, отклоняющиеся одновременно в разные стороны, служат для создания крена. **Закрылки** — рули, похожие на элероны, но отклоняющиеся

только вниз на  $20-50^\circ$ , изменяя при этом кривизну профиля, что ведет к снижению скорости. **Щитки** — средство увеличения подъемной силы крыла; отклоняются только вниз.

**Фюзеляж** — корпус самолета — имеет плавную обтекаемую форму и служит для размещения людей, грузов, приборов. К нему крепят все основные агрегаты: крыло, оперение и т. д.

**Хвостовое оперение** включает: стабилизатор, руль высоты, киль и руль направления.

**Стабилизатор** — небольшая поверхность, обычно неподвижная, обеспечивающая продольную устойчивость самолета. Если под действием каких-либо сил самолет повернется вокруг поперечной оси, сила давления встречного потока на стабилизатор вернет его в прежнее положение. Равновесие вокруг поперечной оси будет восстановлено.

Если же летчику понадобится самому повернуть самолет относительно той же оси, он использует **руль высоты**, навешенный на шарнирах к стабилизатору. Пилот управляет рулем высоты, отклоняя ручку управления или штурвал, связанный тросами или тягами с рулем высоты.

**Киль** — вертикальная неподвижная поверхность, выполняющая роль стабилизатора только относительно вертикальной оси, то есть обеспечивает путевую устойчивость самолета.

Нажимая ножные педали в кабине самолета, летчик

действует на руль управления, крепящийся к килю на шарнирах. При движении вперед правой педали (левая при этом перемещается в обратном направлении) нос самолета поворачивается вправо. При нажатии левой педали самолет поворачивается влево.

С ростом скоростей и массы самолетов возникают трудности в управлении: для отклонения рулей пилоту приходится прикладывать большую силу к ручке управления. Для ее уменьшения к элеронам, рулям высоты и направления прикрепляют триммеры — небольшие поверхности, отклоняющиеся в нужную сторону вращением специального штурвала, независимо от положения руля.

Есть и другие способы облегчения управления самолетом.

На тяжелых и скоростных самолетах применяют специальные устройства, увеличивающие во много раз силы, прикладываемые летчиком к ручке управления. — бустеры или гидроусилители. Действуют они по принципу гидравлического пресса.

Шасси позволяет самолету двигаться по земле, для разбега при взлете и для пробега после посадки. На современных самолетах наиболее распространено трехколесное шасси с носовым колесом. Два главных колеса расположены под крылом, сзади центра тяжести самолета, третье — в носовой части фюзеляжа. Такое шасси обеспечивает хорошую устойчивость самолета при разбеге и про-

бега, допускает энергичное торможение.

На некоторых самолетах применяют шасси с хвостовым колесом и велосипедного типа, когда стойки с колесами расположены одна за другой, как у двухколесного велосипеда. Для уменьшения сопротивления воздуха шасси делаются убирающимися.

Для полета самолета необходима сила тяги, направленная вперед. Сила тяги создается воздушным винтом, установленным на коленчатом валу двигателя внутреннего сгорания. Авиационный двигатель — это сердце самолета. Он работает почти так же, как и автомобильный, только имеет гораздо большую мощность.

При вращении воздушный винт ввинчивается в воздух и тянет за собой самолет. Возможности применения двигателей внутреннего сгорания ограничены — они способны создавать силу тяги для скоростей полета до 700—800 км/ч. Поэтому на скоростных самолетах устанавливают реактивные двигатели. Простейший реактивный двигатель — пороховая ракета, у которой газы, образующиеся во время горения топлива, с высокой скоростью выбрасываются назад. Сила отдачи, появляющаяся при этом, и есть сила тяги. Реактивными двигателями снабжены самолеты Ту-154, Як-40, Ил-62, Ил-86.

В настоящее время на самолетах широко применяют турбореактивные двигатели, работающие по такому же принципу, как и пороховая ракета,

только вместо пороха в камере сгорания непрерывно горит смесь паров керосина с воздухом.

Чтобы увеличить силу тяги реактивного двигателя, надо повысить скорость выбрасывания газов из камеры сгорания. Для этого воздух, прежде чем он попадает в камеру сгорания, сжимают в компрессоре, на одном валу с которым расположена газовая турбина.

Компрессор подает в камеру сгорания воздух одновременно с поступающим топливом. Образующаяся смесь горит непрерывно, воздух нагревается до высокой температуры, повышается давление. Вырываясь из камеры сгорания с большой скоростью, газы создают силу тяги и попутно приводят во вращение турбину и компрессор. Если на вал посадить еще воздушный винт, получится турбовинтовой двигатель. Такие двигатели применяют на самолетах Ту-114, Ан-10 и Ил-18.

Схематическая модель самолета — это летающая модель.

В практике «малой авиации» постройка моделей самолетов получила самое широкое распространение. Различают модели самолетов с резиновым мотором, с электромотором и двигателем внутреннего сгорания. Кроме того, модели самолетов бывают схематические и фюзеляжные, свободнолетающие и кордовые (последние по кругу и управляются с помощью стальных нитей — корд).

В настоящее время в СССР

строят модели самолетов пяти категорий, каждая из которых включает в себя несколько классов. Рассказать о всех классах миниатюрных самолетов в данной книге не представляется возможным, поэтому познакомим читателя с несложными, на взгляд автора, моделями, которые можно построить в пионерском лагере.

Начнем со схематических моделей самолетов с резиновым двигателем. Так же как и модель планера, эти летающие модели лишь схематически воспроизводят самолет.

**Резиномоторная модель самолета «Малютка»** (рис. 27). Эту схематическую модель самолета сконструировал М. С. Степаненко, один из ветеранов советского авиамоделизма. Главное ее достоинство — простота изготовления. Необходимый для постройки материал: сосновые рейки, немного стальной проволоки диаметром 0,6 мм, папиросная и чертежная бумага, резиновая нить сечением 1×1 мм длиной около 2 м. Модель хорошо летает в помещении и на открытом воздухе.

Работу советуем начинать с изготовления крыла. Выстругивают рейки сечением 1×3 мм: две длиной 360 мм и четыре — 70 мм. После этого из жести вырезают четыре полоски размером 3×20 мм и сгибают их, как показано на рис. 27. Концы длинных и коротких реек смазывают клеем и крепко привязывают к ним полоски.

Сечение реек для нервюр — 0,5×2 мм. Их девять — семь



длиной 100 мм на центроплане и две концевые длиной 80 мм. Изгибают нервюры на паяльнике или лампе, концы затачивают в виде лопатки.

В местах угла поперечного  $У$  к кромкам крыла приклеивают сначала две угловые нервюры, а через 15—20 мин устанавливают остальные. К передней кромке в месте стыка с центральной нервюрой привязывают подкос из жести и крепят к нему планку кабанчика. И к ней же приклеивают заднюю кромку крыла.

Стабилизатор и киль склеивают из реек сечением  $1 \times 3$  мм (размеры даны на рисунке). Крепят стабилизатор и киль к хвостовой балке фюзеляжа. Ее длина 190 мм, сечение переменное — от  $3 \times 3$  до  $1,5 \times 2$  мм.

Фюзеляж — сосновая рейка длиной 320 мм, сечением  $3 \times 4$  мм впереди и  $3 \times 3$  мм в хвостовой части. Используемый в качестве подшипника брусок из липы  $3 \times 7 \times 10$  мм клеят к фюзеляжу и обвязывают нитками. Ось отверстия под вал винта смещают вниз и вправо.

Ступицу винта делают из рейки длиной 55 мм и сечением  $3 \times 4$  мм. Прорези для лопастей, изготовленных из двух слоев чертежной бумаги, выполняют лобзиком под углом  $35^\circ$ . Сначала в ступице закрепляют вал винта, затем его же продевают в отверстие подшипника и сгибают в крючок для резиномотора.

Всю модель склеивают папиросной бумагой. Крыло привязывают резиновой нитью к фюзеляжу. Резиномотором слу-

жат шесть нитей резины сечением  $1 \times 1$  мм. Масса модели около 15 г.

Собрав модель, проверяют, нет ли перекосов. Перемещением крыла вдоль фюзеляжа находят центр тяжести модели с резиномотором. Он должен быть на расстоянии  $1/3$  ширины крыла от передней кромки.

Добившись нужной центровки, модель регулируют на планирование, то есть полет без работы винта. Держа одной рукой за фюзеляж и немного наклонив носовую часть вниз, плавным движением толкают «Малютку». Если модель задирает нос, крыло перемещают к стабилизатору. При крутом полете вниз — пикировании — крыло передвигают вперед. Хорошо отрегулированная модель должна пролететь 8—10 м.

Более сложный этап — регулировка моторного полета. Закрутив резиновый двигатель на 50—60 оборотов, модель берут за фюзеляж правой рукой, а левой держат винт. Легким толчком пускают модель горизонтально. Затем постепенно увеличивают число оборотов резиномотора. Необходимо запомнить, что нельзя двигать крыло после того, как модель отрегулирована на планирование.

Если модель кружит, прежде всего попробуйте сместить вал винта вправо или отклонить в ту же сторону киль (или руль поворота). Однако кружение могут вызвать и другие причины: весовая асимметрия, различная кривизна профиля нервюр у правой или левой половины крыла.



Фюзеляж вырезают из пластины толщиной 5 мм. С обеих сторон по всей длине его усиливают двумя сосновыми рейками сечением  $4 \times 1$  мм. К одной предварительно привязывают крючок из проволоки диаметром 0,6 мм и подшипник для винта.

Крыло, стабилизатор и киль также вырезают из пластины пенопласта, профилируют наждачной бумагой и приклеивают клеем ПВА. Шасси выгибают из стальной проволоки диаметром 0,8 мм, колеса — из пенопласта и оклеивают бумагой.

Диаметр воздушного винта составляет 160 мм. Его лопасти состоят из двух слоев чертежной бумаги. Ступицей винта служит отрезок рейки сечением  $4 \times 3,5$  мм и длиной 45 мм. Прорези для лопастей делают пилкой-шлифовкой под углом  $40-45^\circ$ . Вал винта выгибают из проволоки диаметром 0,6 мм, вставляют в отверстие подшипника, а затем загибают его свободный конец.

Резиномотор из шести нитей сечением  $2 \times 1$  мм устанавливают на вал винта и задний крючок фюзеляжа с небольшим провисанием.

Регулируют эту полую копию так же, как и резиномоторную «Малютку».

Полетная масса модели 17 г.

**Схематическая модель самолета** (рис. 29) немного сложнее описанных ранее. Прежде чем приступить к постройке модели, необходимо сделать ее рабочий чертеж (в натуральную величину). Порядок работы может быть такой.

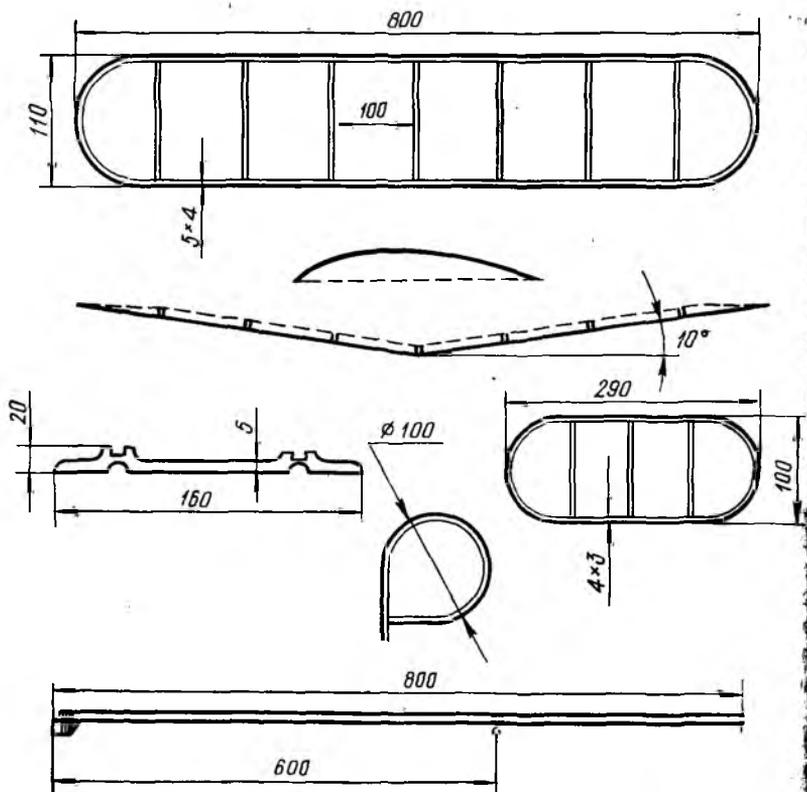
Фюзеляж делают из прямо-слойной сосновой или липовой рейки длиной 800 мм, сечением  $12 \times 10$  мм, к хвостовой части сечение можно уменьшить до  $8 \times 6$  мм.

Сечение передней и задней кромок стабилизатора  $4 \times 3$  мм; закругления выгибают из бамбуковой рейки сечением  $3 \times 2$  мм и соединяют с кромками «на ус» клеем. Места соединения обматывают нитками. Жесткость увеличивают тремя нервюрами сечением  $2 \times 2$  мм. По чертежу отмечают середину стабилизатора и закрепляют его на хвостовой части фюзеляжа, предварительно вырезав в нем небольшие углубления под кромки стабилизатора.

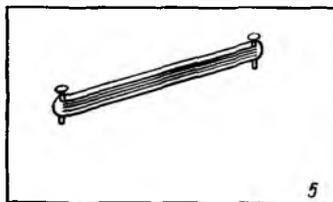
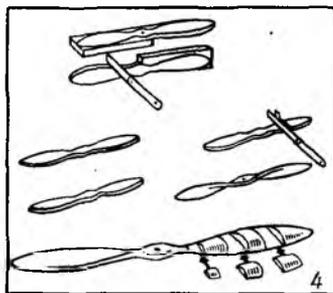
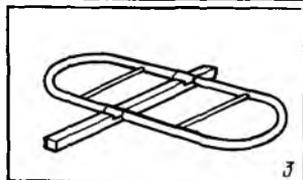
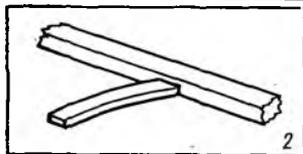
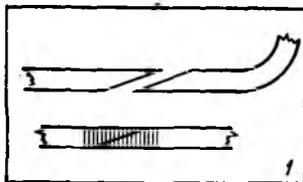
Киль из бамбуковой рейки изгибают и вставляют в отверстие фюзеляжа, просверленное немного ближе передней кромки стабилизатора.

Подшипником служит липовый брусок размером  $25 \times 20 \times 10$  мм. Его приклеивают к передней части фюзеляжа, снизу обматывают нитками. В подшипнике сверлят отверстие диаметром 1,5 мм, в которое пропускают вал винта.

Для кромок крыла берут сосновые рейки сечением  $5 \times 4$  мм и изгибают их к середине под углом  $10^\circ$ . Бамбуковые закругления крепят к кромкам так же, как на стабилизаторе. Нервюры изготавливают из сосновых реек сечением  $3 \times 2$  мм, концы их заостряют «лопаткой» и вставляют с клеем в проколы кромок. Кабанчик для крепления крыла к фюзеляжу вырезают из липового бруска. Следует



$\alpha$



$\delta$

помнить, что передняя кромка должна быть выше задней на 8—10 мм. Привязывают кабанчик к крылу нитками.

Воздушный винт — самая сложная часть схематической модели самолета. Его изготавливают из бруска липы, ольхи или осины размером  $300 \times 30 \times 20$  мм. На широкой грани бруска проводят две взаимно перпендикулярные осевые линии, в центре сверлят отверстие диаметром 1 мм. Накладывают фанерный или целлулоидный шаблон вида сверху, совмещая осевые линии и очерчивая одну лопасть, затем поворачивают шаблон на  $180^\circ$  вокруг оси и наносят контуры другой лопасти. Острым ножом срезают лишнюю часть бруска и обрабатывают напильником. На одну из боковых граней накладывают шаблон вида сбоку, очерчивают его карандашом и срезают лишнее. В дальнейшем винт обрабатывают с верхнего правого края каждой лопасти.

Верхняя поверхность лопастей должна быть слегка выпуклой, а нижняя — плоской или немного вогнутой. Вогнутость достигают, соскабливая древесину осколком стекла или полукруглым напильником.

Зачищают лопасти наждачной бумагой, одновременно центрируя винт. Для этого надевают его на тонкую проволоку и вращают. Если масса лопастей винта одинакова, он остановится в горизонтальном

положении. Если нет, необходимо опускающуюся лопасть доработать напильником или зачистить наждачной бумагой и вновь проверить центровку винта, добиваясь равновесия.

Готовый винт покрывают двумя-тремя слоями нитролака. В ступице винта закрепляют вал из стальной проволоки диаметром 1,5 мм, надевают на него две шайбы и вставляют в подшипник. Свободный конец вала изгибают в виде крючка для крепления резинового двигателя. Другой крючок для двигателя крепят в хвостовой части фюзеляжа на расстоянии 600 мм от подшипника.

Обтягивают модель самолета так же, как и модель планера, папиросной или микалентной бумагой. Обтяжку крыла производят только сверху в два приема: сперва одну половину, потом — другую.

Стабилизатор оклеивают только сверху, а киль — с обеих сторон. Бумагу, выступающую за кромки, счищают наждачной бумагой или острым ножом.

Резиновый двигатель длиной 600 мм изготавливают из резины сечением  $2 \times 1$  мм. Для этого с доску вбивают два гвоздя на расстоянии, равном длине резинового двигателя, резиновую нить массой 30 г обматывают вокруг гвоздей, а свободные концы связывают. В местах крепления двигатель перевязывают тонкой резинкой.

Рис. 29. Схематическая модель самолета:

а — рабочий чертеж; б — порядок изготовления

Готовый резиновый двигатель промывают в теплой мыльной воде, просушивают вдали от источников тепла, смазывают касторовым маслом и упаковывают на несколько дней в темную стеклянную банку.

Для определения максимального числа витков двигателей один из них следует закрутить до разрыва. Зная возможности резиновых двигателей данной длины, можно провести их динамическую формовку. Наиболее простой способ формовки заключается в последовательном закручивании и раскручивании резиномотора. Начинают закрутку с 20 % допустимого числа витков с последующим добавлением 10—15 % от максимального числа витков. Заканчивают формовку закруткой на 80—85 % максимального числа витков. После этого снова промывают резиновый двигатель в теплой мыльной воде, просушивают, смазывают касторовым маслом и упаковывают в полиэтиленовый пакет или стеклянную банку. Выдержав одну-две недели, такой двигатель можно использовать на соревнованиях. Иногда динамическую формовку двигателей удобно делать и при тренировочных запусках.

Регулировку модели проводят следующим образом. Сначала проверяют, нет ли перекосов при видах сверху и спереди. Перемещением крыла вдоль рейки устанавливают центр тяжести модели с резиновым двигателем на расстоянии  $1/3$  длины хорды крыла от передней кромки.

Добившись правильной центровки, модель регулируют на планирование (без работы винта), так же как и схематическую модель планера: держа модель одной рукой за фюзеляж, немного наклонив носовую часть вниз, плавным движением толкают ее. Если модель задирает нос, крыло передвигают к стабилизатору. При крутом опускании (пикировании) модели крыло перегибают вперед. Хорошо отрегулированная модель должна пролетать 8—12 м.

Более сложный этап — это регулировка моторного полета. Закрутив резиновый двигатель на 50—60 витков, модель берут за фюзеляж правой рукой, а левой придерживают винт. Легким толчком пускают модель горизонтально. Повторяют несколько раз запуск модели, постепенно увеличивая число витков двигателя.

Сложность регулирования модели самолета заключается в том, что при моторном полете (с работающим винтом) возникают новые явления, которые не наблюдались при планирующем полете. Выделим основные из них, опишем их признаки и причины.

Модель, планирующая по прямой, кружит в моторном полете, стремясь повернуть в левую сторону (вращение винта вправо по направлению полета). Это происходит из-за влияния силы реакции от вращения винта. Величина данной силы связана жесткой зависимостью с частотой его вращения и диаметром винта. Авиамodelисты исправляют

этот дефект смещением вала винта вправо или отклонением киля в эту же сторону.

Модель может кружиться также из-за несимметрии масс, различной кривизны профиля нервюры у обеих половин крыла и по другим причинам.

При малой закрутке резинового двигателя модель летит хорошо, а при большой не набирает высоты. Причина — слабая рейка-фюзеляж, когда сильно закрученный двигатель гнет рейку. В этом случае рекомендуется поставить сверху ее растяжки или заменить более прочной.

Как уже упоминалось ранее, иногда модель в моторном полете трясет, и чем больше закрутка резинового двигателя, тем сильнее. В этом случае сказывается дисбаланс лопастей воздушного винта или неверный изгиб крючка вала винта.

Если после запуска модель стремительно набирает высоту и пытается сделать петлю, необходимо сместить вал винта вниз. А если модель медленно набирает высоту, перемещают вал винта вверх.

Регулировать моторный полет лучше смещением вала винта, а планирующий — передвижением крыла вдоль фюзеляжа (изменением центровки), изменением угла атаки крыла и поворотом киля.

**Фюзеляжная модель самолета с резиновым двигателем** (рис. 30) разработана в авиакружке, которым длительное время руководил автор. Она посильна тем моделистам, кто имеет опыт авиационного моделирования.

Фюзеляж представляет собой наборную конструкцию из четырех продольных стрингеров и поперечных распорок. Сечение их  $2 \times 2$  мм в носовой части и  $1,5 \times 1,5$  мм — в хвостовой. В конце стрингеры соединяют липовыми пластинками. Сверху в этом месте для крепления стабилизатора приклеивают опорную площадку. Передний шпангоут вырезают из фанеры толщиной 1 мм, так же как и щечки для крепления штыря резиномотора. Масса фюзеляжа — 25 г.

Киль, так же как и фюзеляж, — наборной конструкции. Крыло массой 26 г состоит из кромок, лонжеронов и нервюры. Нервюры вырезают из липового шпона толщиной 0,4 мм, лонжероны и кромки — из сосновых реек. Угол поперечного V — двойной. «Ушки» крепят к центроплану уголками из фанеры. Крыло привязывают к фюзеляжу резиновой нитью. Установочный угол образует брусок из липы, приклеенный под передней кромкой.

Стабилизатор по конструкции аналогичен крылу, только лонжерон всего один — сверху. Крепят его к площадке фюзеляжа резиновой нитью.

Винтомоторная группа состоит из двухлопастного винта, бобышки и резинового двигателя. Вал винта и ступица образуют одно целое, их выгибают из стальной проволоки диаметром 2 мм так, чтобы по обе стороны образовались оси качания лопастей. Между ступицей и бобышкой укрепляют пружину булавоч-

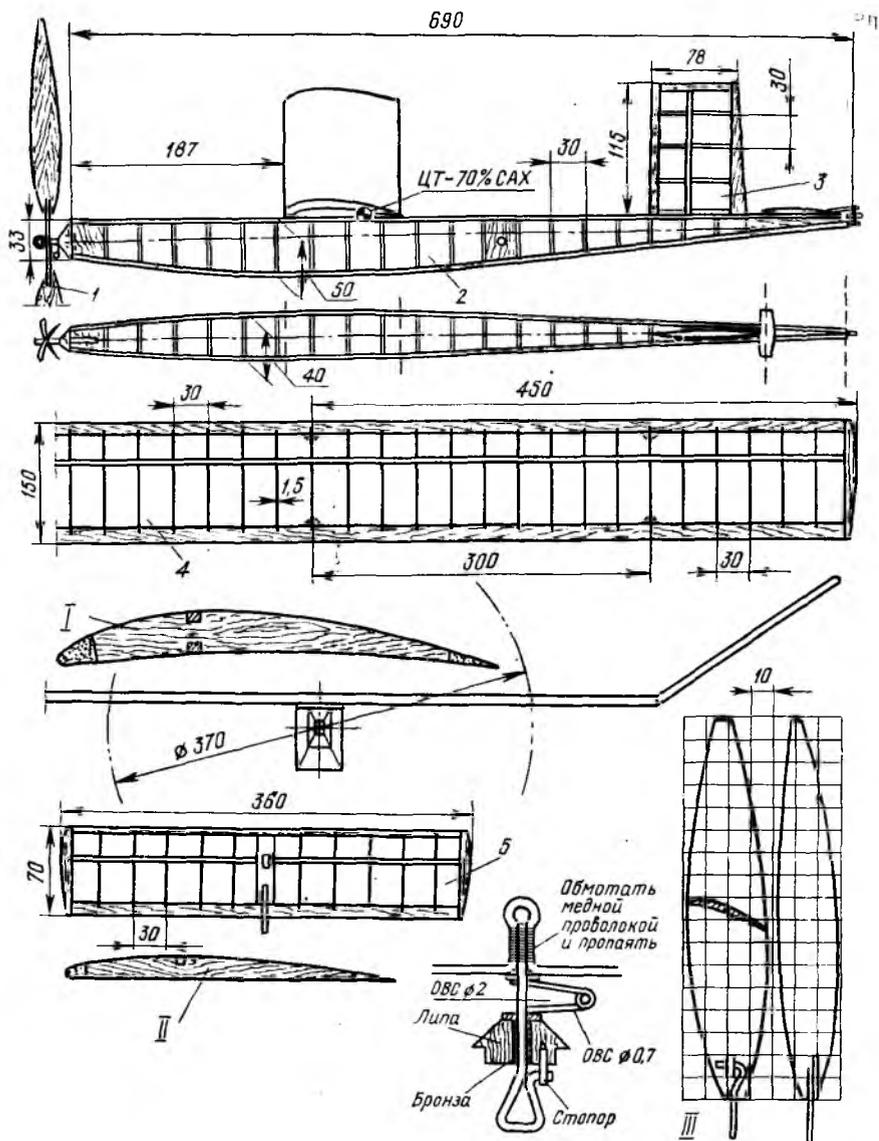


Рис. 30. Фюзеляжная модель самолета с резиновым двигателем:

1 — винтомоторная группа; 2 — фюзеляж; 3 — киль; 4 — крыло; 5 — стабилизатор; I — профиль крыла; II — профиль стабилизатора; III — шаблоны винта

ного типа из проволоки диаметром 0,7 мм. Лопасти винта делают из кедра и промазывают.

Резиновый двигатель мас-

сой 10 г связывают из нити сечением 2×1 мм.

Всю модель оклеивают микалентной бумагой и покрывают нитролаком: фюзеляж —

пять раз, крыло и стабилизатор — три. Центр тяжести находится на расстоянии 70 % ширины крыла, считая от передней кромки.

Полетная масса модели около 90 г.

**Резиномоторная модель самолета класса В-1** (рис. 31) может рассматриваться как шаг к спортивному совершенствованию в категории свободноплетающих моделей.

Фюзеляж ее состоит из моторной (носовой) части и хвостовой балки, соединенных втулкой. Носовую часть изготовляют из фанеры толщиной 1 мм следующим образом. Лист фанеры размером  $450 \times 112$  мм распаривают в теплой воде и резиновым жгутом плотно прижимают к болванке диаметром 30 мм. После просушки место шва спиливают «на ус» и склеивают, предварительно намотав на болванку два слоя папиросной бумаги, чтобы склеенный фюзеляж легко можно было снять. Дав высохнуть клею, напильником счищают один слой, что уменьшает массу получившейся трубки до 15—20 г. Изнутри ее дважды покрывают нитролаком.

Хвостовую балку изготовляют из стеклоткани на конусной оправке. На тонком конце приклеивают пластину из липы толщиной 2 мм для крепления стабилизатора. Задний крючок выгибают из стальной проволоки диаметром 1 мм.

Пилон с профилированной верхней плоскостью приклеивают к фюзеляжу. Спереди и сзади в нем закрепляют по два штырька из бамбука для

намотки резиновой нити крепления крыла.

Киль из липовой пластины толщиной 1,2 мм вставляют в прорезь хвостовой балки фюзеляжа и фиксируют на клею. Масса фюзеляжа в сборе 60 г.

Крыло представляет собой наборную конструкцию с кромками, законцовками и нервюрами из бальзы. Можно выполнить их и из липы, только следует позаботиться, чтобы она была сухой и выдержанной. Толщину деталей надо уменьшить приблизительно вдвое. Нервюры вырезают из липового шпона, обрабатывают наждачной бумагой и покрывают эмалитом.

Оба лонжерона вырезают из сосновых реек сечением  $3 \times 2$  мм. Центральная часть крыла — прямой центроплан. Угол поперечного V выполнен по концам крыла в виде «ушек», образованных консольными частями. Лонжероны каждой консоли соединяют с лонжеронами центроплана уголками из фанеры толщиной 1,5 мм. Крыло оклеивают длинноволокнистой бумагой и покрывают эмалитом — трижды сверху и четыре раза снизу. Масса крыла 25 г.

Стабилизатор по конструкции аналогичен крылу: 12 нервюр — из липового шпона, лонжерон сечением  $2,5 \times 1,5$  мм — один, только верхний. Крючок для крепления к фюзеляжу выполнен из стальной проволоки диаметром 1 мм. Стабилизатор крепят к пластинке хвостовой балки резиновой нитью, которая и отклоняет его для режима парашютиро-



вания под углом  $45^\circ$ , а удерживается он в таком положении тонкой рыболовной леской.

Стабилизатор оклеивают бумагой и три раза покрывают жидким эмалитом. Его масса 8 г.

Винтомоторная группа выполнена так же, как и на описываемой ранее модели. Резиномотор набирают из ленточной резины сечением  $2 \times 1$  мм, длина его 400 мм, масса 20 г.

Полетная масса модели 138 г.

При сборке модели вставляют резиновый двигатель, а затем резиновой нитью привязывают крыло и стабилизатор. Определяют положение центра тяжести, который должен располагаться на расстоянии 60—65 % длины хорды крыла, считая от передней кромки.

Регулируют модель на пла-

нирование, изменяя установочный угол стабилизатора. Этого достигают, опуская или поднимая заднюю кромку стабилизатора.

Затем выполняют регулировку в моторном полете, смещая вал воздушного винта. Первые запуски делают при 100—150 витках резинового двигателя. Если модель при полете с работающим винтом кабрирует, вал винта смещают вниз. Если она не набирает высоту, вал винта смещают вверх. Добившись хорошего полета на указанных витках резинового двигателя, модель запускают на полных оборотах. Для этого резиновый двигатель растягивают и закручивают на 350—400 витков. Хорошо отрегулированная модель набирает высоту 40—45 м и держится в воздухе около 2 мин.

## КОРДОВЫЕ МОДЕЛИ САМОЛЕТОВ

Из пяти категорий авиационных моделей наиболее распространенной можно признать категорию кордовых моделей. Кордовая модель — модель летательного аппарата, летающая по кругу и управляемая при помощи нерастягиваемых нитей или тросов (корд). Пилот, находящийся на земле, воздействуя на органы управления модели (рули высоты) посредством корд, может заставить ее лететь горизонтально или выполнять различные фигуры в пределах полусферы радиусом, равным длине корд. Тяга модели обеспечивается двигателем внутреннего сгорания (поршневым). Запускают кордовые модели на специально подготовленной площадке — кордроме. Для моделей, которые предлагаются в этой главе, кордромом может служить ровная площадка диаметром 45—50 м.

Категория кордовых моделей включает в себя пять классов: пилотажная, скоростная, гоночная, воздушного боя и копия. Не будет преувели-

чением сказать, что наиболее популярные и зрелищные все-таки два из них — пилотажная и модель воздушного боя. Условия кружка авиамodelистов в пионерском лагере не позволяют строить сложные модели. Следовательно, одним из требований, предъявляемых к таким моделям, является простота изготовления и непродолжительность работы. Об этих миниатюрных самолетах и наш разговор в данной главе.

**Кордовая модель самолета «Юниор»** (рис. 32) разработана для первоначального обучения пилотированию моделей данной категории. Прежде чем приступить к изготовлению любой модели самолета, и к этой конкретно, надо вычертить ее рабочий чертеж.

Работу над моделью можно начать с изготовления крыла — наиболее сложной детали данного летательного аппарата.

Крыло модели «Юниор» состоит из 10 нервюр, двух лонжеронов, передней и задней кромок и двух закон-

ценок. Нервюры вырезают из фанеры толщиной 1 мм, собирают в пачку, нанизывают на два гвоздя и опиливают по контуру напильником, предварительно зажав ее в тиски. Затем ножовочным полотном делают вырезы под лонжероны и переднюю кромку. После этого, вынув пачку из тисков, лобзиком облегчают каждую нервюру. Лонжероны и кромки выстругивают из сосны сечением  $7 \times 4$  мм и, разметив по чертежу место расположения нервюр, начинают сборку.

На нижний лонжерон ставят нервюры, затем в их пазы вкладывают верхний лонжерон, связывают нитками и склеивают. Немного погодя укрепляют переднюю и заднюю кромки, а после вклеивают кронштейн, законцовки и усиление центроплана.

Дав высохнуть клею, обрабатывают крыло наждачной бумагой на брусочке и обтягивают микалентной бумагой.

Фюзеляж выпиливают из липовой пластины толщиной 8 мм. В носовой, моторной части делают вырез под двигатель, усиливают его фанерными накладками и закрепляют стойки шасси, выгнутые из стальной проволоки диаметром 2,5 мм. В хвостовой части нитками с клеем привязывают костыль из проволоки диаметром 1,5 мм.

Стабилизатор склеивают из основных реек сечением  $7 \times 4$  мм, оклеивают микалентной бумагой и крепят к хвостовой части фюзеляжа. Руль высоты, вырезанный из фанеры толщиной 1,5 мм, навешивают к стабилизатору пет-

лями из ткани. Кабанчик руля высоты изготавливают из дюралюминия толщиной 1 мм и крепят двумя заклепками.

Качалку управления выпиливают из дюралюминия толщиной 1,5 мм. К нижней плоскости фюзеляжа ее крепят винтом МЗ. Тягу выгибают из алюминиевой проволоки диаметром 2 мм. Топливный бак паяют из белой луженой жести.

Крыло привязывают к фюзеляжу резиновой нитью.

На модели устанавливают компрессионный двигатель МК-17 «Юниор».

Ручку управления вырезают из 10-миллиметровой фанеры; ее можно также изготовить из оргстекла или текстолита.

Для корды следует применить стальную проволоку ОВС диаметром 0,3—0,35 мм. Для крепления корды к ручке управления и к качалке на концах последней надо закрепить карабины, которые можно согнуть из проволоки ОВС диаметром 0,6—1,0 мм. Хранить корды следует на дисках диаметром 150—250 мм, обычно изготавливаемых из фанеры путем склеивания и обработки на токарном станке. Корды должны быть постоянно сухими и чистыми. Перед полетом их желательно протирать чистой тряпкой.

Перед полетом определяют центр тяжести модели, который должен располагаться на расстоянии 15—20 % длины хорды крыла от передней кромки. Первый полет необходимо совершить руководителю кружка или авиамodelисту, имею-

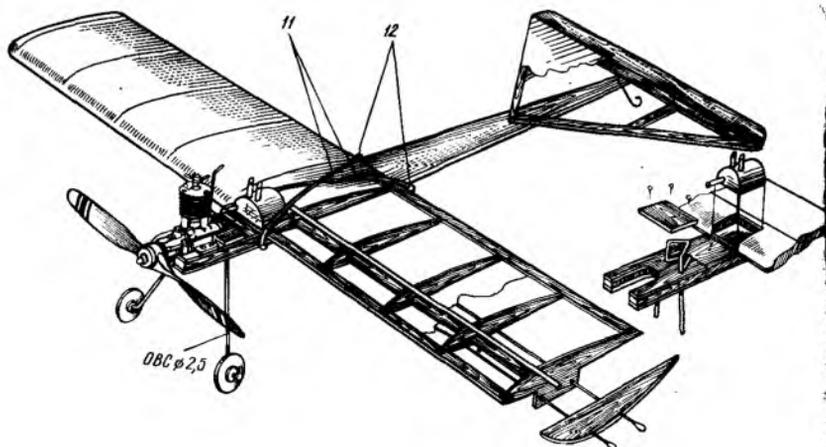


Рис. 32. Кордовая модель самолета «Юниор»:

*a* — общий вид; *b* — детали; 1 — трубы диаметром 3 мм; 2 — нервюры; 3 — законцовки; 4 — рейки 4×7 мм; 5 — заготовка для бака; 6 — качалка; 7 — кабанчик; 8 — винт М3×20; 9 — заклепки; 10 — корда; 11 — резиновая нить; 12 — гвозди; 13 — руль высоты; 14 — ручка управления

шему опыт пилотирования кордовой модели. Длину корды для первых запусков выбирают в пределах 12—15 м. Совершать полеты желательнее при слабом ветре — не более 1—2 м/с. После опробования модели спортсменом, имеющим навыки в управлении кордовыми моделями, можно приступать к обучению.

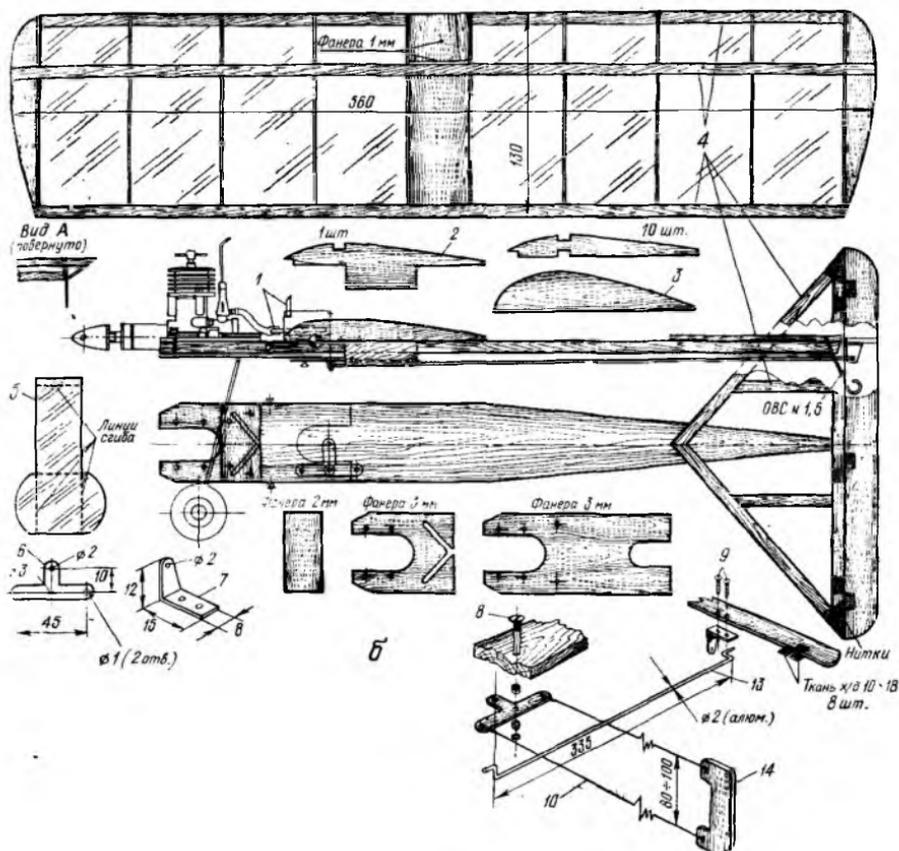
Первые полеты обязательно страхуют следующим образом: инструктор выполняет взлет модели, а обучаемый подходит к нему в круг. Инструктор аккуратно передает ему ручку управления, а свою руку кладет на руку обучаемого. Это следует делать, когда модель набрала высоту 4—5 м.

В полете инструктор все время подстраховывает обучаемого и при необходимости корректирует положение ручки управления. Во время полета рука должна быть рас-

слаблена, а пилоту необходимо постоянно уяснять реакцию модели на отклонение ручки управления. Рука пилота должна быть вытянута и составлять с кордой прямую линию.

Продолжительность обучения зависит от индивидуальных особенностей. Постепенно инструктор ослабляет контроль за обучаемым и периодически предоставляет ему самостоятельность. Если модель летит устойчиво по горизонту, первые навыки приобретены.

Совершив несколько таких полетов, можно доверить обучаемому выполнить взлет с земли. При взлете следует немного отклонить руль высоты вверх и оставить его в таком положении в течение всего взлета. В это время желательно не управлять моделью, то есть не работать рулями: чем меньше пилот вмешивается, тем лучше взлет. Первый



самостоятельный взлет не всегда получается. Бывают и полетки, обычно воздушного винта. Поэтому рекомендуется иметь запас винтов. Если взлет удался, горизонтальный полет выполнить нетрудно — все операции управления уже знакомы.

При посадке пилот должен вести себя так же, как и при взлете. После остановки двигателя не следует вмешиваться в управление: модель плавно снизится и коснется земли. Если двигатель заглох при наборе высоты, следует немного отклонить руль вы-

соты вниз, дав модели набрать необходимую скорость для планирования. Такие полеты целесообразно совершать несколько раз.

Отрабатывая взлет на посадку, не надо заполнять топливом бачок полностью, чтобы горизонтальный полет не отнимал много времени. Освоив эти приемы обучения, можно выполнять небольшие горки, повороты на горке, после чего разучивать петлю Нестерова. Разумеется, хорошего пилотирования можно добиться лишь самостоятельными тренировками.

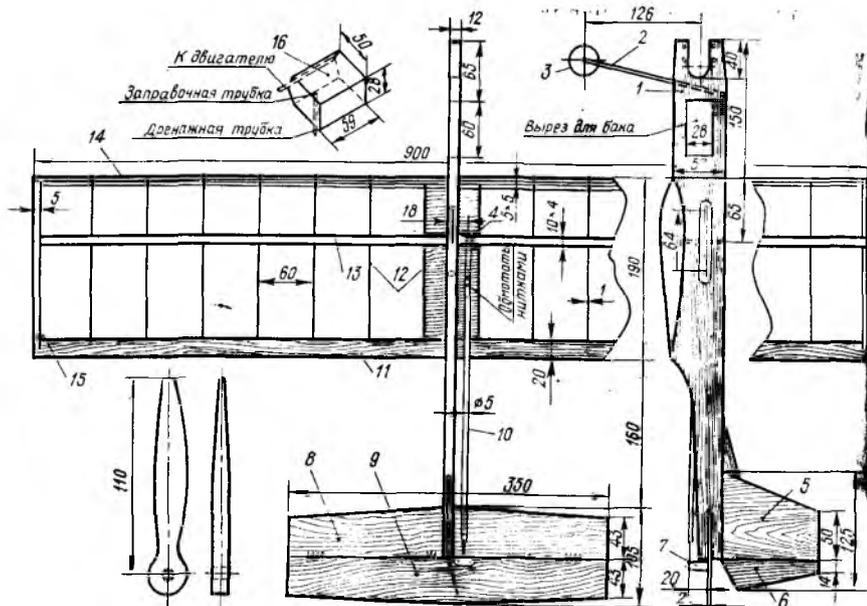


Рис. 33. Кордовая учебно-тренировочная модель самолета:

1 — фюзеляж; 2 — стойка шасси; 3 — колесо; 4 — качалка; 5 — киль; 6 — руль поворота; 7 — кронштейн руля высоты; 8 — стабилизатор; 9 — руль высоты; 10 — тяга; 11 — задняя кромка; 12 — нервюра; 13 — лонжерон; 14 — передняя кромка; 15 — законцовка; 16 — топливный бак

**Кордовая учебно-тренировочная модель** (рис. 33). Постройка именно такой модели наиболее оправдана для дальнейшего знакомства с категорией кордовых моделей.

Работу над моделью можно начать с изготовления рабочего чертежа.

Крыло предлагаемой модели состоит из 14 нервюр, двух лонжеронов, передней и задней кромок. Для учебно-тренировочной модели необходимо изготовить два-три крыла, поскольку при неудачных полетах именно оно ломается наиболее часто.

Нервюры крыла выполняют из миллиметровой фанеры. Сбрав в пакет и закрепив между шаблонами в тисках, 14 пластин обрабатывают на-

пильником. Пазы для лонжеронов делают ножовкой по металлу, после чего облегчают каждую нервюру отдельно.

Лонжероны выстругивают из сосновых реек сечением  $8 \times 4$  мм, переднюю кромку — из рейки сечением  $5 \times 5$  мм, заднюю кромку — из липовой пластины; в сечении последняя должна иметь форму вытянутого треугольника, так как продолжает контур нервюры крыла.

Перед сборкой крыла размечают по чертежу лонжероны и переднюю кромку, а затем пропиливают пазы в задней кромке на глубину 5 мм. Сначала на один лонжерон устанавливают все нервюры, а потом — другой лонжерон. После этого нитками

прикрепляют к нервюрам переднюю, а затем заднюю кромку.

Убедившись в отсутствии перекосов, все стыки промазывают клеем, а после его высыхания нитки снимают и приклеивают законцовки из липовой пластины толщиной 4—5 мм. Центральную часть крыла обшивают тонким липовым шпоном, чтобы резина при креплении крыла к фюзеляжу не продавила обтяжку. К внешней законцовке для уравнивания массы корды прикрепляют груз массой 20—25 г, а к внутренней приклеивают планку для выхода корды. Обработанное наждачной бумагой крыло обтягивают микалентной бумагой и покрывают пятью-шестью слоями нитролака.

Фюзеляж модели изготовляют из липовой пластины толщиной 12 мм. Вырезают его по контуру, делая вырезы для бака и качалки. Носовую часть усиливают фанерными накладками, хвостовую зауживают до толщины 6—7 мм. При вырезании поверхности под крыло следует обратить особое внимание, чтобы ось его хорды была параллельна продольной оси модели. Прорезь для стабилизатора делают ножовочным полотном.

Фюзеляж обрабатывают наждачной бумагой и вклеивают стабилизатор, изготовленный из липовой пластины толщиной 2,5 мм в середине и 2 мм — на концах.

Руль высоты из липовой пластины подвешивают к стабилизатору при помощи петель из рыболовной лески

диаметром 0,3 мм. Жестяной кронштейн руля высоты крепят к нему двумя заклепками.

Фанерный киль вклеивают двумя шипами в фюзеляж. Руль поворота немного отклоняют во внешнюю сторону по направлению полета модели.

Качалку управления выпиливают из дюралюминия толщиной 1,5 мм. Ее осью служит стальная проволока ОВС диаметром 2,5 мм. Тягу, соединяющую кронштейн руля высоты и качалку управления, выполняют из соснового стержня диаметром 6 мм. В качестве осей тяги используют проволоку ОВС диаметром 1,5 мм, которую прикрепляют к деревянной тяге нитками с клеем.

Шасси — одностоечное из проволоки ОВС диаметром 2,5 мм. Колесо вырезают из текстолита толщиной 5 мм.

Топливный бачок паяют из белой жести толщиной 0,2 мм и закрепляют в вырезе фюзеляжа. Заборник бачка должен находиться в одной плоскости с жиклером двигателя. Крыло крепят к фюзеляжу резиновой нитью. Полетная масса модели 540 г.

Достигнув определенных навыков в управлении кордовой моделью самолета при взлете, горизонтальном полете и посадке, можно изготовить более сложную модель.

**Учебная пилотажная модель «Тренер»** (рис. 34) поможет освоить фигуры пилотажного комплекса — прямые и обратные петли, поворот на горке и перевернутый полет (полет «на спине»). Конструк-

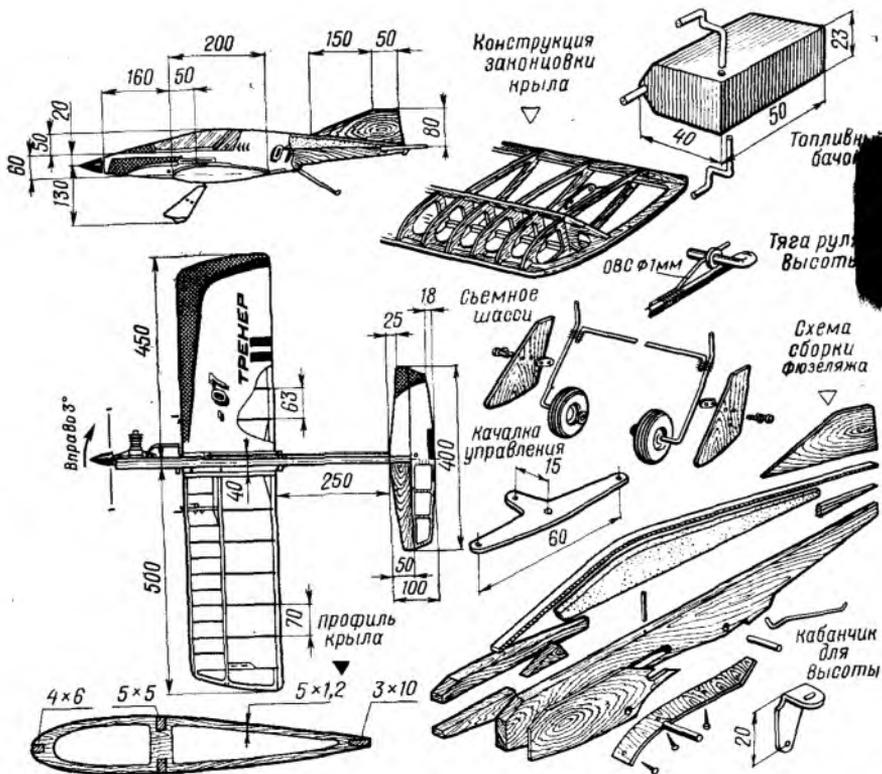


Рис. 34. Учебная пилотажная модель «Тренир»

тор данной модели В. Кибец при ее конструировании заложил такие основные требования — наименьшая возможная масса, относительная простота изготовления и хорошая технологичность.

Изготовление модели начинают с крыла. Обычно делают их сразу два. Времени и сил для этого понадобится ненамного больше, зато наличие запасного будет оценено по достоинству сразу, как только модель побывает в аварийной ситуации.

Заготовки нервюр вырезают из миллиметровой фане-

ры или липовых пластин толщиной 2 мм. Зажав пачку заготовок между фанерными шаблонами профиля крыла, сверлят два отверстия диаметром 3 мм и стягивают ее болтами подходящей длины. Ножом и напильниками обрабатывают пачку и прорезают ножовкой пазы под полки лонжеронов кромки. Нервюры разбирают и пронумеровывают — нумерация поможет собрать ровное, не имеющее перекосов и круток крыло. Облегчают все нервюры, кроме двух центральных, которые сильно нагружаются

резиновой лентой крепления крыла. Делают дополнительные носики нервюры, используя в качестве шаблонов готовые концевые нервюры. Это улучшит аэродинамические характеристики несущих плоскостей.

Для продольного набора крыла выбирают сосновые рейки без косослоя, сучков, искривлений и сильной смолистости. Проверяют, как садятся на рейки нервюры — зазоров не должно быть, но и слишком плотно забивать их не надо. После разметки продольного набора склеивают на эмалите или эпоксидной смоле каркас. Остается обшить промежуток между центральными нервюрами фанерой толщиной 1 мм, расположив ее слоями вдоль размаха, и установить законцовки, выпиленные из фанеры толщиной 2,5 мм. Бобышки, соединяющие концы полонжеронов и поддерживающие законцовки, делают из липы. Загрузив внешнюю половину крыла (груз массой 20—30 г) и вклеив направляющую для корд, весь каркас вышкуривают, а крыло обтягивают лавсановой пленкой на клее БФ-2 или 88.

Фюзеляж выстругивают из липовой или осиновой доски толщиной 10 мм, причем у хвоста она тоньше. В принципе можно этим и ограничиться, оклеив нос тонкой фанерой и установив фанерное ложе крыла. Однако внешний вид модели можно существенно улучшить без ощутимого увеличения массы. Для этого клеят пластинку пено-

пласта ПХВ толщиной 10 мм на верхний торец доски, обрабатывают ее и окантовывают двухмиллиметровой липой. Остается фюзеляж обтянуть бумагой и покрасить.

В прорезь фюзеляжа врезают киль из фанеры толщиной 1 мм. Заметного влияния на полет он не окажет, но улучшит внешний вид модели. Вклеив буковые бруски моторамы размером 10×10 мм, штыри диаметром 6 мм для привязки крыла, также буковые, и прорезав паз под качалку управления, делают горизонтальное оперение.

Стабилизатор изготавливают из липовой дощечки толщиной 3 мм, стачивая ее к концам и к передней кромке до 1,5—2 мм. Руль высоты вырезают из фанеры толщиной 2,5 мм. Облегчать ли его и насколько, выясняется после окончательной сборки. Таким образом, можно скомпенсировать ошибки в центровке модели без дополнительной загрузки его свинцом.

Вклеивают стабилизатор, а затем подгоняют бруски моторамы по картеру двигателя, разметив и просверлив по лапкам мотора отверстия под винты крепления. Привязав резиновой лентой крыло, устанавливают систему управления (качалка из дюралюминия Д16Т толщиной 1,5 мм, тяга — сосновая рейка диаметром 5—6 мм с закаленными отрезками проволоки ОВС диаметром 2 мм и двигатель с воздушным винтом и баком). Затем проверяют положение центра тяжести модели, закрепив небогаченный руль высоты. Если

центровка находится в пределах 15—20 % хорды крыла, все в порядке. Однако более вероятно задняя центровка. В таком случае облегчают руль, обтягивают его лавсановой пленкой и навешивают капроновыми нитками к стабилизатору. Подобрал плечо кабанчика, добиваясь того, чтобы руль отклонялся вверх и вниз на угол, примерно равный 35°.

Модель готова к полету после того, как нанесен эмалит на все детали, не закрытые лавсановой пленкой. Перед первыми стартами ее лучше не красить, так как это усложнит ремонт. Когда же модельист почувствует, что полностью освоился с пилотажной моделью, можно заняться отделкой нитро- или синтетическими эмалями.

Для этой модели пригоден двигатель любой марки с рабочим объемом 2,5 см<sup>3</sup>, но лучше КМД-2,5. Хорошие результаты получены с серийным пластиковым пропеллером размером 248×130 мм, обрезанным по диаметру до 220 мм.

Что же касается шасси, то если тренировки проходят в поле, как это чаще всего и бывает, подойдет простая скоба из проволоки ОВС диаметром 2,5 мм, зажатая у лапок двигателя и предохраняющая крыло от ударов о землю при посадке. Если же неподалеку есть асфальтированная площадка или кордодром, можно, усилив полки лонжерона в центральной части крыла, вклеить обмотанные нитками трубки. В них нередко

вставляют проволочные стойки шасси.

Модель летает на кордах из ОВС диаметром 0,25 мм, длиной 16 м, не теряя натяжения даже в сильный ветер. Кроме перечисленных фигур она легко выполняет и всевозможные восьмерки (при полетном весе до 600 г).

**Пилотажная модель «Акробат»** (рис. 35), разработанная московскими авиамоделистами, обладает хорошей управляемостью и высокой устойчивостью при выполнении фигур пилотажного комплекса. Крыло с большим удлинением заметно уменьшает потери скорости на отдельных участках фигур высшего пилотажа.

Фюзеляж — непривычной для современных «пилотажек» конструкции — с чрезвычайно короткой носовой частью. Его основой служат две плоские липовые боковины, пристыковываемые при сборке к смонтированным на крыле брускам моторамы. Носовую часть фюзеляжа дооформляют верхней и нижней половинами «капота», выдолбленными из липы и приклеенными к мотораме, боковинам и шпангоутам. Затем устанавливают рейки хвостовой балки, брусок крепления шасси, хвостовые речные шпангоуты и зашивку под стабилизатор. Вклеивать «полик» кабины удобнее после отладки системы управления. Установка же нижней обшивки фюзеляжа не влияет на очередность операций.

Крыло по конструктивной схеме напоминает плоскости моделей воздушного боя. Переднюю кромку лонжерон

вырезают из сосны. В корне сечение заготовки составляет  $18 \times 25$  мм, к концу консоли ее уменьшают соответственно хорде в два раза. Масса такой кромки после доводки профиля довольно значительна — около 150 г. Однако если учесть, что фюзеляж очень легкий, а хвостовое оперение «легче пуха», то почему бы не вложить излишки массы в технологичную, прочную, расположенную близко от центра тяжести кромку-лонжерон. Такой элемент даже полезен — он способствует увеличению момента инерции по крену.

Необычный, слишком тонкий профиль на первый взгляд вызывает определенные сомнения. Однако, как показали первые же испытания, переход на упрощенную профилировку не дает каких-либо заметных ухудшений летных свойств, а тонкий профиль обеспечил возможность создания гибкого крыла, дополнительно улучшающего характеристики модели при резких эволюциях. Впрочем, гибким крыло является только в верхнем и нижнем направлениях, так как на крутку консоли оказались на удивление жесткими.

Задняя кромка сделана облегченной, в виде буквы Т. Это позволяет без прогибов выдержать натяжение обшивки между редко поставленными нервюрами. Каркас крыла замыкают прочными основными законцовками, связанными с передней кромкой фанерными врезными косынками, с задней — кромкой, подкрепленной легкими косынками.

Небольшой изгиб кромки лонжерона образован при сборке за счет стягивания хвостовиков законцовок задней кромкой. Такой прием обеспечивает компенсацию незначительных неточностей установки деталей по углу атаки. Нервюры, вырезанные с минимальными припусками, вклеивают в собранный силовой контур после отверждения соединяющего его клея. Стыки деталей усилены треугольными рейками.

Сборку центроплана крыла ведут в следующем порядке: усиление задней кромки, топливный бак с узлом качалки управления и тягой закрылков, центральная нервюра из двух половин (верхней и нижней) и полунервюра, обшивка центроплана. После окончания сборки каркаса вклеивают узлы вывода тросов управления. В правой консоли заделывается груз массой 15 г, после чего особенно тщательно устанавливают бруски моторамы и в них заклеивают винты МЗ для крепления двигателя.

Закрылки имеют предельно облегченную конструкцию. Благодаря значительному сужению и соответственно большой ширине и толщине в корне они получают достаточно жесткими на кручение. Для окантовки закрылков применяют тонкие липовые рейки. Задача окантовки — предохранить пенопласт от воздействия температуры при обтяжке лавсановой пленкой и как бы раздвинуть по передней кромке закрылка обшивку. От завала на сторону последнюю

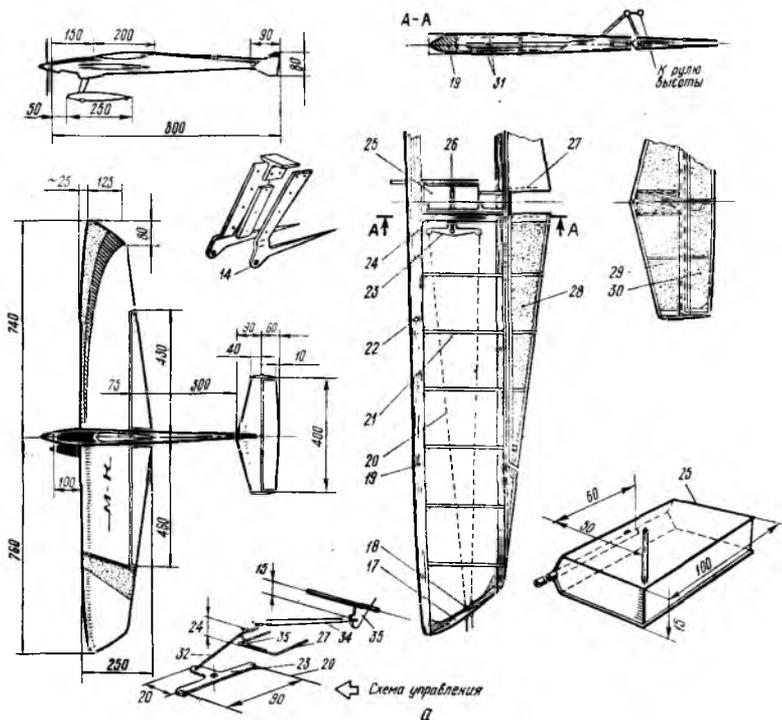


Рис. 35. Пилотажная модель «Акробат»:

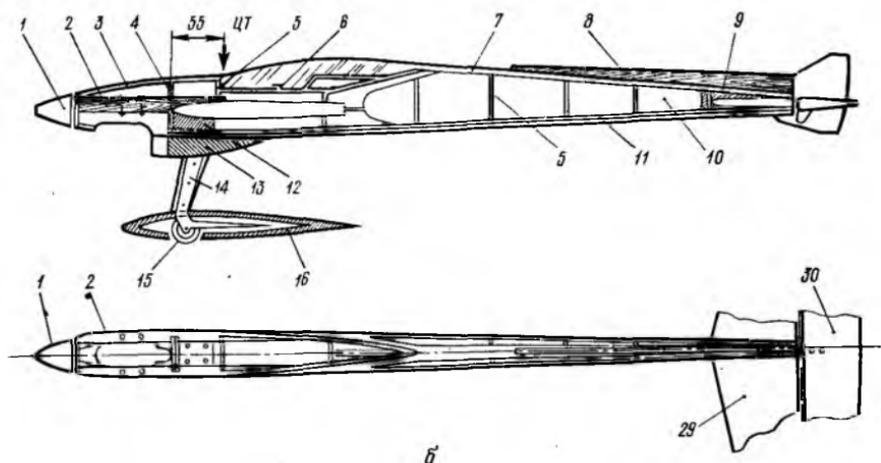
*a* — чертеж; *б* — элементы конструкции; 1 — кок винта; 2 — моторама; 3 — канот; 4 — передний шпангоут; 5 — шпангоуты; 6 — фонарь; 7 — верхний стрингер; 8 — фальшкиль; 9 — хвостовая бобышка; 10 — обшивка хвостовой балки; 11 — нижний стрингер; 12 — бобышка крепления стойки; 13 — обтекатель; 14 — стойка шасси; 15 — колесо; 16 — обтекатель шасси; 17 — законцовка; 18 — направляющая для стойки шасси; 19 — передняя кромка; 20 — трос управления; 21 — нервюра; 22 — отверстие для качалки; 23 — качалка управления; 24 — центральная нервюра; 25 — топливный бак; 26 — кронштейн; 27 — кронштейн привода закрылков; 28 — закрылок; 29 — стабилизатор; 30 — руль высоты; 31 — обшивка центроплана; 32 — тяга привода закрылков; 33 — кабанчик закрылков; 34 — тяга руля высоты; 35 — кронштейн руля высоты

предохраняют легкие полунервюры, не касающиеся обшивки.

Горизонтальное оперение по конструкции полностью повторяет закрылки. Обшивку центральной части стабилизатора приклеивают на полунервюры, концы стабилизатора несут небольшие килевые шайбы. Заметим, что основная их функция — не улучшение внешнего вида пилотаж-

ной, а повышение эффективности оперения, так как устраняются концевые перетекания при значительных углах отклонения руля.

Шасси изготавливают по велосипедной схеме. Конструкция стойки ясна из рисунка, перо вилки несет небольшое колесо. Хвостовая часть обтекателя с «пяткой» надежно удерживает хвост модели от опускания на взлете и посад-



б

ке, а крен предотвращают легкие костыли на концах консолей.

Система управления — обычного типа. Надо упомянуть лишь разные длины поводков при нейтральном положении рулей. Эта разница равна 100 мм и служит для предохранения карабинов корд от сцепливания.

Обшивка всей модели — из металлизированной лавсановой пленки на клее БФ-2. Исключение составляет только фюзеляж. Для повышения жесткости на кручение его обшивают кабельной бумагой средней толщины. Фальшкиль монтируют после пробных запусков; он служит своеобразным грузом, позволяющим точно подобрать положение центра тяжести.

Центр тяжести указан на чертеже. Возможно, потребуется несколько изменить его положение, чтобы добиться максимальной устойчивости и управляемости. Однако надо отметить, что и приведенное

значение обеспечивает отличное сочетание этих характеристик при довольно переднем значении центра тяжести — около 24 % по САХ (критическая центровка подобной полупланерной схемы соответствует примерно 35 %).

Мотоустановка — серийный микродвигатель КМД-2,5 с деревянным воздушным винтом 230×130 мм и с баком объемом около 80—100 см<sup>3</sup>, работающим под давлением. Эта система питания надежна, тем более что добиться от «дизеля» хотя бы маломальски удовлетворительной перегазовки на фигурах невозможно. Зато режим на всех фигурах при подаче топлива из бака под давлением надежнее, он не меняется по мере выработки топлива, да и на четких углах при выполнении фигур снижение оборотов не так заметно.

Основные данные «Акробата» таковы: размах 1500 мм, площадь крыла 28 дм<sup>2</sup>, площадь стабилизатора 5 дм<sup>2</sup>, полетная масса 720 г.

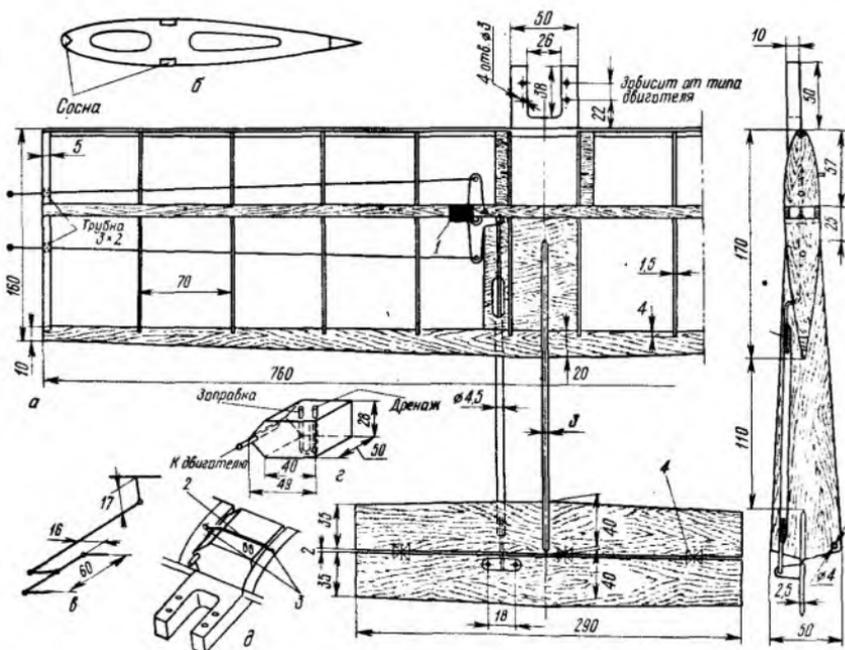


Рис. 36. Модель воздушного боя:

а — модель в сборе; б — профиль крыла; в — схема управления; г — топливный бачок; д — крепление бака; 1 — нитки с клеем; 2 — резина; 3 — крючок; 4 — леска

Модели воздушного боя, или как их часто называют «бойцовки», несомненно, держат первенство среди всех кордовых летательных аппаратов. Обилие всевозможных схем и конструкторских решений — наглядное подтверждение сказанному. Знакомство с этим классом авиационных моделей начнем с несложной «бойцовки», разработанной в пионерском лагере «Родник», где много лет автор был руководителем авиакружка.

**Модель воздушного боя** (рис. 36) изготовлена из недефицитных материалов, а несложная конструкция позволяет закончить постройку за сравнительно короткий срок. Как показывает опыт, в пио-

нерском лагере для этого вполне достаточно одной смены.

Крыло состоит из 10 нервюр, двух лонжеронов, передней и задней кромок.

Нервюры выполняют из липового шпона толщиной 1,5 мм. Изготовленный шаблон профиля крыла накладывают на пластину из липы, в двух местах фиксируют гвоздиками или булавками и вырезают нервюру ножом. Внутри восьми нервюр делают отверстия для облегчения.

Лонжероны изготавливают из сосновых реек сечением 8×3 мм, переднюю кромку — из рейки сечением 4×4 мм, а заднюю — из липовой пластины. В сечении она должна

иметь форму вытянутого треугольника, так как продолжает контур нервюры крыла.

Перед сборкой крыла по чертежу размечают лонжероны и кромки, причем в задней ножовочным полотном пропиливают пазы для нервюры на глубину 4 мм. Вначале на один лонжерон устанавливают все нервюры (следует учесть, что две необлегченные ставят в середине), потом закрепляют другой лонжерон. После этого нитками привязывают к нервюрам переднюю и заднюю кромки.

Убедившись в отсутствии перекосов, все стыки смазывают клеем. После его высыхания нитки снимают и приклеивают законцовки из липовой пластины толщиной 4—5 мм. Для компенсации веса корд внешнюю часть крыла загружают.— укрепляют в законцовке 15—20 г свинца.

В лобовую часть центрального звена (между двумя необлегченными нервюрами) вклеивают мотораму из фанеры толщиной 10 мм. А хвостовую часть от лонжерона до задней кромки обшивают тонким липовым шпоном. В этом месте приклеивают хвостовую балку из липы, имеющей в сечении форму вытянутого эллипса.

Качалку управления изготавливают из дюралюминия толщиной 1,5 мм, используя для оси проволоку ОВС диаметром 2,5 мм. Тягу, соединяющую качалку и кронштейн руля высоты, выполняют из соснового стержня диаметром 5 мм, а для ее осей используют проволоку диаметром 1,5 мм.

Стабилизатор и руль высоты изготавливают из липовой пластины толщиной 2,5 мм, а на концах — до 1,5 мм. Рычаг кронштейна для управления рулем высоты вырезают из жести толщиной 0,7 мм и прикрепляют двумя заклепками к рулю.

Крыло модели оклеивают длинноволокнистой бумагой и пять раз покрывают эмалитом.

Топливный бак паяют из белой жести толщиной 0,2 мм и крепят к мотораме резиновой нитью, натягиваемой между двумя крючками из проволоки ОВС диаметром 1 мм.

Для этой модели наиболее подходят двигатели ЦСТКАМ-2,5 или МАРЗ-2,5. Масса модели без двигателя 190—200 г.

**Модель конструкции Г. Безрука** (рис. 37). С этой моделью ее создатель успешно выступал на соревнованиях по воздушному бою во Всероссийском пионерском лагере «Орленок». Простота в изготовлении, неплохая скорость и маневренность — вот главные качества модели.

Наибольших затрат времени требует изготовление фюзеляжа. Сначала выпиливают мотораму из фанеры толщиной 10 мм, затем в торцевые вырезы вклеивают сосновые рейки соответствующей длины сечением  $10 \times 3$  мм. В месте крепления задней кромки крыла и стабилизатора сажают на клею липовые вставки. Промежуток от моторамы до первой вставки заполняют твердым пенопластом, а хвостовую балку усиливают липовыми раскосами.

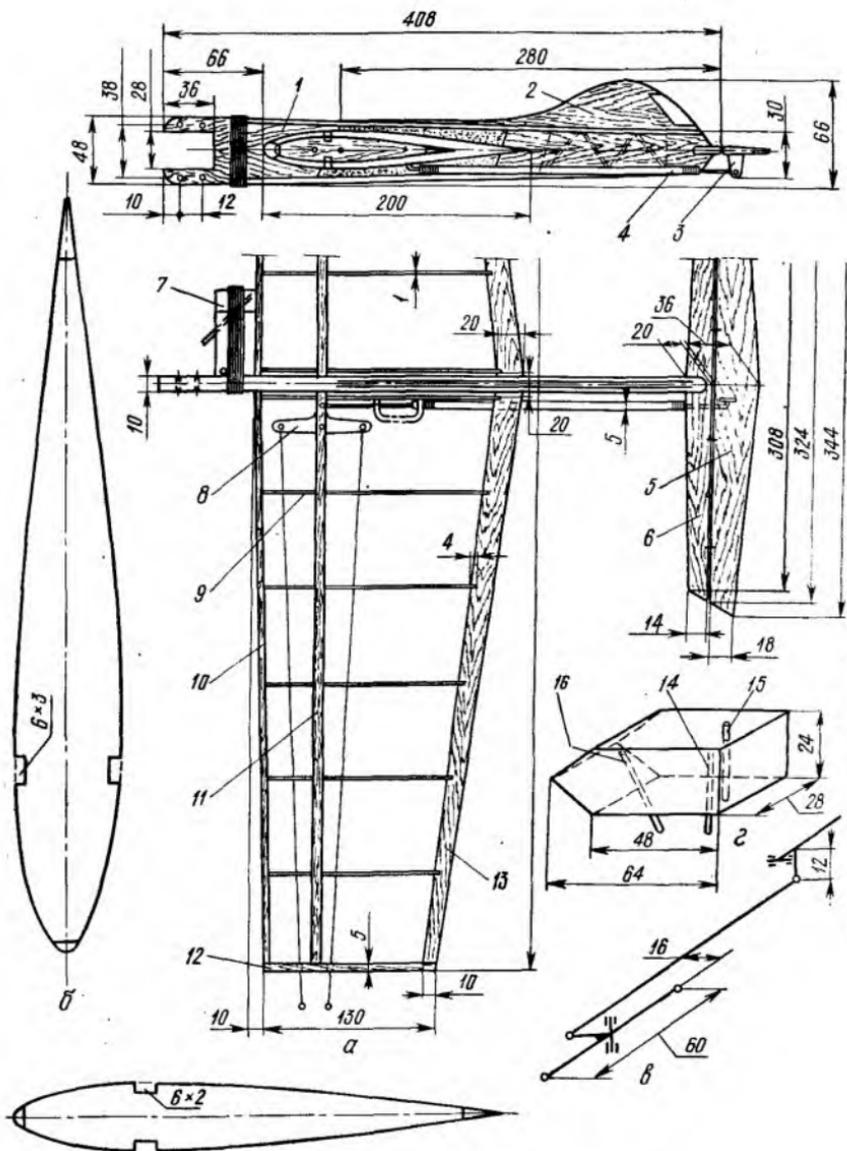


Рис. 37. Модель воздушного боя «Орленок»:

а — модель в сборе; б — профиль крыла; в — схема управления; 2 — топливный бачок; 1 — фюзеляж; 2 — киль; 3 — кронштейн руля высоты; 4 — тяга; 5 — руль высоты; 6 — стабилизатор; 7 — топливный бак; 8 — качалка управления; 9 — нервюра; 10 — передняя кромка; 11 — лонжерон; 12 — законцовка; 13 — задняя кромка; 14 — дренаж; 15 — заправочная трубка; 16 — питающая трубка

Снаружи, к боковым поверхностям реек, приклеивают липовый шпон.

Киль вырезают из фанеры толщиной 1 мм и крепят в паз верхней рейки.

В плане крыло представляет собой трапецию, состоящую из 14 нервюр, двух лонжеронов, передней и задней кромок. Промежуток между двумя центральными нервюрами зашивают липовым шпоном. Для компенсации веса кордовых нитей во внешнюю половину крыла загружают 15 г свинца.

Качалку вырезают из дюралюминия толщиной 1,5 мм и крепят на стальной оси из проволоки ОВС диаметром 1 мм. Ее устанавливают в отверстиях лонжеронов.

Материалом для тяги служит сосновая рейка диаметром 5 мм, для осей — проволока ОВС диаметром 1 мм.

На стабилизатор и руль высоты идет липа толщиной 2,5 мм. Концы и задник кромки доводят до толщины 1 мм.

Кабанчик выпиливают из целлулоида толщиной 1 мм и плотно вставляют в паз руля высоты, предварительно смазав эмалитом.

Крыло и стабилизатор приклеивают к фюзеляжу на эпоксидной смоле. После высыхания клея и смолы крыло обтягивают цветной микалентной бумагой и пять-шесть раз покрывают жидким эмалитом.

Топливный бак паяют из белой жести и крепят к мотораме нитками, пропитанными клеем.

На модели устанавливают

двигатель «Сокол» или МД-2,5 «Метеор» в компрессионном варианте.

Масса модели без двигателя 160—180 г.

**Кордовая модель воздушного боя «Юниор»** (рис. 38) разработана под двигатель с рабочим объемом 1,5 см<sup>3</sup>. Выполнена она по схеме «летающее крыло». Основной силовой элемент модели — кромка-лонжерон. Его выполняют следующим образом: из липы или сосны выстругивают рейку сечением 20×3 мм и длиной 750 мм, к боковым сторонам которой приклеивают еще три рейки сечением 10×3 мм: с передней — перпендикулярно по середине, а задней — две по краям. Получается достаточно прочный лонжерон со сложным двутавровым сечением.

Затем ставят четыре нервюры из липового шпона толщиной 2 мм, а одну — центральную — из двух слоев такого же шпона, и клеивают заднюю кромку из реек сечением 12×3 мм. Концевые нервюры усиливают рейками, к лонжерону спереди прикрепляют 24 уголка-носика. Сборку каркаса лучше вести на эпоксидном клее ЭДП.

Затем на центральной нервюре из фанерных накладок и сосновых брусков монтируют моторный узел крыла — мотораму. Одновременно устанавливают детали системы управления — качалку и тяги.

После затвердевания клея скругляют уголки на лонжероне и обрабатывают каркас наждачной бумагой, готовя его к обтяжке.

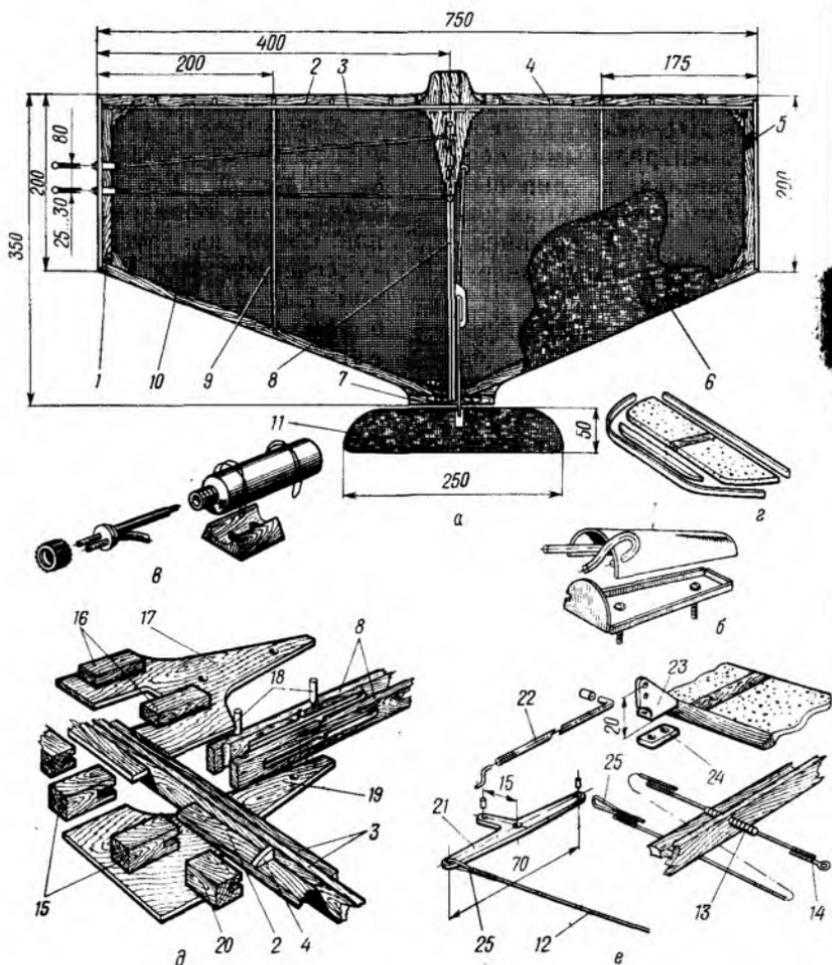


Рис. 38. Модель воздушного боя «Юниор»:

а — модель в сборе; б — руль высоты из пенопласта; в — топливный бак из полиэтиленового баллона; г — топливный бак из жести; д — центральный силовой узел; е — система управления; 1 — законцовка; 2 — передняя кромка; 3 — лонжерон; 4 — уголок-нервюра; 5 — груз; 6 — обшивка; 7 — «плавник»; 8 — центральная нервюра; 9 — нервюра; 10 — задняя кромка; 11 — руль высоты; 12 — трос управления; 13 — направляющая; 14 — ушко; 15 — бруски моторамы; 16 — подмоторные прокладки; 17 — верхняя накладка; 18 — гнездо крепления бака; 19 — нижняя накладка; 20 — брусок зализа; 21 — качалка; 22 — тяга; 23 — кабанчик руля высоты; 24 — подкладка; 25 — петли

Каркас промазывают жидким клеем БФ-2. Через 15—20 мин вторично повторяют операцию, а затем накладывают лавсановую пленку и приваривают ее. Для этого лучше всего применить паяльник со специальными насадками, но можно и обыкновенный утюг, но не горячий. После обтяжки дают пленке отвисеться два-три дня, если возникает необходимость (ослабнет натяжение) — исправляют натяжку.

Руль высоты вырезают из пластины пенопласта толщиной 4—5 мм, по контуру окантовывают липовыми или сосновыми рейками и двумя заклепками закрепляют кабанчик. Навешивают руль к крылу на шарнирах из жести или полотняных петлях.

На модели устанавливают двигатель Мк-17 «Юниор» с воздушным винтом диаметром 180 мм и шагом 100—120 мм. Топливный бак паяют из белой жести и крепят болтами в гнездах центральной нервюры. При этом надо обратить внимание, чтобы всасывающий патрубок двигателя находился на уровне середины бака, как при виде сбоку, так и сверху (в плане), иначе добиться устойчивой работы силовой установки при эволюциях в полете будет трудно. Высоту крепления двигателя в мотораме регулируют толщиной прокладок из березы.

Как один из вариантов можно применить и мягкий бак — полиэтиленовый флакон из-под моющих средств объемом 45—55 см<sup>3</sup>. Его крепление показано на рис. 38.

Центр тяжести модели должен располагаться на расстоянии 50—60 мм от передней кромки. Запускают эту «бойцовку» на кордах диаметром 0,3 мм и длиной не более 10 м.

**Модель конструкции Ф. Коваленко** (рис. 39). Простую в изготовлении модель, с хорошей маневренностью разработал этот минский авиамоделист. Используя в основном при ее изготовлении пенопласт марки ПС, удалось построить «бойцовку» массой около 250 г.

Пенопластовые элементы вырезают проволокой-струной, нагреваемой электрическим током (терморезаком), по металлическим шаблонам. Их кромки, направляющие проволоку при резке, требуют особо тщательной обработки. Мелчайшие неровности вызывают задержку движения электролобзика и на поверхности пенопластовых деталей могут образовываться уступы или провалы, требующие дополнительной обработки наждачной шкуркой. Скорость перемещения резака подбирают практическим путем в зависимости от сопротивления струны и характеристик источника тока.

Пенопластовые нервюры вырезают из пластин толщиной около 6 мм. Необходимое количество заготовок сжимают стальными шпильками между металлическими шаблонами, устанавливают в тиски и обрезают по профилю.

Крыло собирают на клею вместе с пенопластовыми законцовками, отдельные детали фиксируют до полного высы-

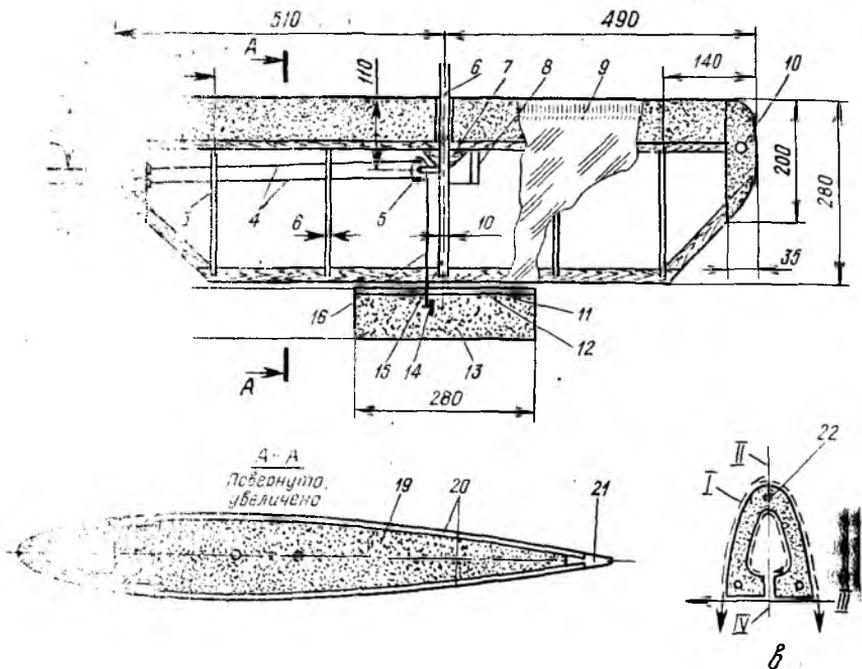


Рис. 39. Модель воздушного боя из пенопласта:

*a* — модель в сборе; *б* — сечение крыла; *в* — последовательность (I—IV) вырезания лобика; 1 — пружинки вывода тросиков управления; 2 — законцовка; 3 — нервюра; 4 — тросики управления; 5 — качалка; 6 — моторама; 7 — косынка; 8 — топливный бак; 9 — обшивка (лавсановая пленка); 10 — груз (25 г. только во внешней законцовке); 11 — Г-образный крючок; 12 — рейка окантовки руля; 13 — руль высоты; 14 — кабанчик; 15 — центральная нервюра (липа толщиной 10 мм); 16 — тяга; 17 — лобик; 18 — подки донжерона; 19 — дополнительный нервюры; 20 — окантовка; 21 — задняя кромка; 22 — отверстие под булавку крепления шаблона

хания резиновыми кольцами и булавками. После этого нервюры окантовывают сверху и снизу шпоном, чтобы избежать подплавления их при обтяжке модели лавсановой пленкой. Центральную нервюру, несущую качалку управления, топливный бак и мотораму выполняют из липы толщиной 10 мм. В месте вывода тросиков из крыла в законцовку вклеивают две пружины из стальной проволоки диаметром 0,3 мм, выступающие за контур плоскости на 5—6 мм.

После монтажа на готовом каркасе всех элементов управления и топливной системы крыло промазывают клеем БФ-2 или БФ-6, выдерживают в течение 15—20 мин и обтягивают лавсановой пленкой.

Пенопластовый руль высоты спереди окантован сосновой рейкой, несущей три Г-образных крючка. Один из них должен быть на 10 мм длиннее других, так как после введения крючков в петли крыла на него надевают фиксирующую трубку ниппельной

резины. Руль склеивают тонкой стеклотканью на эпоксидной смоле. Для изготовления тяги руля используют проволоку АМГ диаметром 3 мм. Место прохода тяги через пленку обшивки укрепляют полоской липкой ленты.

Перед полетом проверяют отсутствие круток крыла.

Модель с двигателем ЦСТКАМ-2,5 и воздушным винтом 180×90 мм развивает скорость до 150 км/ч. Система крепления двигателя может быть любой. Подойдет вариант с дюралюминиевыми балками уголкового профиля, однако проще и надежнее будет моторама, выпиленная из 12-миллиметровой фанеры или собранная из буковых брусков и оклеенная с обеих сторон фанерой толщиной 1 мм.

В настоящее время пенопласт получил широкое применение в конструкции моделей для воздушного боя. Этот материал легок, хорошо обрабатывается. При правильном его использовании модель из пенопласта получается на уровне самых высоких требований, предъявляемых к «бойцовкам».

**Модель воздушного боя, разработанная А. Сырятовым** (рис. 40), наглядное подтверждение тому, что пенопласт с успехом может заменить такой традиционный материал, как бальза.

Несмотря на внешнюю простоту — прямоугольное в плане крыло, вынесенный на короткой балке руль высоты, модели ижевского спортсмена присущи хорошие пилотажные качества. Построить ее смо-

жет почти каждый авиамоделист — дефицитных материалов в конструкции нет. Все детали — из пенопласта, липы, сосны и фанеры. Лобик крыла и нервюры вырезают из упаковочного пенопласта; лонжеронами служат сосновые рейки сечением 3×5 мм, задняя кромка — из того же материала сечением 3×9 мм. Передняя кромка как силовой элемент отсутствует, просто пенопластовый лобик оклеивают одним слоем тонкой бумаги на клее БФ-2 или БФ-6.

Толщина нервюр всего 9 мм. Только центральная толще — 15 мм. С двух сторон она и две ближних к ней оклеивают липовым шпоном толщиной 1 мм на клее ПВА. Центральную нервюру предпочтительнее делать из более жесткого пенопласта, например ПС. Облегчать заготовки нервюр не следует.

Концевые нервюры оклеивают липовым шпоном толщиной 0,8 мм и шириной 12 мм. Без такой окантовки обтягивать модель лавсановой пленкой будет затруднительно.

Чтобы придать каркасу крыла большую жесткость, каждую из нервюр укрепляют косынками из пенопласта марки ПС.

Сверху и снизу к центральной нервюре эпоксидной смолой приклеивают заподлицо липовые пластины. Предварительно в нервюре выбирают паз глубиной 1 мм. Концы пластин сводят на нет, а в промежутке между ними клеивают пенопласт марки ПХВ и проволочную ось руля высоты длиной 50 мм.

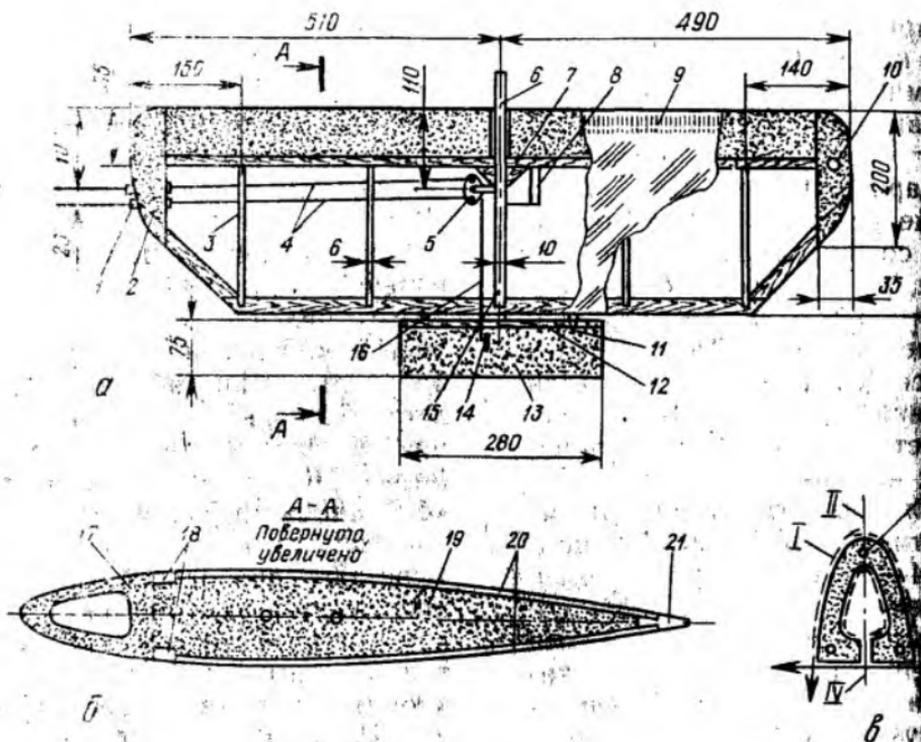


Рис. 39. Модель воздушного боя из пенопласта:

а — модель в сборе; б — сечение крыла; в — последовательность (I—IV) вырезания лобика; 1 — вывод тросиков управления; 2 — законцовка; 3 — нервюра; 4 — тросики управления; 5 — моторама; 7 — крыска; 8 — топливный бак; 9 — обшивка (лавсановая пленка); 10 — грунт (только во внешней законцовке); 11 — Г-образный крючок; 12 — рейка окантовки руля; 13 — высота; 14 — кабанчик; 15 — центральная нервюра (липа толщиной 10 мм); 16 — тяга; 17 — полки лонжерона; 19 — наполнитель нервюры; 20 — окантовка; 21 — задняя кромка; 22 — под булавку крепления шаблона

хания резиновыми кольцами и булавками. После этого нервюры окантовывают сверху и снизу шпоном, чтобы избежать подплавления их при обтяжке модели лавсановой пленкой. Центральную нервюру, несущую качалку управления, топливный бак и мотораму выполняют из липы толщиной 10 мм. В месте вывода тросиков из крыла в законцовку вклеивают две пружины из стальной проволоки диаметром 0,3 мм, выступающие за контур плоскости на 5—6 мм.

После монтажа на гофрированном каркасе всех элементов управления и топливной системы крыло промазывают БФ-2 или БФ-6, выдерживают в течение 15—20 мин и окантовывают лавсановой пленкой.

Пенопластовый руль устанавливают спереди окантовки центральной рейкой, несущей топливный Г-образный крючок. Оди из них должен быть на 10 мм длиннее других, так как при введении крючков в трубу окантовки крыла на него надевают фиксирующую трубку ниппеля.

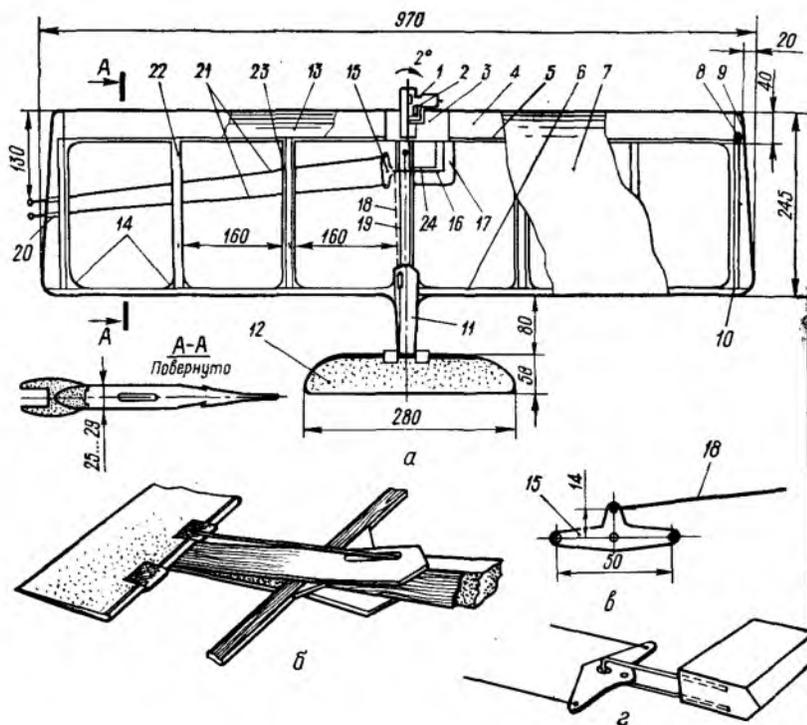


Рис. 40. Кордовая модель воздушного боя А. Сыртова:

*а* — модель в сборе; *б* — конструкция хвостовой части; *в* — схема управления рулем высоты; *г* — крепление качалки к баку; 1 — двигатель; 2 — моторама; 3 — усиление лобика крыла; 4 — лобик крыла; 5 — лонжерон; 6 — задняя кромка; 7 — обшивка (лавсановая пленка); 8 — груз; 9 — нервюра-законцовка; 10 — усиление законцовки; 11 — хвостовая балка; 12 — руль высоты; 13 — обшивка лобика; 14 — косынки; 15 — качалка управления; 16 — топливный бак; 17 — контейнер топливного бака; 18 — тяга руля высоты; 19 — центральная нервюра; 20 — трубка; 21 — тросы управления; 22 — нервюра; 23 — окантовка

Руль высоты вырезают из пенопласта и сверху покрывают двумя слоями клея БФ-2. Передней кромкой руля служит липовая рейка сечением  $4 \times 4$  мм. К оси руля высоты крепят капроновыми лентами.

Качалку управления выпиливают из дюралюминия Д16Т толщиной 2 мм. Тросы, соединяющие ее с кордами, свивают из двух стальных проволок толщиной 0,3 мм. Тяга между качалкой и рулем высо-

ты изготовлена из стальной велосипедной спицы. Качалку закрепляют на топливном баке. Для этого из проволоки диаметром 3 мм выгибают П-образную скобу, которую затем припаивают к баку.

Топливный бак паяют из жести, конструкция его традиционна для моделей такого класса. В него впаивают заправочная, дренажная и питающая трубки. Бак вклеивают на эпоксидной смоле

в крыло, для чего в лобике под него прорезают паз. Контейнер под бак, материалом для которого служит пенопласт, состоит из двух склеенных частей — верхней и нижней. Готовый контейнер плотно надевают на бак, и весь узел эпоксидной смолой приклеивают к центральной нервюре и лонжеронам.

К изготовлению моторамы надо отнестись особенно внимательно. Это основной силовой узел модели, испытывающий в полете значительные нагрузки — статические и вибрационные. Лучше всего ее выпилить из 8-миллиметровой многослойной фанеры, а затем с одной стороны склеить ее фанерой толщиной 1 мм, а с другой, где будут располагаться лапки двигателя, приклеить буковые накладки толщиной 2 мм и шириной 8 мм.

В лобике крыла под двигатель делают вырез. Чтобы носок крыла не потерял прочность, эту зону склеивают слоем стеклоткани.

С внутренней стороны моторамы лобик крыла усиливают липовой пластиной толщиной 0,9 мм; это необходимо для обтяжки лавсановой пленкой.

Сборку модели ведут на ровной доске или древесностружечной плите-стапеле. Готовый каркас не должен иметь перекосов или кривизны. При обтяжке пленку сначала обгибают вокруг лобика крыла и закрепляют на задней кромке и концевых нервюрах.

Модель снабжена двигателем КМД-2,5; ее можно оснастить и мотором ЦСТКАМ-2,5.

**Модель конструкции авиа-моделистов из г. Барановичи** (рис. 41). Интересную модель из пенопласта разработали белорусские строители малой авиации. Облегчение крыла за счет сквозных отверстий позволило создать достаточно технологичную и легкую «бойцовку».

Изготовление модели начинают с вырезки текстолитового шаблона консоли при виде в плане, что ускоряет изготовление большего их числа. По передней и задней кромкам вводят поправки на приклейку сосновых реек к крылу, на шаблоне размечают место установки лонжерона. Затем расстояние между задней кромкой и лонжероном делят пополам на корневой и внешней сторонах шаблона и через полученные точки проводят прямую линию. На ней должны находиться центры окружностей отверстий облегчения.

Еще два шаблона понадобятся для обрезки блока пенопласта по профилю. Оба — корневой и концевой — имеют лишь одну рабочую полудужку профиля. Противоположный край служит для базирования на блоке и прорезки паза под полку лонжерона. Относительная толщина профиля по всему размаху составляет 10 %.

Вырезку пенопластовых полукрыльев с помощью нагреваемой электротокотом струны начинают с обработки заготовки по виду в плане. Затем на торцы булавками прикрепляют профильные шаблоны, а пенопласт обрезают по верх-

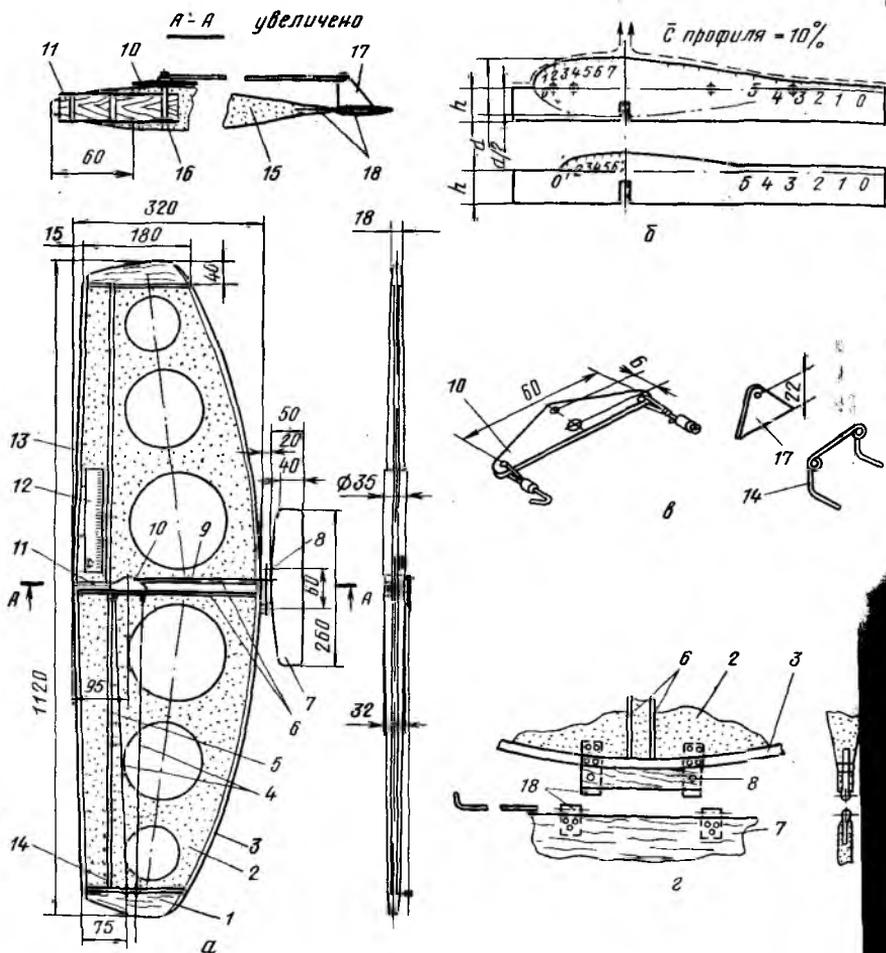


Рис. 41. Модель воздушного боя из пенопласта:

а — модель в сборе; б — схема построения шаблонов для обрезки полукрыльев по профилю; в — система управления; 2 — шарнирный узел навески руля высоты; 1 — законцовка; 2 — крыло; 3 — задняя кромка; 4 — корды; 5 — лонжерон; 6 — корневые нервюры; 7 — руль высоты; 8 — «плавик»; 9 — тяга руля высоты; 10 — качалка; 11 — вставка центральной нервюры; 12 — контейнер топливного бака; 13 — передняя кромка; 14 — стойка вывода корд; 15 — центральная нервюра; 16 — ось качалки; 17 — кабанчик руля высоты; 18 — петли шарнира навески руля высоты

ней части профиля. Струну, начиная с нулевой отметки хвостиков обоих шаблонов, равномерно проводят до лонжерона, на его уровне электролобзик выводят вверх. Лобзик профилируют аналогично, только скорость движения по шаблонам здесь неодинакова, так как необходимо следить за одновременным прохождением соответствующих точек разметки.

После выполнения паза под лонжерон профильные шаблоны переворачивают и операции повторяют. Торцы готовых полукрыльев оклеивают с помощью ПВА липовым шпоном (толщина внешних нервюры 1—1,5 мм, корневых — 2 мм). После высыхания клея и шпона прорезают пазы для полки лонжерона и на одном из полукрыльев монтируют кромку, центральную силовую нервюру и второе полукрыло. Сборку модели заканчивают монтажом законцовок хвостовой части крыла «плавника», оси качалки, контейнера топливного бака и стойки выхода корд. Однако последний элемент лучше крепить на готовой обтянутой модели — это упростит работу по ее отделке.

После прошкуривания готового каркаса модель обтягивают на клею ПВА бумагой АФДБ, которая применяется в различных приборах-самолетах. В крайнем случае ее можно заменить папиросной или миллиметровой. Затем каркас зачищают наждачной бумагой. Клей перед употреблением разводят водой. При отсутствии клея ПВА допу-

стимо пользоваться обойным клеем КМЦ.

Дождавшись полного высыхания бумажной обшивки, прорезают круглые отверстия облегчения. Затем накладывают лавсановую пленку. При этом на переднюю кромку, центральную нервюру, законцовки и заднюю кромку наносят клей «Момент», после высыхания пленка натягивается.

Руль высоты представляет собой пенопластовую пластину, покрытую паркетным двухкомпонентным лаком. В жестяных петлях сверлят ряд отверстий диаметром 1 мм, в которые при вклейке шарниров вводится эпоксидный клей.

Двигатель ЦСТКАМ-2,5К монтируют на сосновом усилении центральной нервюры с помощью двух уголков из дюралюминия Д16Т и двух сквозных винтов М3. Воздушный винт имеет диаметр 170 мм и шаг 95 мм.

Центр тяжести находится на расстоянии 21—23 % центральной хорды крыла от передней кромки. Масса модели без двигателя 220—230 г. Скорость полета с лентой 130—140 км/ч.

**Универсальную кордовую модель самолета** (рис. 42) разработали юные техники Тимирязевского района Москвы. Их модель воздушного боя после небольших дополнений становится пилотажной. В ней удачно сочетаются и маневренность и устойчивость, что позволяет вести воздушный бой и выполнять фигуры пилотажного комплекса. В то же время эту модель не отнесешь

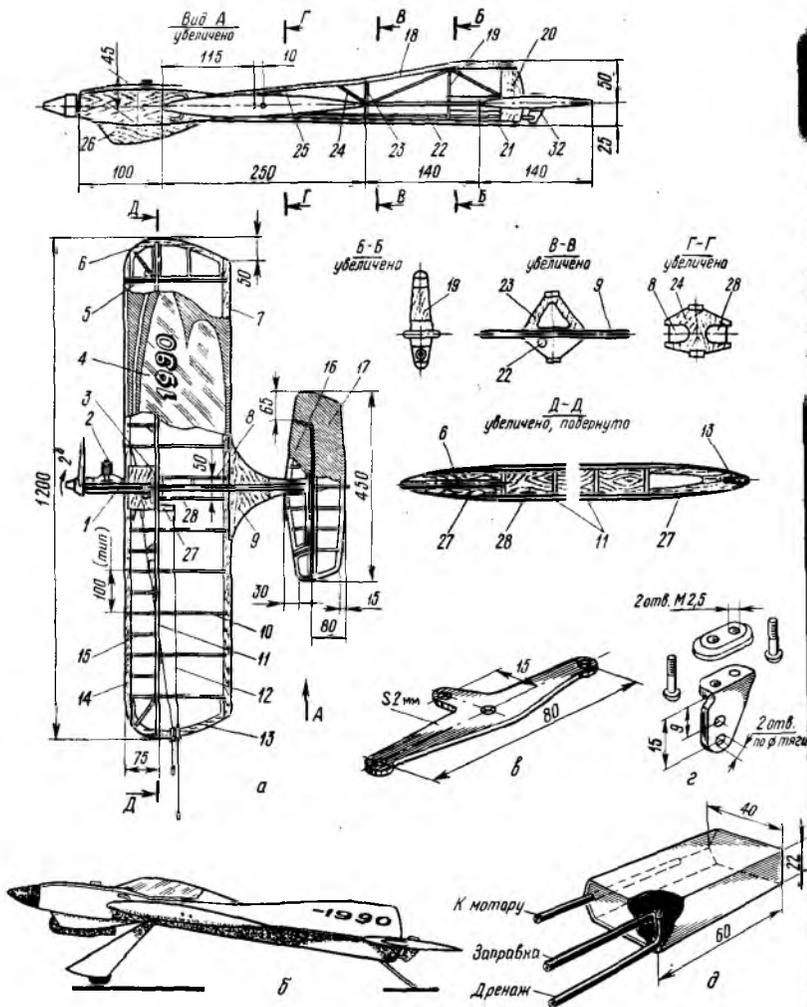


Рис. 42. Кордовая модель самолета «Универсал»:

а — модель в сборе; б — силуэт модели в пилотажном варианте; а — качалка управления; 2 — кабанчик; в — топливный бачок; 1 — моторама; 2 — двигатель КМД-2,5; 3 — обшивка лобка; 4 — обшивка крыла; 5 — загрузка внешнего крыла (свинец массой 25 г); 6 — внешняя законцовка; 7 — задняя кромка; 8, 10 — нервюры; 9 — контур зализа; 11 — лонжерон; 12 — трос управления; 13 — внутренняя законцовка; 14 — передняя кромка; 15 — полунервюра; 16 — стабилизатор; 17 — руль высоты; 18, 21 — силовые лонжероны; 19, 23, 25 — шантоугуты; 20 — законцовка балки; 22 — тяга; 24 — раскос; 26 — посадочный гребень моторама; 27 — связки лонжеронов с законцовками; 28 — стенка лонжеронов

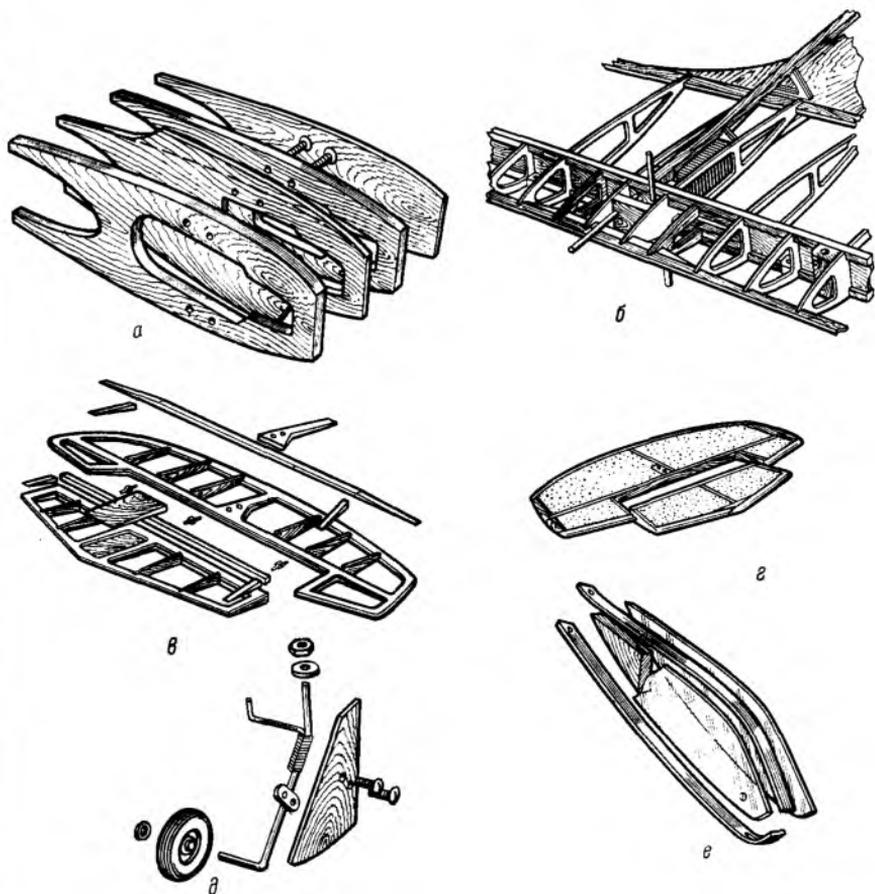


Рис. 43. Основные узлы кордовой модели «Универсал»:

*а* — сборка моторами; *б* — конструкция центральной части крыла; *в* — сборка стабилизатора и руля высоты; *г* — горизонтальное хвостовое оперение из пенопласта; *д* — конструкция съемного шасси; *е* — конструкция фонаря

к категории сложных, она вполне доступна для изготовления в кружке пионерского лагеря.

Крыло модели выполняют по классической нервюро-лонжеронной схеме (рис. 43). Для увеличения маневренности, особенно на малых скоростях полета, профиль выбран обычным, симметричным. Материалом для нервюр стал тунг, идущий на ящики из-под фруктов. Пластины стро-

гают до толщины 2 мм, а затем после сборки с помощью винтов в пачки обрабатывают по профилю и облегчают. В заключение их покрывают эмалитом, что хорошо предохраняет довольно хрупкую древесину тунга от растрескивания.

На нервюры может пойти и двухмиллиметровая фанера. Ее применение лишь немного увеличит массу модели, зато она станет прочнее.

Из тунга вырезают и полу-нервюры, поддерживающие мягкую обшивку на самом искривленном участке профиля. Носовую часть двух центральных нервюр не облегчают — они несут бобышку крепления моторамы, а центральные полунервюры делают из фанеры.

Сборка крыла не представляет трудностей. Ее, как и сборку всей модели, ведут на эпоксидном клее, который компенсирует неточность изготовления отдельных деталей. Но это крайность. Нужно стремиться, чтобы каркас крыла держался даже без клея, тогда конструкция получится легкой и прочной.

Топливный бачок паяют и проверяют на герметичность перед началом монтажа элементов набора. Дело в том, что его «намертво» заклеивают в центроплан. Все трубки бачка выводят через отверстия в фанерной обшивке лобика.

Закончив сборку крыла, можно приступать к зашивке межлонжеронного пространства, установке груза и качалки. После того как обшивка лобика будет подогнана по месту к набору и трубкам бачка, ее клеят. Пока клей затвердевает, собирают мотораму. Винты крепления двигателя заклеивают в ней после сборки в отверстиях с нарезанной резьбой. На выступающие концы винтов монтируют двигатель и крепят его гайками с разрезными шайбами, а головки закрывают тонкой фанерой. Такая система самая надежная: топливо никогда

не просочится в древесину моторамы, она не будет сминаться.

Выводя трубки дренажа бака, их загибают навстречу потоку и обрезают на одинаковом расстоянии от передней кромки крыла. Только тогда мотор будет работать в одном режиме при любом положении модели в воздухе и при маневрах. Этого же можно добиться, используя наддув бака давлением, отбираемым из картера двигателя. В последнем случае одна дренажная трубка после заправки топлива заглушается.

На одной из таких моделей стабилизатор был наборным. Он может показаться сложным, но на самом деле это один из простых вариантов, если воспользоваться следующей технологией. Прежде всего контур оперения переносят с чертежа на фанеру, затем вырезают и облегчают. На этот плоский «стاپель» накладывают набор из нескольких реек и пластин лампы... и стабилизатор с рулем высоты готов. Изготовление кажущегося более простым пенопластового варианта занимает намного больше времени, он менее прочен, но зато значительно легче.

Стабилизатор устанавливают на балке-фюзеляже. Она собрана из реек и имеет небольшую массу, что значительно повышает маневренность. Жесткость балки на кручение обеспечивает необычно положенная обшивка.

Собрав и пристыковав к крылу всю хвостовую часть, проводят тяги к рулю высоты.

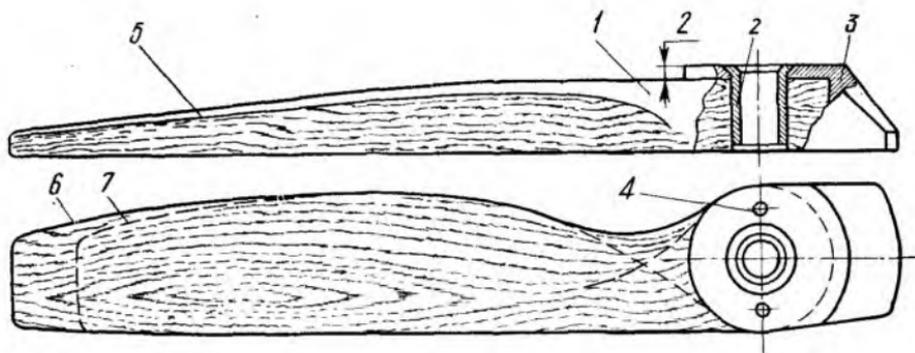


Рис. 44. Одиолопастный воздушный винт:

1 — лопасть; 2 — втулка; 3 — противовес; 4 — шпилька; 5 — линия обработки; 6 — контур лопасти для пилотажной модели; 7 — контур для модели воздушного боя

Тонкая проволока тяги проходит через небольшие отверстия в шпангоутах, поэтому даже при заклиненном руле и одном натянутом тросе управления она не деформируется. Да и усилия на ней незначительные — роговая аэродинамическая компенсация почти полностью уничтожает шарнирные моменты, «рога» частично обеспечивают и весовую балансировку непривычно большого руля высоты.

Проверив легкость хода и одинаковость углов отклонения руля, модель обтягивают. На крыло с фюзеляжем идет четыре раскроенных куска лавсановой пленки, привариваемой к каркасу с помощью утюга на клею БФ-2, «Уникум» или Н-88. По всем кромкам делают подворот пленки на 5—10 мм: образуется «замок» и обшивка не отлетит от каркаса при самых жестких ударах, предохраняя и сам каркас.

Пленку накладывают на кромки и нервюры с носиками.

Но к двум центральным нервюрам крыла и шпангоутам фюзеляжа ее не приваривают, так что после проглаживания горячим утюгом лавсан натягивается и образует эффективный зализ, страхующий фюзеляж от круток в полете. Мотораму покрывают эмалитом или другим нитролаком. Красить саму модель или не красить, зависит от желания конструктора.

Центровка полностью укомплектованной модели должна находиться в 60—65 мм за передней кромкой крыла. При большой площади оперения это обеспечит устойчивый горизонтальный полет и отличную управляемость. Тем, кто не имеет достаточного опыта в пилотировании «бойцовки», можно сдвинуть центр тяжести на 15—20 мм вперед, загрузив носовую часть модели.

Модель оснащают двигателем КМД с серийным капровым винтом 248×130 мм, обрезанным до диаметра 220 мм. Но ее поведение в воздухе заметно улучшается

при установке на мотор однолопастного винта собственного изготовления. Приводим чертежи пропеллера для микродвигателя КМД-2,5 (рис. 44).

Вырезают лопасть из плотной древесины типа бука или граба, комель подгоняют под выточенный из стали и отфрезерованный противовес. После лакировки на лопасти с помощью смолы закрепляют втулку и противовес. Когда клей затвердеет, через стальную щеку и комель сверлят сквозные отверстия и в них на смоле плотно вставляют шпильки из проволоки ОВС. Готовый винт тщательнейшим образом балансируют, стачи-

вая противовес, поэтому лучше заготовить его с небольшими припусками. На рис. 44 он показан «чистовым».

Для модели в пилотажном варианте устанавливают шасси, укрепляя стойки в бышки на крыле, и хвостовой костыль. Облагородит модель, придаст ей самолетный вид простейший фонарь и кок винта. Для ответственных стартов монтируют глушитель выхлопа. Все эти усовершенствования немного сместят центр тяжести миниатюрного самолета вперед, что улучшит его поведение в любой точке полусферы при выполнении фигур пилотажного комплекса.

## МОДЕЛИ САМОЛЕТОВ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

В настоящее время среди авиамodelистов нашей страны все большее распространение получают модели самолетов с электродвигателем — электролеты. Их строят как для свободного полета, так в кордовом варианте. И если конструирование свободнолетающих электролетов дело непростое, то изготовление кордовых «электричек» по силам многим любителям малой авиации.

Кордовые авиамodelи с электродвигателем интересны тем, что их можно запускать в зале и на открытом воздухе, зимой и летом; подкупает простота их изготовления и эксплуатации. Особенно привлекательны они для демонстрации полетов в пионерском лагере. На таких электролетах с успехом можно осваивать навыки пилотажа.

Предлагаем изготовить несложную кордовую модель самолета с электродвигателем (рис. 45).

Из куска упаковочного пе-

нопласта толщиной 15 мм вырезают крыло. Если такого куска не оказалось, его склеивают из отдельных элементов.

Цельное крыло обязательно облегчают, вырезая в обеих консолях широкие отверстия, и укрепляют нервюрами. Во внешнем конце крыла заклеивают свинцовый грузик массой 5 г, предварительно обмотанный нитками. По оси модели заделывают трубчатую мотораму диаметром 22 мм и длиной 50 мм, свитую из двух слоев ватмана. Перед обтяжкой крыла клеивают небольшой деревянный брусочек в месте крепления оси качалки.

Модель обтягивают лавсановой пленкой. В крайнем случае используют длинноволокнистую микалентную бумагу. После обтяжки модель покрывают жидким клеем БФ-2. На кромке готового крыла навешивают на матерчатых (лучше применять капроновую ткань) петлях заранее изготовленный руль высоты. Этот элемент может быть

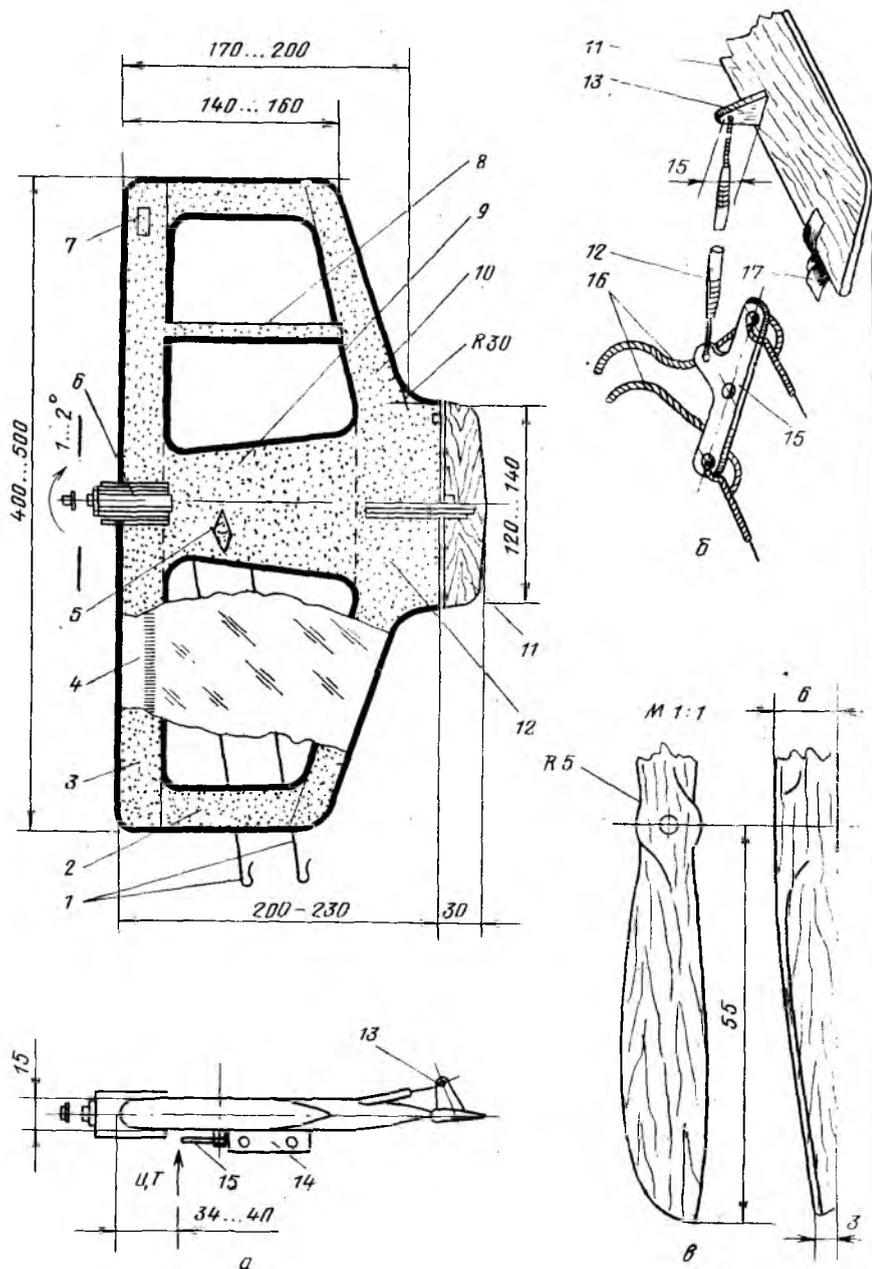


Рис. 45. Кордовая модель самолета с электродвигателем:

а — модель в сборе; б — система управления; в — шаблон воздушного винта; 1 — токоподводящий провод; 2 — законцовка; 3 — передняя кромка; 4 — обтяжка; 5 — бобышка для оси качалки; 6 — моторама; 7 — загрузка; 8 — нервюра; 9 — центроплан; 10 — задняя кромка; 11 — руль высоты; 12 — тяга руля высоты; 13 — кабанчик; 14 — направляющая планка; 15 — качалка; 16 — провода питания двигателя; 17 — петли из ткани

выполнен из картона, фанеры или выстроган из тонкой липовой пластины.

Качалку вырезают из электроизоляционного пластика, а кабанчик руля высоты из толстой жести или листового дюралюминия. Тяга, соединяющая качалку с кабанчиком, представляет собой деревянную рейку с примотанными нитками (с пропиткой клеем) проволочными оконцовками. На внутреннем конце крыла клеивают направляющую пластину, через отверстия которой проходят корды. От заделок корд на качалке отходят гибкие многожильные провода питания двигателя.

Масса модели без двигателя 35—40 г.

На модели устанавливают электродвигатель ДПМ, рассчитанный на напряжение 12 В, имеющий массу 60 г и диаметр 20 мм. С воздушным винтом диаметром 110 мм электролет развивает скорость порядка 20 км/ч. Блока питания (30 батареек типа «Марс» напряжением 1,5 В, соединенных последовательно) находится у оператора-пилота. Длина кордовых нитей из изолированного тонкого провода составляет 5 м. Ручку управления желательно сделать с выключателем питания, лучше с кнопочным.

Для тех, кто не имеет возможности построить модель из пенопласта, предлагаем изготовить **электролет наборной конструкции** (рис. 46).

Основной материал для крыла — бамбук. Из него делают кромки, нервюры и законцовки: для кромок — се-

чением  $2 \times 1,5$  мм, для других частей —  $1 \times 1$  мм. Лонжерон выстрагивают из сосновой рейки сечением  $1,5 \times 1,5$  мм. Все соединения выполняют с помощью ниток и нитроклея. Стабилизатор и киль, так же как и крыло, изготовляют наборными из бамбука. Крыло и хвостовое оперение обтягивают конденсаторной или папиросной бумагой.

Фюзеляж представляет собой сосновую рейку сечением  $4 \times 2$  мм. В его носовой части закрепляют контейнер для электродвигателя, в хвостовой — киль и стабилизатор. Качалку вырезают из стеклотекстолита толщиной около 1 мм. Для шарнира руля высоты и крючков тяги применяют стальную проволоку диаметром 0,4 мм.

Электромотор ДК-5-19 устанавливают в контейнер (кольцо его упаковочной коробки), что позволяет перемещать его, подбирая нужную центровку. Для корд и подвода электропитания используют провод ПЭЛШО или ПБД диаметром 0,12—0,15 мм и длиной около 5 м. Воздушный винт вырезают из липового бруска  $130 \times 15 \times 7$  мм, а ручку управления — из 3-миллиметровой фанеры. Пропеллер плотно насаживают на вал мотора, но еще лучше заделывать его штифтом, предварительно просверлив вал и ступицу винта.

Блок питания собирают из батареек для карманного фонаря, но можно применить аккумулятор. Обычно блок размещают на поясе пилота.

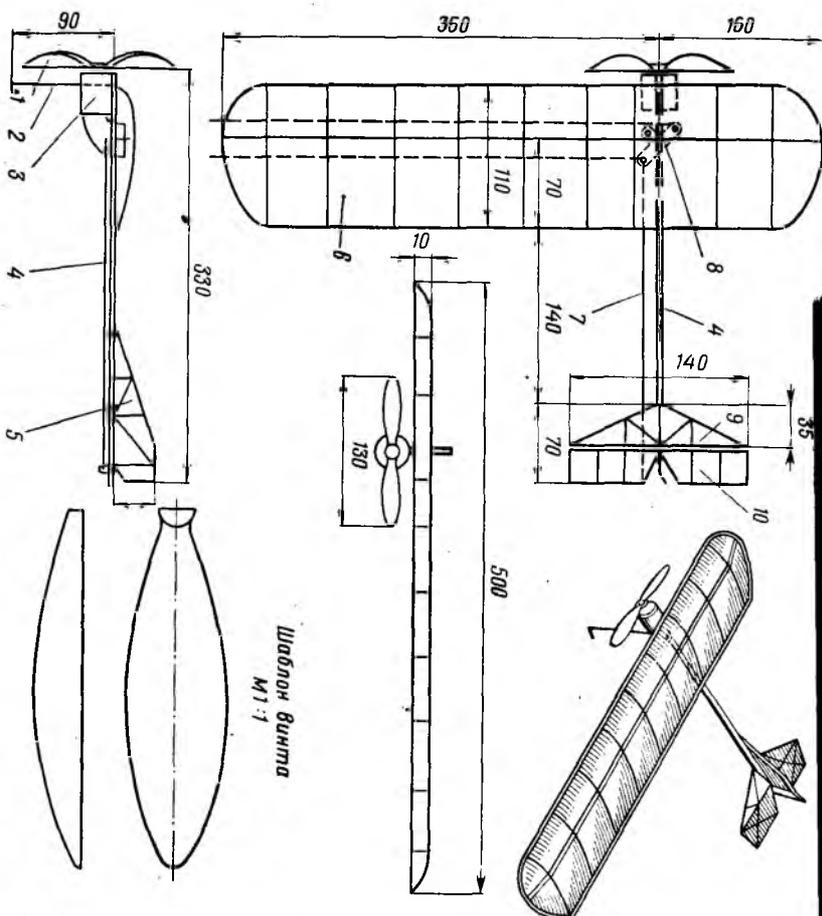


Рис. 46. Модель электролета наборной конструкции:

1 — воздушный винт; 2 — стойка шасси; 3 — электродвигатель; 4 — фюзеляж-рейка; 5 — киль; 6 — крыло; 7 — тяга; 8 — качалка; 9 — стабилизатор; 10 — руль высоты

Как видно из рисунка, половинки крыла имеют разную длину. Внешнюю, во избежание заваливания модели в круг, делают короче — равной  $1/3$  размаха.

**Пилотажный электролет.** Тем, кому работа над моделями с электродвигателем покажется интересной, предлагаем построить «пилотажку» (рис. 47), разработанную Ю. Павловым. Эта модель несколько сложнее описанных

ранее, но и возможности ее шире, да и энерговооруженность выше. Подкупает и внешняя форма модели, напоминающая настоящий самолет.

Крыло склеивают из пластин упаковочного пенопласта. Можно также вырезать его из целого куска, а потом облегчить изнутри электролезакром. Обшивка в этом случае получается несущей. Нервюры вырезают из пенопластовых пластин толщиной 3—4 мм. Две

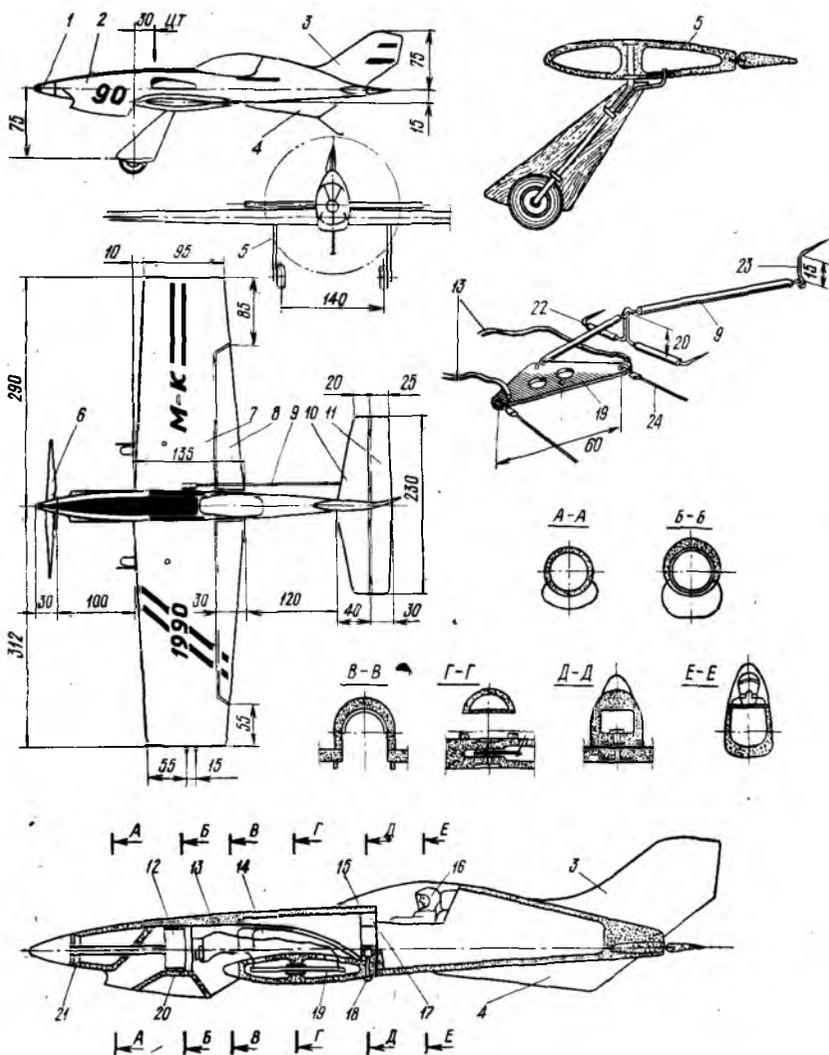


Рис. 47. Пилотажный электролет:

1 — кок винта; 2 — фюзеляж; 3 — киль; 4 — подкильник; 5 — шасси; 6 — воздушный винт; 7 — крыло; 8 — закрылок; 9 — тяга; 10 — стабилизатор; 11 — руль высоты; 12 — двигатель; 13 — гибкий провод; 14 — воздушный канал; 15 — фонарь; 16 — кукла-пилот; 17 — шпайгоут; 18 — винт крепления крыла; 19 — качалка; 20 — гнездо двигателя; 21 — торцовый шпангоут; 22 — кронштейн закрылков; 23 — кронштейн руля высоты; 24 — провод (корды)

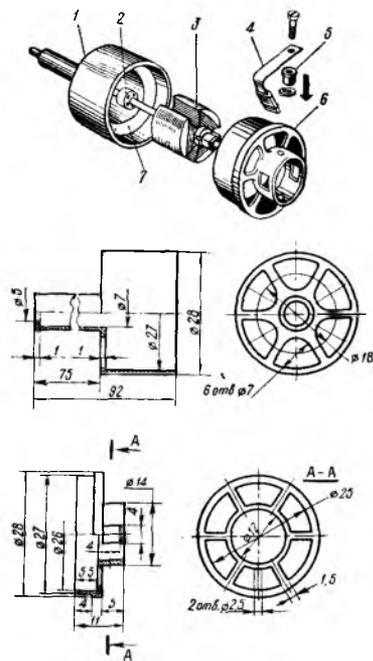


Рис. 48. Двигатель для электролета:

1 — корпус; 2 — подшипник 3×7 мм; 3 — ротор; 4 — держатель щетки; 5 — втулка изоляционная; 6 — задняя стенка; 7 — кольцевой магнит статора

из них, к которым крепятся стойки шасси, усиливают фанерными накладками. Закрылки, материалом для которых служит также пенопласт, навешивают к крылу на капроновых пеглях. Качалку вырезают из стеклотекстолита толщиной 0,5 мм.

Стабилизатор, руль высоты и киль вырезают из целого куска пенопласта. Кромки окантовывают по периметру плотной бумагой с клеем ПВА.

Фюзеляж обрабатывают по контуру снаружи, затем разрезают на две части по вертикальной оси нагретой проволокой и облегчают внутри. Обе

части склеивают после того, как подогнан электродвигатель, смонтированы внутренние детали (носовой шпангоут, пол кабины) и обработаны воздушные каналы. Затем крепят стабилизатор с рулем высоты, киль и подкильник. Из целлулоида толщиной 0,3 мм штампуют фонарь кабины; фигурку пилота делают из пенопласта и ставят на фюзеляж.

Крыло крепят к фюзеляжу болтом М2, предварительно усилив этот узел — вклеив бобышку из кусочка древесины.

На пилотажной модели устанавливают электродвигатель марки А-287 для плавающих моделей, проведя некоторые доработки (рис. 48). Капроновый корпус заменяют на стаканчик из магния, укорачивают вал, корпус коллектора вытаскивают из текстолита. Пластинки щеток прикрепляют к держателям медной проволокой. После этого масса двигателя составляет 38 г.

Воздушный винт подбирают в зависимости от частоты вращения двигателя.

Полетная масса электролета не превышает 100 г.

Для корд применяют провод ПЭЛ. Модель можно запускать и на многожильном проводе во фторопластовой изоляции МГТФ. При проводе ПЭЛ диаметром 0,25 мм падение напряжения на длине 5 м будет около 9 В. Все соединения электроцепи на модели выполняют только пайкой.

**Двухмоторный электролет** был создан в результате дальнейшего развития моделей с

электродвигателем. Демонстрационные полеты такого аппарата вызывают большой интерес в любой аудитории, будь то школа или пионерский лагерь; они хорошо смотрятся на слетах, фестивалях и праздниках. Двухмоторная схема модели позволяет повысить ее энерговооруженность, добиться надежности полета на открытом воздухе.

Электролет, изображенный на рис 49, почти весь изготовлен из пенопласта ПС-1; соединения выполнены казеиновым клеем и клеем ПВА.

Нервюры для наборного крыла вырезают из липового шпона толщиной 1 мм или из пластин пенопласта толщиной 3 мм, предварительно оклеенных бумагой, материалом для лонжерона служит фанера толщиной 1 мм, для задней кромки — рейка из сосны сечением 3×4 мм, а для передней — пенопласт. Качалку вырезают из гетинакса или стеклотекстолита толщиной 0,8—1 мм, закрепляют в стойке, которую приклеивают к усиленной нервюре. Крыло склеивают конденсаторной или папиросной бумагой и покрывают нитролаком.

Фюзеляж и детали хвостового оперения изготовлены целиком из пенопласта. Для уменьшения массы выдалбливают фюзеляж изнутри. Толщина стенок переменная — от 6—8 мм в нижней (донной) части до 3—4 мм в боковой и верхней. Снизу в хвостовую балку вклеивают сосновый силовой стрингер сечением 2,5×2,5 мм, а в носовую часть — пластину жесткости из фанеры

толщиной 2 мм для крепления стойки шасси, которую получают гибкой из рояльной стальной проволоки диаметром 1,2 мм. Пенопластовые колеса с обеих сторон оклеивают шайбами из фанеры толщиной 1 мм.

Фонарь кабины штампуют из оргстекла или целлулоида толщиной 0,3—0,4 мм.

Модель окрашивают нитрокрасками, причем детали из пенопласта предварительно оклеивают писчей или папиросной бумагой и зачищают.

Масса планера составляет около 50 г, полетная масса электролета — 130—135 г.

Для снаряжения модели к полетам особое внимание надо обратить на ее силовую установку — электродвигатель ДП-12-А (рис. 50). Их доработку ведут в таком порядке. Снимают заднюю крышку, на которой расположены клеммы и щетки. На заводе-изготовителе ее наглухо приклеивают к корпусу, поэтому нужно воспользоваться острым ножом или скальпелем, чтобы после сборки крышка села на свое место плотно, без перекосов. Корпус и крышка сделаны из хрупкой пластмассы, поэтому работу надо выполнять очень аккуратно.

Вынув якорь, в корпусе двигателя и крышке вырезают отверстия для охлаждения в соответствии с рисунком. Затем тщательно вычищают из внутренней полости опилки и собирают детали, обратив особое внимание на то, чтобы якорь вращался легко. После этого крышку

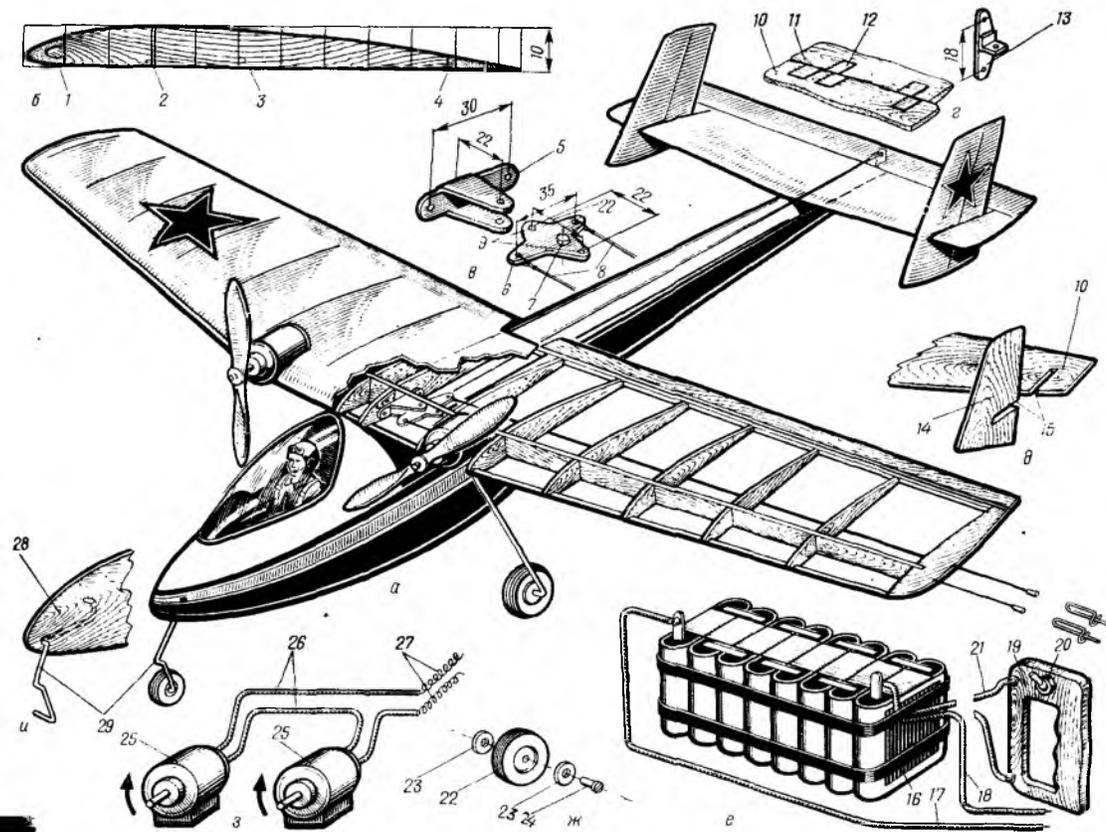
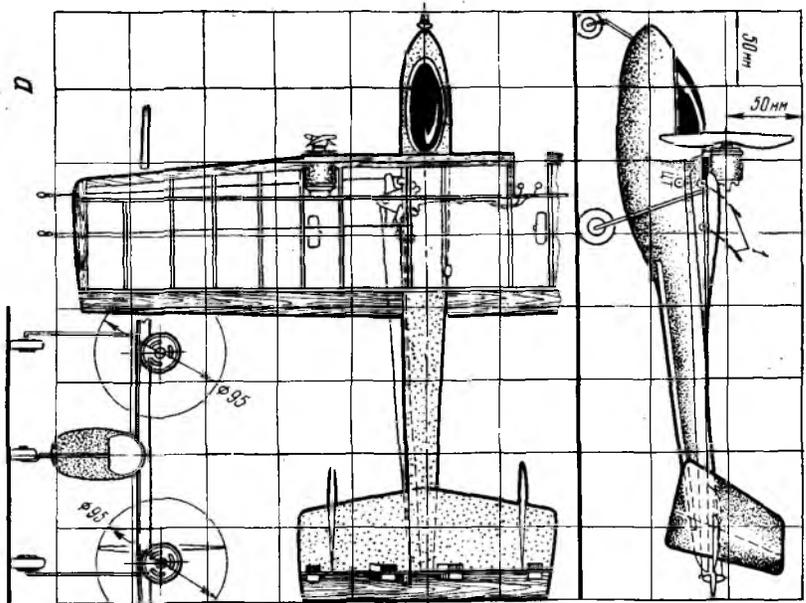
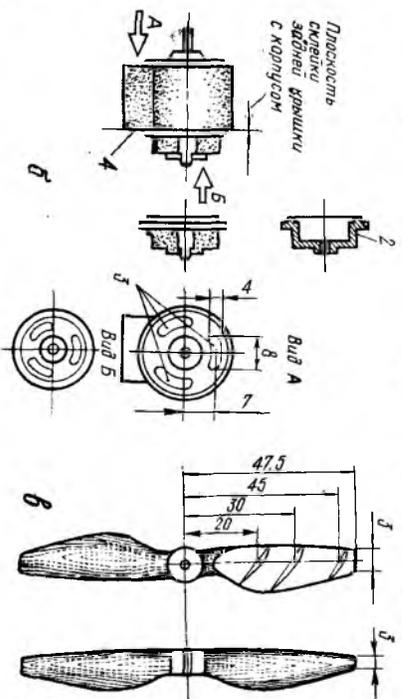


Рис. 49. Двухмоторный электролет:

а — модель в сборе; б — профиль крыла; в — конструкция качалки; г — подвеска руля высоты; д — соединение стабилизатора и киля; е — блок питания и его соединение с ручкой управления; ж — колесо; з — соединение двигателей; и — передняя стенка; 1 — передняя кромка; 2 — лонжерон; 3 — нервюра; 4 — задняя кромка; 5 — стойка; 6 — двушпалевая качалка; 7 и 24 — втулки; 8 и 21 — корды-токопроводители; 9 — тяги руля высоты; 10 — стабилизатор; 11 — руль высоты; 12 — петли из ткани; 13 — кабанчик; 14 — киль; 15 — пазы; 16 — блок питания; 17 — проводник к ручке; 18 — провод с зажимом; 19 — ручка управления; 20 — диск из пенопласта; 22 — шайбы; 25 — двигатели; 26 — провода; 27 — витые проводники для соединения с качалкой; 28 — фанерная пластина; 29 — стойка шасси

Рис. 50. Двухмоторный электролет:  
а — схема модели; б — доработка электродвигателя; в — воздушный винт; г — корды; д — крышка; е — окна обдува якоря (3 шт.); ж — двигатель



вклеивают на свое место дихлорэтаном или клеем БФ-2.

Готовые двигатели устанавливают на крыло модели и надежно закрепляют нитками с клеем. Электрическое соединение двигателей — последовательное. В зависимости от коммутации можно обеспечить их вращение в одну или разные стороны. Желательно выполнить соединение так, чтобы оба вала вращались по часовой стрелке, если смотреть на модель спереди. При таком направлении вращения реакция винтов будет способствовать лучшему полету модели по кругу. Да и изготовить два одинаковых воздушных винта проще. Первый, простейший способ закрепления винтов на валах — тугой посадкой с клеем БФ-2, второй — с помощью точеной металлической втулки и стопорного винта, что более надежно и удобнее для замены винта.

В качестве корд для пилотирования применяют электрический провод марки ПЭЛ сечением 0,3 мм и длиной от 5 до 7 м, в зависимости от условий полета. Электрическое и аэродинамическое сопротивление таких корд невелико.

Для питания двигателей собирают блок из 8 батареек 3336Л, включенных последовательно. Один вывод от бло-

ка соединяют напрямую с кордой через ручку управления (см. рис. 50), а на конце другого ставят «крокодильчик» или какой-либо другой зажим для подключения различного количества батарей (при старте — не более 6, а затем — по мере падения емкости и соответственно уменьшения оборотов двигателя — подключения в цепь дополнительных батарей). Обычно комплекта хватает на 6 полетов по 5 мин, то есть в общей сложности — на 30 мин полета. Конечно, батарейки 3336Л — отнюдь не лучший источник питания для данной модели из-за сравнительно малой емкости. Гораздо выгоднее применять блок элементов «Сатурн» или аккумуляторы мотоциклетного типа. Правда, вся установка неизбежно становится более громоздкой.

Подбор винта и качество его изготовления для данной модели имеют большое значение. Поскольку тяга применяемых двигателей невелика (порядка 20 гс на стенде при 4000—5000 мин.<sup>-1</sup>), то даже незначительная ее потеря будет весьма ощутимой. В качестве материала для винта используют легкую липу. Поверхность лопастей тщательно обрабатывают и полируют до блеска.

Масса изготовленного винта составляет около 2,5 г.

## МОДЕЛИ ВЕРТОЛЕТОВ

Вертолет (геликоптер) — летательный аппарат тяжелее воздуха, у которого подъемная сила и тяга создаются несущим винтом (ротором). Во вращение ротор приводится силовой установкой. Вертолет способен подниматься без разбега, зависать в воздухе, лететь в любом направлении и производить посадку на любую площадку.

Известны интереснейшие работы М. В. Ломоносова по созданию летательных аппаратов. Задолго до официально признанных изобретателей вертолета великий русский ученый построил и испытал такой аппарат в России. Правда, еще в 1475 году гениальный флорентиец Леонардо да Винчи писал о возможности постройки аппарата с винтом. Но работы его были опубликованы только в конце XVIII столетия, и Ломоносову известны не были. Он первый обосновал и практически подтвердил идею аппарата, поднимающегося в воздух, используя энергию воздушного винта. 4 февраля 1754 года

М. В. Ломоносов на собрании конференции Академии наук сделал сообщение об изобретении им специальной машины, могущей поднимать в верхние слои атмосферы саморегистрирующий анемометр и воздушный термометр. Под непосредственным руководством Ломоносова и по его чертежам такая «аэродинамическая» (воздухобежная) машина к июлю 1754 года была создана и опробована. Два четырехлопастных винта, вращаемые в разные стороны часовыми пружинами, создавали подъемную силу у этой модели.

Изобретателем же вертолета очень часто называют француза Пауктона, которому в 1768 году удалось сконструировать небольшой геликоптер.

В 1784 году Лонуа и Бьенвеню доложили французской Академии наук о постройке геликоптера-игрушки, поднимавшейся в воздух с помощью четырехлопастного винта, приводимого в движение тетивой из лука.

Известный изобретатель А. Н. Лодыгин в 1869 году предложил проект вертолета, назвав его электролетом.

Однако следует сказать, что все попытки поднять в воздух человека на подобных аппаратах были безуспешными. Изобретатели не располагали достаточно мощными и легкими двигателями.

Начало XX столетия стало поворотным в истории вертолетостроения. В 1909 году студент МВТУ Б. Н. Юрьев, который впоследствии стал академиком, разработал проект оригинального вертолета. Для обеспечения управляемости и устойчивости аппарата в полете был предусмотрен автомат перекоса, позволяющий изменять угол наклона лопастей и благодаря этому наклонять вертолет в нужном направлении. После нескольких переделок в начале 1912 года Б. Н. Юрьеву удалось наконец построить геликоптер. Он был одновинтовым, причем диаметр винта достигал 8 м. В хвостовой части размещался рулевой винт. Из-за недостаточной мощности мотора пришлось отказаться от автомата перекоса и поворотных лопастей винта.

Вертолет Б. Н. Юрьева экспонировался на международной выставке воздухоплавания в 1912 году, и автор был удостоен золотой медали.

В 1910 году геликоптер массой 180 кг с двумя трехлопастными винтами построил студент Киевского политехнического института И. И. Сикорский, ставший вскоре из-

вестным авиационным конструктором.

В последующие годы вертолеты развития не получили, так как предпочтение было отдано самолетам. И лишь после войны вертолеты заняли достойное место в современной авиации. Их можно встретить повсеместно, особенно в труднодоступных местах — Арктике, пустыне, тайге.

Вертолеты широко применяются для перевозки людей, для ледовой разведки, в сельском хозяйстве и т. д. Вертолеты сегодня незаменимы и в военном деле — для переброски десанта, воздушной разведки, охоты за подлодками и других операций.

Современные вертолеты имеют различные конструктивные схемы. Одновинтовой вертолет (Ми-1, Ми-4) имеет один несущий ротор и хвостовой винт для компенсации реактивного момента и управления по курсу.

Соосный вертолет (К-26) имеет два ротора, расположенных на одной оси и вращающихся в противоположных направлениях.

Вертолет поперечной схемы (В-12) снабжен двумя роторами, размещенными по сторонам фюзеляжа на балках и вращающимися в противоположных направлениях.

У вертолета продольной схемы (Як-24) два ротора, расположенные по концам фюзеляжа и вращающиеся в разных направлениях.

Вертолет — единственный аппарат, который может вы-

полнять два только ему свойственных режима полета — висение и авторотацию. Висение — неподвижное положение вертолета в воздухе, когда его вертикальная и горизонтальная скорости относительно окружающего воздуха равны нулю. Авторотация — режим работы ротора без подачи мощности от двигателя (самовращение). Ротор вращается под действием набегающего (снизу или сбоку) потока воздуха, создавая при этом тягу и подъемную силу.

В практике авиамоделизма наибольшее распространение получили вертолеты одновинтовой схемы. Простейшая модель вертолетов лишь по принципу полета напоминает прототип, будет вернее ее назвать «летающим винтом». А среди авиамodelистов за таким винтом укрепилось название «муха».

**Простейший вертолет — «муха»** (рис. 51) состоит из двух деталей — воздушного винта и стержня. Постройку «мухи» советуем начать с изготовления винта. Из мягкой древесины (липы, ольхи) выстругивают прямоугольный брусок размером  $160 \times 25 \times 8$  мм. На широкой его стороне проводят две взаимно перпендикулярные осевые линии. В точке их пересечения сверлят отверстие диаметром 5 мм.

Сверху накладывают шаблон винта и обводят карандашом — сначала одну лопасть, потом, повернув шаблон на  $180^\circ$ , — другую. Участки бруска, выходящие за пределы

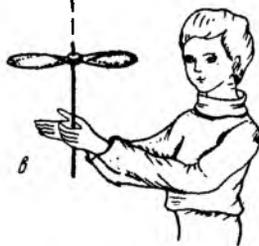
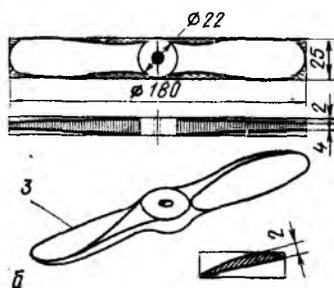
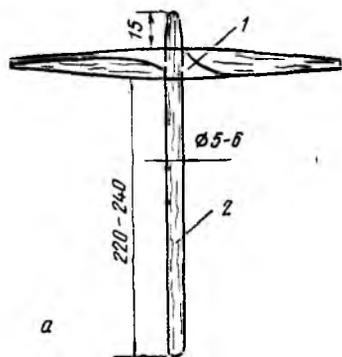


Рис. 51. Простейший вертолет-летающий винт:

а — общий вид; б — шаблон винта; в — запуск; 1 — ротор (винт); 2 — стержень; 3 — обработанная поверхность

очерченной линии, срезают ножом. Зажав брусок в тиски, его обрабатывают напильником.

После этого рисуют вид сбоку. Отступив от центра на  $1/3$  радиуса и отметив точками на концах от верхней плоскости толщину 3 мм, соединяют эти точки. Участки, выходящие за пределы проведенных линий, срезают и изготавливают лопасти винта.

Лопастей «мухи» должны быть тонкими, в симметричных сечениях иметь одинаковый угол наклона и одинаковую форму. К концам лопастей наклон уменьшают. Лопастей должны быть одинаковой массы. Этого достигают тщательной обработкой, лучше в три этапа.

Первый этап — грубая обработка ножом обеих лопастей, затем уменьшение их толщины напильником с одновременным приданием им правильной формы.

Второй этап — доводка формы и толщины лопастей наждачной бумагой с крупным зерном. При этом проверяют, имеют ли лопасти одинаковую массу, для чего винт надевают на тонкую проволоку и добиваются его уравновешивания во всех положениях.

Третий этап — тщательное шлифование лопастей мелкозернистой наждачной бумагой.

Выстругав стержень диаметром 5—6 мм, один его конец немного заостряют и вставляют в отверстие винта. Стержень должен входить туго и быть такой длины, чтобы

«муху» было удобно держать в руках при запуске. Обычно стержень в 1,5 раза больше диаметра винта.

Придав стержню вертикальное положение и зажав его между ладонями, «муху» заставляют быстро вращаться. Затем ладони разжимают, а винт под влиянием подъемной силы стремительно взвигается. Правда, энергия вращения скоро иссякает, оставившийся винт уже не создает подъемной силы, а «муха», взлетев на 10—12 м, опускается на землю.

Если в момент запуска «наклонять» ось вращения, можно заставить «муху» лететь в нужном направлении.

**Модель вертолета «Белка»** (рис. 52) летает так же, как и настоящий вертолет, который имеет два соосных несущих винта. Нижние лопасти закрепляют на раме, служащей одновременно фюзеляжем. Раму изготавливают из двух липовых пластин размером  $220 \times 10 \times 1$  мм, верхней и нижней бобышек.

Лопастей выполняют из плотной чертежной бумаги. Две из них клеивают в ступицу верхнего ротора, а две других посредством кронштейнов крепят к раме. Материалом для изготовления крючка и вала служит стальная проволока диаметром 0,5 мм. Для уменьшения трения на вал надевают шайбу.

Резиновый двигатель состоит из 10—12 нитей резины сечением  $1 \times 1$  мм. Заводку (закрутку) двигателя осуществляют, вращая верхний ротор по ходу часовой стрелки.

После этого модель пускают вверх.

**Модель вертолета чешских авиамodelистов** (рис. 53) напоминает настоящий геликоптер.

Фюзеляж заодно с килем вырезают из пластины пенопласта толщиной 5 мм и по периметру фигуры окантовывают липовыми рейками сечением  $5 \times 1$  мм. В качестве силовой балки используют сосновую рейку сечением  $4 \times 3$  мм и длиной 180 мм. С одного конца ее приклеивают подшипник винта, а с другого привязывают крючок из проволоки ОВС диаметром 0,7 мм. Крепят силовую балку сбоку фюзеляжа. Лопасть однолопастного несущего винта делают из двух слоев чертежной бумаги и клеют к ступице, через которую проходит вал ротора, выгнутый из стальной проволоки диаметром 0,8 мм. Он же является одновременно и штангой противовеса, который напаявают на свободный конец вала.

Резиномотор связывают из восьми нитей сечением  $1 \times 1$  мм. Вначале его закручивают на 30 оборотов, пуская модель вертикально вверх. При последующих запусках число оборотов понемногу увеличивают.

**Модель вертолета «Пэнни»** (рис. 54) разработал американский авиамodelист Д. Буркхем. Этот миниатюрный вертолет с резиновым мотором снабжен хвостовым винтом и имеет автомат стабилизации.

Основой модели является силовая рейка из сосны длиной 114 мм и сечением  $5 \times 5$  мм.

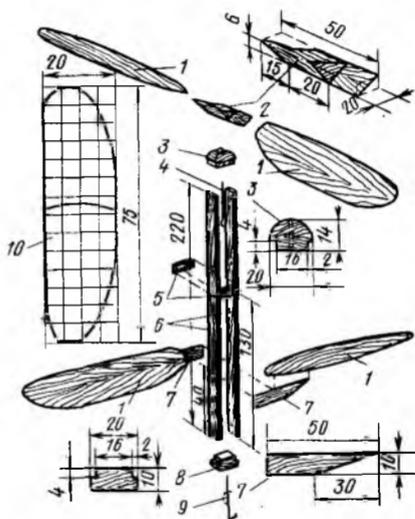


Рис. 52. Модель вертолета «Белка»:

1 — лопасть; 2 — ступица винта; 3 — верхняя бобышка; 4 — вал винта; 5 — брусочки; 6 — боковые пластины; 7 — кронштейн; 8 — нижняя бобышка; 9 — крючок резиномотора; 10 — шаблон лопасти

Сбоку приклеивают пластину из пенопласта толщиной 5 мм и закругляют по виду сбоку; получается своеобразный корпус модели. Сверху крепят хвостовую балку — сосновую рейку длиной 280 мм переменного сечения. Снизу приклеивают рейку из липы сечением  $5 \times 5$  мм, предварительно привязав нитками две стойки шасси, выгнутые из проволоки диаметром 0,8 мм, и крючок резиномотора. К стойкам для копияности крепят две посадочные лыжи.

На свободном конце балки укрепляют хвостовой винт и шкив диаметром 16 мм. Лопасти хвостового винта лучше сделать из бальзы, а если нет такой возможности, то вырезать из плотной бумаги.

Несущий винт — ротор выполняют так. Вначале из липы

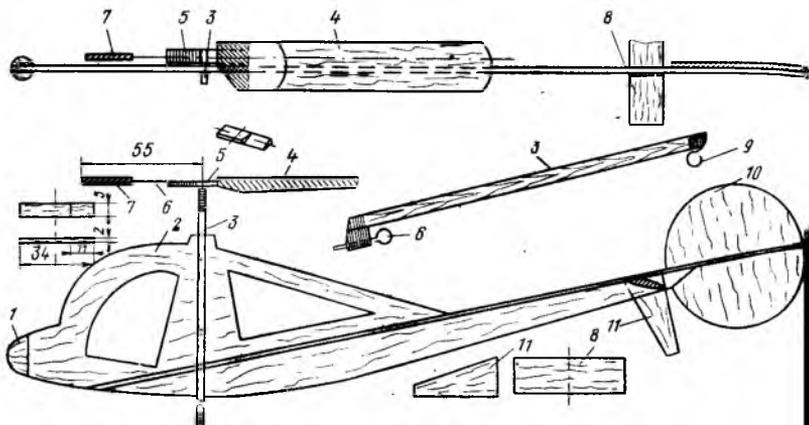


Рис. 53. Модель вертолета из пенопласта:

1 — груз; 2 — корпус; 3 — рейка силовая; 4 — лопасть; 5 — ступица; 6 — вал винта; 7 — противоскрип; 8 — стабилизатор; 9 — крючок; 10 — киль; 11 — хвостовая опора

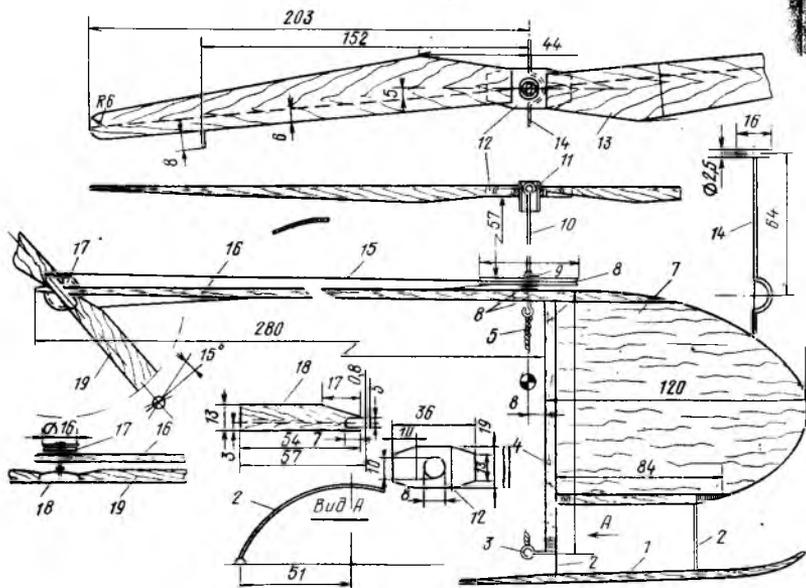


Рис. 54. Модель вертолета «Пэнни»:

1 — посадочная лыжа; 2 — стойка шасси; 3 — крючок резиномотора; 4 — силовая рейка; 5 — резиномотор; 6 — шайбы; 7 — корпус; 8 — шкив; 9 — прокладки; 10 — вал ротора; 11 — втулка ротора; 12 — ступица; 13 — лопасть; 14 — балансиры; 15 — приводной жгут; 16 — хвостовая балка; 17 — шкив хвостового винта; 18 — ступица хвостового винта; 19 — лопасть хвостового винта

делают ступицу, крепят к ней балансир, выгнутый из стальной проволоки диаметром 0,8 мм. Затем сгибают вал ротора из проволоки диаметром 1,5 мм и закрепляют его одним концом во втулке. Далее монтируют на нем шкив, вставляют в отверстие на корпусе, усиленное двумя шайбами, и загибают другой, свободный конец. К ступице шарнирно навешивают две лопасти, вырезанные из бальзовой пластины толщиной 1,5 мм или плотной бумаги

в два слоя. Во избежание поломки модели следует особое внимание обратить на балансировку ротора.

В качестве приводного жгута применяют резиновую нить, натяжение подбирают опытным путем.

Резиномотор, состоящий из 12 нитей сечением  $1 \times 1$  мм, закрепляют на крючке и валу ротора. В процессе запусков число оборотов (закрутку) резиномотора увеличивают постепенно — на 20—25 оборотов.

## МОДЕЛИ РАКЕТ

Ракета — летательный аппарат тяжелее воздуха, подъемная сила которого возникает по принципу реактивного движения. Этот принцип заключается в отталкивании ракеты от массы струи газов, образованных при сгорании топлива и истекающих из двигателя.

Своим рождением первые ракеты обязаны изобретению пороха. Но в те далекие времена ракеты служили лишь для фейерверков. Потом они нашли применение и в военном деле. Это были стрелы с бумажными гильзами, заправленные порохом.

Основы полета ракет были научно обоснованы только после 1687 года, когда И. Ньютон сформулировал третий закон механики. Тогда и стал понятен принцип реактивного движения.

В России боевые ракеты стали применяться в начале XVII века, а в 1680 году открыто первое «ракетное заведение», выпускавшее сигнальные ракеты. Большой вклад в развитие ракетной

техники внесли А. Д. Засядько (1778—1837) и К. И. Константинов (1817—1871). С появлением в середине XIX века нарезного оружия боевые ракеты надолго теряют свое значение.

Намного позже появились проекты летательных аппаратов с использованием ракеты в качестве двигателя. Одним из первых идею применения ракетного двигателя для космических полетов высказал революционер-народник Н. И. Кибальчич (1853—1881). В 1881 году он разработал «Проект воздухоплавательного прибора», в основе которого был заложен принцип ракеты.

На рубеже XIX и XX веков русские ученые создали теорию реактивного движения. Весомый вклад в ее разработку внесли Н. Е. Жуковский (1847—1921) и И. В. Мещерский (1859—1935).

Неоценим вклад в развитие теории ракет и ракетного движения К. Э. Циолковского (1857—1935). Он впервые в 1883 году высказал мысль

о возможности использования реактивного движения для создания космических летательных аппаратов. А вышедшая в 1903 году его книга «Исследования мировых пространств реактивными приборами» определила пути развития ракетостроения и космонавтики.

Основоположниками развития ракетной техники по праву считаются Ф. А. Цандер (1887—1933) и Ю. В. Кондратьев (1897—1942).

В годы Советской власти в области ракетной техники трудились многие ученые, работы которых открыли широкие возможности для исследований по созданию управляемых ракет. Большую роль в развитии советского ракетостроения имели работы Газодинамической лаборатории (ГДЛ) в Ленинграде и Группы изучения реактивного движения (ГИРД) в Москве. Около двух лет просуществовал ГИРД, но именно здесь были созданы первые советские жидкостные ракеты.

«09» — первая советская жидкостная ракета конструкции Героя Социалистического Труда профессора М. К. Тихонравова (1900—1974) стартовала 17 августа 1933 года. Работой по ее созданию руководил С. П. Королев (1906—1966), будущий академик, главный конструктор ракетно-космических систем, дважды Герой Социалистического Труда. Стартовая масса ракеты «09» была 19 кг, длина 2,4 м, масса топлива 5 кг.

Двигатель ракеты ОР-2 конструкции Ф. А. Цандера

работал на жидком кислороде и твердом (желеобразном) бензине и развивал тягу в 50 кгс (0,5 кН). При первом полете «09» достигла высоты около 400 м.

Многие интересные работы в области ракетной техники не позволили завершить Великая Отечественная война. Однако впоследствии они дали возможность создать мощные ракеты для космических исследований.

Эпоха первых замечательных достижений в истории освоения космоса связана с именем С. П. Королева. Под его руководством были созданы геофизические и баллистические ракеты, ракеты-носители и пилотируемые космические корабли.

4 октября 1957 года запуском в СССР первого искусственного спутника Земли был сделан первый и, пожалуй, самый трудный шаг человека на пути к звездам. Серия дальнейших полетов кораблей-спутников позволила приобрести достаточный опыт для осуществления полета человека в космос и его возвращения на Землю.

И этот день настал: 12 апреля 1961 года гражданин нашей страны Юрий Алексеевич Гагарин на космическом корабле «Восток» совершил исторический полет вокруг земного шара. «Восток» был выведен на орбиту мощной ракетой-носителем.

Дальнейшее совершенствование ракетно-космической техники позволило побывать в космосе многим космонавтам, послать автоматические

станции к Луне, Марсу и Венере, выйти в открытый космос, слетать на Луну. Освоение космоса требует создания новых, более мощных ракет.

Сегодняшние ракеты различают по многим признакам: по числу ступеней — одноступенчатые и многоступенчатые; по способу соединения ступеней — схема с последовательным (поперечным делением), параллельным (пакетным) и комбинированным соединением; по принципу полета — аэродинамические, баллистические и космические, по наличию несущих плоскостей — крылатые и бескрылые; по способу управления — управляемые и неуправляемые; по назначению — метеорологические, геофизические, сигнальные, боевые и др.

Несмотря на большое разнообразие, все ракеты имеют много общего в своем устройстве. Основными частями управляемой ракеты являются полезный груз, корпус, двигатель, бортовая аппаратура системы управления, органы управления и источники энергии.

**Полезный груз** — объект для проведения исследований или других работ, размещается в головном отсеке и прикрывается головным обтекателем.

**Корпус ракеты**, соединяющий все части в единую конструкцию, разбит на приборный, двигательный и другие отсеки. Внутри корпуса размещается аппаратура, а снаружи крепятся стабилизаторы и другие элементы.

**Двигатель** — важней-

шая составная часть ракеты, он создает силу тяги и тем самым обеспечивает ее движение. В зависимости от применяемого топлива различают жидкостные ракетные двигатели (ЖРД) и твердотопливные (РДТТ). В ЖРД компоненты топлива до попадания в камеру сгорания находятся в жидком состоянии, а в РДТТ — в твердом. В двигателях обоих типов энергия топлива преобразуется сначала во внутреннюю, затем в механическую энергию газообразных продуктов сгорания, вытекающих из сопла двигателя.

**Органы системы управления** служат для удержания ракеты на требуемой траектории. В качестве органов управления используются рулевые двигатели, поворотные камеры сгорания основных двигателей и газоструйные рули.

Поскольку темой данной главы являются летающие модели ракет, остановимся на них подробнее. Но вначале дадим определение: модель ракеты — модель летательного аппарата, поднимающаяся в воздух без использования аэродинамической подъемной силы для преодоления земного тяготения и имеющая устройство для безопасного возвращения на землю. Изготовлена она должна быть из неметаллических материалов — бумаги, пластика и т. д.

Основными частями модели ракеты являются головной обтекатель, парашют, корпус, хвостовое оперение (стабилизаторы) и двигатель (рис. 55).

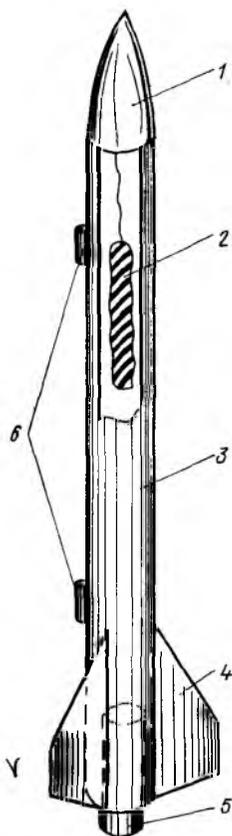


Рис. 55. Модель ракеты:

1 — головной обтекатель; 2 — парашют; 3 — корпус; 4 — стабилизатор; 5 — двигатель (МРД); 6 — направляющие кольца

К вспомогательным элементам можно отнести направляющие кольца, которые предназначены для удержания модели на нужной траектории при старте.

Корпус модели ракеты представляет собой тело вращения, форма которого может быть различной. Основным материалом для корпусов предлагаемых здесь моделей — плотная бумага.

Стабилизаторы обеспечивают необходимую устой-

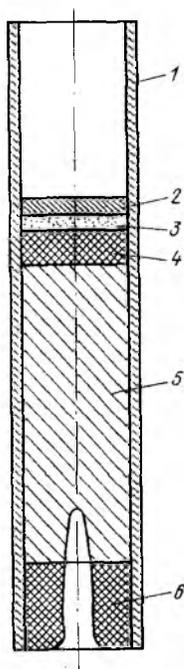


Рис. 56. Модельный ракетный двигатель (МРД):

1 — корпус; 2 — пыж; 3 — вышибной заряд; 4 — замедлитель; 5 — топливо; 6 — сопло

чивость модели при полете, материалом для них служат фанера, липовый шпон и пенопласт.

Парашюты, предназначенные для безопасного спуска модели на землю, вырезают из микалентной бумаги, шелка и лавсановой пленки. Для некоторых моделей часто применяют тормозную ленту.

Головной обтекатель — элемент модели, придающий ей обтекаемую фор-

му; выполняют его из дерева или плотного пенопласта.

Модельный ракетный двигатель (МРД) служит для создания силы тяги (движущей) и раскрытия системы спасения модели-парашюта или тормозной ленты. Для моделей ракет применяют только двигатели твердого топлива, у которых тяга создается в результате истечения через сопло продуктов сгорания. МРД состоит из бумажного корпуса с запрессованным соплом, заряда топлива, замедлителя и вышибного заряда (рис. 56). После сгорания топлива происходит зажигание замедлителя, а затем и воспламенение вышибного заряда, что и обеспечивает срабатывание системы спасения — выброс парашюта.

У нас в стране выпускаются несколько типов МРД с различной тягой и суммарным импульсом. Основные данные двигателя можно узнать из маркировки, которая наносится на корпус МРД. Например, марка МРД 10-8-4 означает: 10 — суммарный импульс, Н·с; 8 — средняя тяга, Н; 4 — время горения замедлителя, с; марка МРД 20-10-7: 20 — импульс, Н·с; 10 — средняя тяга, Н; 7 — время горения замедлителя, с.

При подготовке к запуску модели ракеты двигатель необходимо надежно закрепить при помощи любого фиксатора или клея. В противном случае возможен отстрел МРД в момент срабатывания вышибного заряда.

При работе с МРД необходимо строго соблюдать меры

предосторожности, которые изложены в инструкции по эксплуатации, прилагаемой к изделию при упаковке.

Для запуска моделей ракет необходимо стартовое оборудование, состоящее из пускового устройства, пульта управления, токоподводящих проводов и воспламенителя. Самое простое пусковое устройство — направляющий штырь диаметром 5—7 мм и длиной около 1,5 м, закрепленный в стартовой плите (рис. 57). Пульт управления запуском — коробка, в которой размещают источники питания, блокировочный ключ и приборы контроля цепи.

**Одноступенчатая модель ракеты** (рис. 58). Корпус клеят из двух слоев чертежной бумаги на оправке диаметром 20 мм. Размер бумажной заготовки 300×275 мм. Оправкой может служить круглый стержень из металла или другого материала нужного диаметра. Дав просохнуть бумаге, шов зачищают шлифовальной шкуркой и покрывают жидким нитролаком.

Три стабилизатора вырезают из фанеры толщиной 1 мм, складывают в пакет и обрабатывают по контуру в тисках напильником. Затем заостряют (профилируют) все стороны, кроме той, которая будет крепиться к корпусу. Стабилизаторы крепят встык в хвостовой части корпуса нитроклеем (лучше «Аго»).

Для направляющих колец делают трубочку на круглом карандаше диаметром 5—7 мм. После высыхания ее разрезают острым ножом на кольца

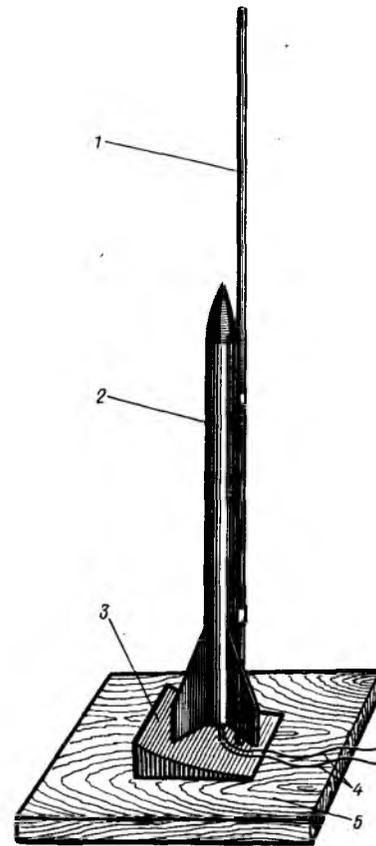


Рис. 57. Стартовое устройство для моделей ракет:

1 — направляющий штырь; 2 — модель ракеты; 3 — отражатель; 4 — электрозапал; 5 — стартовая плита

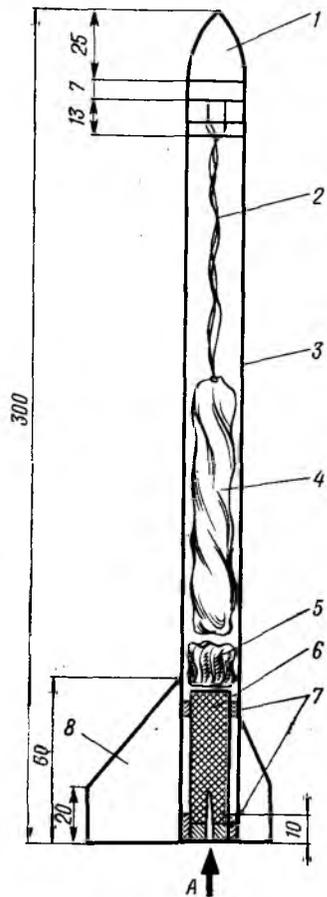
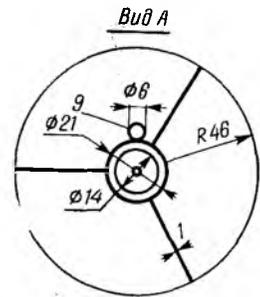


Рис. 58. Одноступенчатая модель ракеты:

1 — головной обтекатель; 2 — нить крепления парашюта; 3 — корпус; 4 — парашют; 5 — пвж; 6 — МРД; 7 — обойма; 8 — стабилизатор

шириной 6—9 мм и прикрепляют к корпусу.

Головной обтекатель вытачивают на токарном станке или на станке «Умелые руки» из древесины. Соединяют его с корпусом резиновой нитью-амортизатором длиной 350—500 мм.

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

Модель снаряжают двигателем МРД 2,5-3-3, наружный диаметр корпуса которого составляет около 14 мм. Для крепления МРД в хвостовую (донную) часть вклеивают обойму — два кольца из пенопласта или древесины. Модель окрашивают в контрастные цвета.

Подготовку к запуску проводят в такой последовательности. В корпус модели со снаряженным двигателем сверху ставят пыж (вата с тальком), укладывают сложенный и пересыпанный тальком парашют и закрывают головным обтекателем. В сопло МРД закрепляют воспламенитель, устанавливают модель на пусковое устройство и подсоединяют провода от пульта управления. Если приборы контроля показывают, что цепь исправна, можно давать команду «Пуск».

**Модель ракеты «Пионер»** (рис. 59) снаряжается двигателем МРД 10-8-4. Технология ее изготовления немного отличается от предыдущей. Корпус клеят из плотной бумаги в два слоя на оправке диаметром

55 мм. Четыре стабилизатора вырезают из пластины пенопласта ПС-4-40 толщиной 5 мм, профилируют и оклеивают писчей бумагой. После высыхания их обрабатывают шлифовальной шкуркой и клеем ПВА крепят встык к корпусу. Направляющие кольца склеивают из четырех слоев бумаги.

Головной обтекатель вырезают из куска пенопласта и резинкой-амортизатором соединяют с корпусом. Из пенопласта делают и обойму под двигатель, вклеиваемую в донную часть модели.

Парашют диаметром 800 мм из микалентной бумаги имеет 16 строп, длина каждой из них составляет 750 мм.

Стартовая масса модели не превышает 100 г.

**Модель ракеты «Родник»** (рис. 60) разработана в пионерском лагере с таким же названием для сброса вымпелов и листовок на праздниках.

Корпус склеивают на оправке диаметром 70 мм из трех слоев бумаги. В донной части закрепляют обойму из пенопласта под двигатель МРД 20-10-4. Если же предполагается применение других МРД, то лучше вклеить стакан для сменных моторных отсеков, в которые устанавливают один или несколько (можно до четырех МРД 2,5-3-6) двигателей.

Стабилизаторы выпиливают из пенопласта толщиной 8 мм, обрабатывают по краям (профилируют) и оклеивают бумагой. Затем зачищают шлифовальной шкуркой и крепят к корпусу.

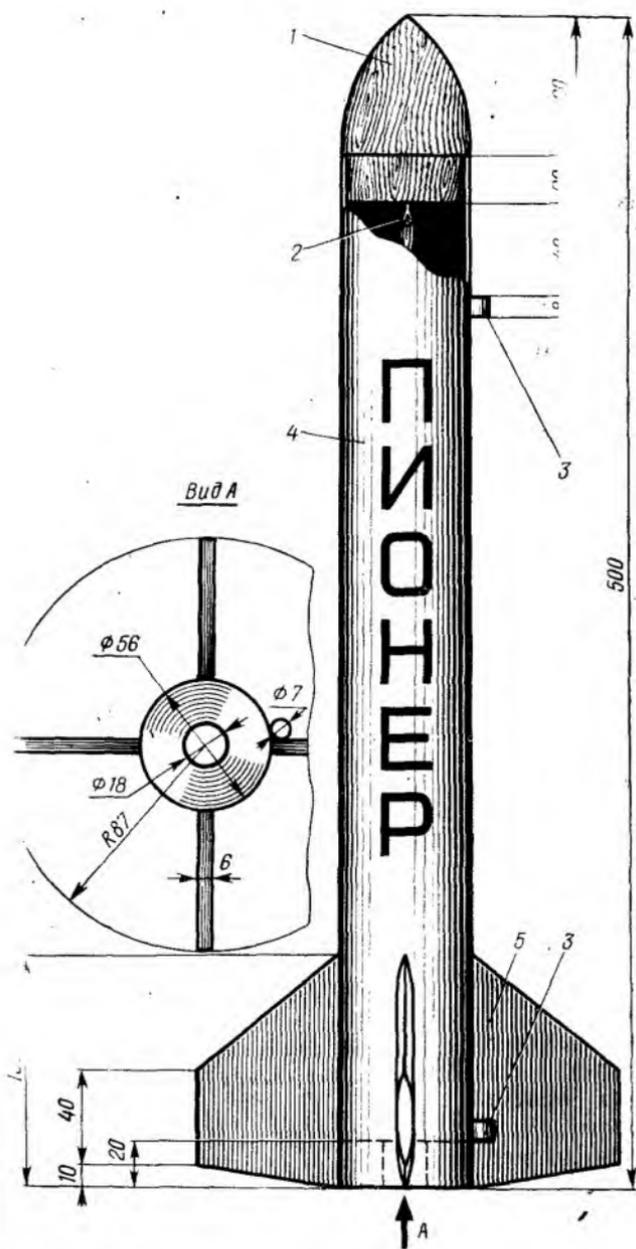


Рис. 59. Модель ракеты «Пионер»:

1 — головной обтекатель; 2 — сопло; 3 — направляющие кольца; 4 — корпус; 5 — стабилизатор

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

Купол парашюта диаметром 800—900 мм изготавливают из микалентной бумаги или тонкого шелка, стропы — из капроновой нитки.

Окрашивают модель в яркие цвета, надпись «Родник» наносят по трафарету.

Полетная масса модели без полезного груза составляет 180—190 г.

Полезный груз — листовки и выпелы. Листовки — листы тонкой бумаги размером 150×150 мм с каким-либо текстом. Можно нарезать небольшие листочки из цветной креповой бумаги. Выпелы — полосы из такой же бумаги размером 1000×200 мм. Один конец выпелов желателенно загрузить — прилепить кусочек пластилина.

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

**Игры и соревнования.** Одно из доступных и простых — соревнование **на время полета моделей с парашютом.** Если позволяют условия, можно проводить несколько запусков-туров, если нет — ограничиться одним. Продолжительность фиксируемого полета — время с момента взлета модели до момента посадки или до того момента, когда она скроется

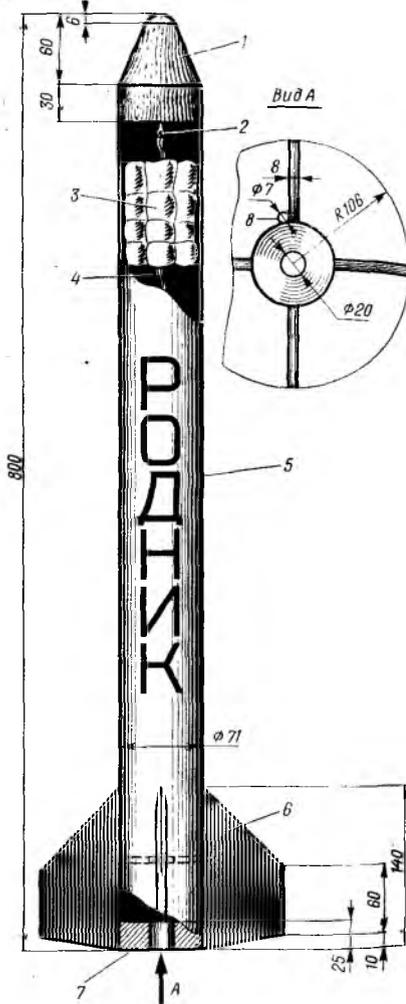


Рис. 60. Модель ракеты «Родник»:

1 — головной обтекатель; 2 — нить; 3 — полезный груз; 4 — стропы парашюта; 5 — корпус; 6 — стабилизатор; 7 — обойма; 8 — направляющее кольцо

из поля зрения. Участник, модель которого покажет наибольшее время полета, признается победителем. А если соревнование проводят в два-три тура, то по наибольшей сумме очков (1 с = 1 очко).

Проводят и соревнования на продолжительность полета моделей с лентой. Требования к ленте таковы — соотношение ее размеров (длины и ширины) должно быть не менее 10:1, ма-

териал — любой, но однородный.

В зависимости от суммарного импульса модели ракет подразделяются на классы. Это надо учитывать при организации соревнований.

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ КРУЖКА

**Организация кружка.** Кружок — одна из форм работы по техническому творчеству. Он объединяет школьников, интересующихся определенной областью техники. Цель занятий любого технического кружка — приобщение ребят к труду, развитие их творческих способностей, формирование умений и навыков.

Авиамodelьный кружок объединяет ребят, увлеченных авиацией. Для многих из них авиамodelизм, это увлекательное и серьезное занятие, становится первой ступенью в мир авиационной техники.

Авиамodelизм, то есть конструирование и постройка моделей летательных аппаратов в технических или спортивных целях, в нашей стране — это и один из военно-технических видов спорта, и направление научно-технического творчества. Вся работу по авиационному моделизму ведут внешкольные учреждения — станции и клубы юных техников, дома и дворцы пионеров, школы и спор-

тивные клубы ДОСААФ, пионерские лагеря.

В СССР более 100 тысяч пионерских лагерей, в которых ежегодно отдыхает около 20 миллионов ребят. Почти в каждом пионерлагере работают технические кружки, и один из самых популярных — авиамodelьный.

Работа авиакружков в пионерском лагере имеет свои особенности. Прежде всего — ее продолжительность. Ведь в течение одной смены (а это 20—22 дня) руководителю предстоит организовать интересные занятия с разновозрастной аудиторией школьников. Само собой разумеется, что формы работы лагерного авиакружка отличны от аналогичных кружков внешкольных учреждений. Ведь нужно разумно сочетать занятия с отдыхом ребят.

Как показывает опыт и распорядок дня пионерлагеря, лучшее время для занятий кружка — с 17 до 19 ч после полдника. На случай плохой погоды кружок работает и после завтрака — с 10 до 12 ч.

Основная форма работы кружка — практические занятия, во время которых занимаются постройкой и запуском летающих авиамodelей. Хочется посоветовать руководителям строить несложные модели — бумажные, воздушные змеи и шары, практикуя при этом коллективную работу — звеньями и бригадами. Все это не исключает и изготовление кордовых моделей. Ведь их запуски, а особенно воздушный бой, — одни из самых зрелищных и увлекательных.

Обеспечение кружка необходимым инструментом и материалами следует сделать до приезда ребят, в подготовительный период. Об этом должен позаботиться его руководитель и старший пионервожатый или начальник лагеря. Заранее можно подготовить и помещение для кружковой работы.

Представим себе, что все готово для занятий — оборудовано помещение, подготовлен инструмент и материалы. Возникает вопрос — с чего начать?

Вскоре после заезда ребят в лагерь проходит представление (сбор) вожатых, педагогов и всего персонала. И если здесь же руководитель покажет, а еще лучше запустит несколько авиамodelей (например, «Малютку»), от желающих заниматься в кружке отбоя не будет. Некоторые опытные руководители организуют показательные запуски летающих моделей после первого сбора. Разумеется, для этого их надо подготовить заранее, привезти с собой.

Здесь же, на сборе, объявляют, где находится помещение кружка и когда можно в него записаться.

Если такой сбор-знакомство в пионерском лагере не проходит, руководитель кружка сам обходит отряды и приглашает записаться в кружок. В некоторых лагерях практикуются экскурсии отрядов по кружковым комнатам.

Желающих заниматься собирают, составляют списки с указанием возраста и с учетом их знакомства с авиамodelизмом. В зависимости от числа записавшихся, их умения и навыков, возраста пионеров возникает необходимость поделить кружок на несколько групп: одну составляют ребята младших отрядов, не занимавшиеся авиамodelизмом, в другую входят пионеры средних отрядов, имеющие некоторые навыки постройки моделей самолетов, в третью объединяют ребят со стажем занятий авиамodelизмом 2—3 года. Этим кружковцев можно привлекать для работы в качестве помощников — инструкторов.

**Планирование занятий.** Единой программы для авиакружка пионерского лагеря не существует. Да в этом и нет необходимости. Ведь объекты практической работы, ее последовательность определяются конкретными условиями — обеспечением материалами и инструментом, квалификацией руководителя и даже той местностью, где расположен пионерлагерь. Если кругом лес и нет возможности запускать свободнole-

тающие модели, то следует подумать, надо ли их строить.

План работы кружка составляют с учетом общелагерных мероприятий — фестивалей, праздников и т. д. При этом для каждой группы надо иметь свой план занятий с учетом времени, необходимого для постройки различных авиамodelей, предложенных в данной книге.

При планировании работы кружка следует исходить из того, что за смену на кружковые занятия отводится 36—40 ч. Для авиамodelистов старшей группы этого недостаточно. Ведь изготовление кордовых, пусть даже несложных, моделей требует намного больше времени. Поэтому надо широко использовать совместную работу двух-трех и более ребят. Возможны и дополнительные занятия.

Как было сказано ранее, основная форма работы кружка — практические занятия. Сообщения же теоретических сведений лучше всего делать в виде бесед по темам, относящимся к профилю кружка. Они способствуют развитию интереса ребят к авиации и космонавтике. Беседы желательно сопровождать показом фотографий или слайдов, иллюстраций из книг и журналов. Проведение бесед, их тематика — один из пунктов плана работы кружка.

При составлении плана кружка младших школьников, то есть начинающих modelистов, можно рекомендовать фронтальный метод. Это позволит привлечь к занятиям большее число ребят, сравни-

вать летные качества их моделей при проведении соревнований в конце смены. Для работы этой группе можно рекомендовать такие темы, как «Воздушные змеи», «Воздушные шары», «Бумажные летающие модели».

Для практических занятий второй группы в плане следует предусмотреть работу по вышеназванным темам, но с усложнением объектов и добавить «Модели ракет», «Схематические модели планеров и самолетов», «Модели вертолетов».

В плане работы старшей (третьей) группы — «Кордовые пилотажные модели» и «Модели воздушного боя».

В план работы кружка всех групп необходимо включать проведение различных игр и соревнований, организацию итоговой выставки работ, демонстрационные запуски авиамodelей. Это послужит лучшей пропагандой авиамodelизма среди школьников.

**Методика проведения занятий.** В пионерском лагере из-за непродолжительной работы кружка важное значение приобретает организация и содержание каждого занятия. Вопросы методики проведения занятий, их организационная четкость во многом определяются опытом руководителя.

Большую часть руководителей кружков в пионерских лагерях составляют энтузиасты технического творчества, слабым местом которых является недостаточное знание методики педагогического труда. Надеемся, что советы, при-

веденные в этой главе, помогут интересно организовать работу авиакружка. И это в небольшой степени зависит уже от первого, вводного занятия.

На вводном занятии руководитель рассказывает ребятам о целях и задачах кружка, знакомит с порядком в кружковой комнате (размещение материалов и инструмента), объясняет основные правила поведения и техники безопасности. После этого руководителю желательно рассказать о себе, выяснить пожелания кружковцев и их уровень знакомства с авиамоделизмом.

Затем руководитель уточняет состав каждой группы, сообщает расписание занятий по группам.

Хорошей концовкой вводного занятия может быть запуск авиамоделей, подготовленных заранее.

Дальнейшая работа проходит в группах по расписанию в точно назначенное время. Руководителю надо сразу исключить возможность задержки занятий, ведь ребята остро реагируют на всякие отступления от правил и могут критически оценить поведение взрослых. Всякие опоздания руководителя не способствуют повышению его авторитета и ведут к падению интереса школьников к выбранному виду творчества.

Схема занятий может быть выбрана такой. Ребята занимают места в мастерской, руководитель по журналу проверяет присутствующих и назначает дежурного. Затем

объясняет цель занятия, приемы выполнения, вместе с помощниками раздает материал для практической работы, после чего кружковцы приступают к ее выполнению.

В ходе занятия руководитель наблюдает за работой кружковцев, если нужно — показывает приемы обращения с инструментом, помогает разобраться в чертеже, корректирует позы при обработке деталей. Иногда случаются и ошибки при выполнении каких-либо элементов. В этом случае следует остановить работу, разобрать эту ошибку и еще раз показать правильный прием.

С первого занятия надо приучать ребят к точному изготовлению даже самых простых деталей. Очень хорошо показать им на примере взаимосвязь частей и деталей модели при ее сборке и к чему ведет нарушение их формы и размеров.

В целях экономии времени на занятиях кружка (особенно начинающих) руководитель может применять шаблоны деталей и наборы полуфабрикатов — планера «Малыш», модели планера с импульсным стартом и др. Для ребят второй и третьей группы есть неплохие наборы схематических и кордовых моделей самолетов. Следует признать, что работа по шаблонам мало способствует развитию сообразительности и конструкторских навыков, но в условиях пионерского лагеря на это приходится идти.

За 10—15 мин до окончания занятия руководитель про-

сит кружковцев остановить работу, сдать свои поделки и убрать инструмент с рабочих мест. При приемке моделей он тут же дает оценку качества их выполнения.

После ухода всех кружковцев дежурный делает уборку помещения — сметает мусор со столов щеткой-сметкой и подметает пол.

Руководителю остается проверить инструмент и чистоту в мастерской.

Когда после проведения нескольких занятий у части ребят модели будут закончены, им захочется тут же отправить их в полет. Этому препятствовать не следует. Чтобы как можно скорее их запустить, можно прервать занятие в помещении и выйти на открытый воздух. Руководитель вначале сам пробует модели в полете, а убедившись в их достаточно хороших летных качествах, доверяет запуск самим конструкторам. При проведении пробных запусков руководитель учит ребят приемам правильной регулировки моделей, проводит с ними обсуждение результатов летных испытаний.

Когда работу над моделями по какой-либо теме закончат все члены кружка, необходимо провести соревнование между ними. Среди ребячьих поделок могут быть и бумажные модели, и воздушные змеи, и модели вертолетов. И конечно, на соревнования надо пригласить кружковцев других групп, причем старшим можно предложить обслуживать эти соревнования в качестве судей.

В целях пропаганды авиамоделизма среди пионеров объявление результатов соревнований, вручение грамот и призов лучше проводить на общелагерной линейке.

**Подведение итогов.** Итогом работы авиакружка за одну смену обычно является выставка технического творчества или праздник малой авиации. Если в пионерском лагере несколько технических кружков, то устраивают общелагерную выставку.

Праздник малой авиации — своеобразный отчет авиамodelистов пионерского лагеря. В программу его проведения включают запуски зрелищно интересных моделей. Вот как проходит такой праздник в пионерском лагере «Родник», где долгие годы работал автор.

По плану общелагерных мероприятий праздник малой авиации проводится в конце смены. Время и место объявляются заранее — футбольное поле, на трибунах которого располагаются зрители. Сигналом начала праздника служит запуск теплового воздушного шара. Через минуту после взлета у него открывается контейнер и из него на землю падают разноцветные листовки.

В это время в центре устраиваются авиамodelисты младшей группы. Они соревнуются с моделями планеров на дальность полета.

Как только закончились эти соревнования, в воздух поднимаются воздушные змеи, а на поле выходят кружковцы с метательными планерами и один

за другим запускают свои модели.

По окончании запусков змеев и моделей планеров на поле разбивается стартовая площадка для моделей ракет. Вначале стартуют несколько больших ракет с листовками на борту. Потом проходят соревнования по одноступенчатым моделям на время полета. Чтобы они не улетали слишком далеко, ввели ограничения размера купола парашюта — диаметр не более 500 мм.

Финал праздника — запуски кордовых моделей. Первой в воздух поднимается пилотажная тренировочная модель. Ее пилотируют поочередно несколько кружковцев старшей группы. Затем — воздушный бой. Его ведут тоже старшие ребята — пионеры-инструкторы. В заключение — бой, в котором участвуют один из лучших кружковцев — опытный пилотажник и руководитель кружка. И неважно, кто будет победителем — ученик или учитель, зрители тепло приветствуют обоих «бойцов».

Чтобы праздник получился динамичным и интересным для всех, его продолжительность должна быть не более 1 ч.

В конце смены на торжественной линейке по случаю закрытия лагеря наиболее активных членов кружка следует отметить грамотами и памятными подарками, а тем, кто выполнил разрядные нормативы, вручить классификационные спортивные книжки.

Обычно модели, построен-

ные в кружке, ребята хотя бы взять домой. В этом случае надо пойти им навстречу. Ведь для многих из них авиамодель — первая самостоятельная работа по техническому творчеству — предмет гордости, и им хочется показать ее родителям и друзьям. И нет смысла оставлять в кружке незавершенные работы. Их тоже надо отдать кружковцам и подсказать, как доделывать модели дома или в школе, посоветовать обратиться в кружок дома пионеров или станции юных техников.

**Помещение для занятий.** Для работы авиамодельного кружка пионерского лагеря необходимо светлое помещение — мастерская площадью 40—45 м<sup>2</sup> для размещения 15—20 рабочих мест. Единой схемы организации мастерской не существует, все определяется возможностями пионерлагеря. А они не такие уж и большие. Поэтому на практике площадь мастерской обычно не превышает 30 м<sup>2</sup>. Это, конечно, несколько затрудняет работу кружка.

В помещении, где работает авиамодельный кружок, необходима следующая мебель: письменные или школьные лабораторные столы с крышкой размером 1200 × 600 мм, книжные шкафы, полки, стулья или табуретки и две-три тумбочки.

Шкафы служат для хранения инструмента, материалов и работ кружковцев. На тумбочках размещают станок «Умелые руки», электроплитку и оборудуют место для пайки.

Лучше, если столярный верстак будет фабричного изготовления. Но если такого нет, годится и обычный стол, только на нем надо укрепить крышку, сбитую из трех-четырех обструганных досок.

Самостоятельно можно изготовить и слесарный верстак. Его крышку следует обить линолеумом и укрепить тиски, защитную сетку или щит, на котором разместить слесарный инструмент-молоток, ножовку по металлу, ножницы.

Навесные полки нужны для хранения неоконченных работ кружковцев группы начинающих, а также литературы.

Размещение мебели в мастерской может быть различным. Один из вариантов — рабочие столы расположены по центру, в два ряда вплотную. Кружковцы сидят лицом друг к другу, но боком к руководителю. При размещении рабочих мест желательно использовать естественное освещение.

При оборудовании помещения для занятий кружка нельзя упускать из поля зрения и его оформление. Лучшими наглядными пособиями, безусловно, являются авиационные модели, которые предлагаются ребятам для изготовления. Их желательно подвесить к потолку на проволоке. Вдоль стен укрепить плакаты авиационной тематики, чертежи и стенды. Большую помощь в оформлении помещения кружка окажет серия плакатов «Авиамоделирование» (К., «Радянська школа», 1982 г.).

## Инструмент и материалы.

Говорить об оснащении кружка пионерского лагеря станочным оборудованием, видимо, не имеет смысла. Это под силу лишь крупным лагерям и требует специального помещения. Как показывает практика, станок «Умелые руки» вполне доступен любому кружку и обладает широкими возможностями в работе.

Для нормальной работы авиакружка необходим инструмент общего и индивидуального пользования.

Основной инструмент авиамоделиста — нож. Это может быть медицинский скальпель и самодельный нож, материалом для которого с успехом послужит сломанное ножовочное полотно или плоский напильник. Длина режущей части ножа 50—60 мм. Ручка нужна обязательно.

Кроме ножа к инструментам индивидуального пользования относятся напильник, лобзик и ножницы.

Перечень необходимого инструмента для авиакружка дан в табл. 1.

Кроме ножа самим можно изготовить и некоторый другой инструмент. Прежде всего это самодельные напильники, которые называют еще шкурками. Делают их так. На деревянный брусок размером примерно 160×50×20 мм приклеивают или крепят кнопками наждачную бумагу. Во многих случаях шкурочки очень удобны для обработки и подгонки деталей. Незаменимы они при работе с пенопластом.

Пригодятся и самодельные стамески. Их можно изгото-

товить из пишущих или чертежных перьев или из отработанных надфилей.

Инструмент требует бережного обращения и надежного хранения. Если позволяют условия, то инструмент индивидуального пользования лучше держать в ящике рабочего стола. Выше было сказано, что инструмент хранят в шкафу. Для этого следует оборудовать его полки — выпилить гнезда или укрепить ячейки-держатели на стенках и дверцах.

Сверла и резьбонарезной инструмент (метчики и плашки) хранят в деревянных самодельных колодках.

При постройке авиационных летающих моделей необходим разнообразный материал. Но самый распространенный — бумага, фанера, рейки и клей.

Бумагу применяют почти для всех работ: папиросную и микалентную (длинноволокнистую) — для оклейки змеев, схематических и фюзеляжных моделей, для изготовления парашютов и воздушных шаров; чертежную и плакатную — для постройки бумажных моделей, корпусов ракет.

Фанера — это склеенные перпендикулярно листы шпона из березы, ольхи или сосны. Для летающих моделей лучше использовать авиационную фанеру.

Рейки необходимы для изготовления многих частей моделей змеев, планеров и самолетов. Они могут быть сосно-

вые, липовые и из других пород древесины.

Пенопласт широко используется при постройке летающих моделей, самый ходовой — марки ПС-4-40 и упаковочный.

Кроме перечисленных материалов для работы кружка необходимы также резина в виде нитей сечением  $1 \times 1$  мм и  $2 \times 1$  мм, нитки, различные лаки (например, НЦ-551 — эмалит) и нитрокраски; листовый металл (жесть, алюминий); стальная проволока диаметром 0,5—3 мм; столярный казеиновый, эпоксидный клей и ПВА и т. п.

Большую помощь руководителю кружка пионерского лагеря окажут наборы деталей и заготовок, авиамодельные посылки, выпускаемые предприятиями ДОСААФ. Их можно приобрести в магазинах культтоваров, «Умелые руки» или выписать с центральной базы Посылторга. В настоящее время их выбор достаточно широк. Это «Схематическая модель планера», «Схематическая модель самолета», «Модель планера «Малыш», «Модель планера с импульсным стартом», «Модель планера А-1», «Кордовая планетажная модель самолета», «Кордовая модель воздушно-го боя», «Материалы для постройки летающих моделей» (набор № 15 а) и др.

Для успешных запусков кордовых моделей самолетов необходимы пять-шесть микродвигателей, прежде всего Мк-17, МАРЗ и КМД.

## Инструмент для авиакружка

Наименование	Единица измерения	Количество
1	2	3
Ножовка по дереву	шт.	1
Рубанок малый	»	5—7
Нож или скальпель	»	15
Лобзик с пилками	»	10—15
Ножницы	»	15
Напильники разных сечений	»	20—25
Рашпили	»	34
Молоток слесарный	»	1
Стамески разные	»	2—3
Ножовка по металлу с полотнами	»	1
Надфили	набор	1—2
Тиски настольные	шт.	8—10
Дрель ручная	»	1
Плоскогубцы	»	2
Круглогубцы	»	1
Кусачки	»	1
Отвертка	»	2
Струбцина	»	3—5
Ножницы по металлу	»	1
Линейки разные	»	15
Штангенциркуль	»	1
Угольники	»	2—3
Сверла разные	»	25—30
Набор для нарезания резьбы	»	2
Шлифовальная шкурка	м <sup>2</sup>	5
Шлицовка	шт.	1
Бруски для заточки инструмента	»	1—3
Готовальня	»	1
Карандаши чертежные	»	20—25
Кисточки разные	»	10—12
Станок «Умелые руки»	»	1
Электроточило	»	1
Паяльник 90 Вт	»	1
Электроплитка	»	1
Пульверизатор	»	1

## СОВЕТЫ АВИАМОДЕЛИСТУ

**Пенопласт в авиамоделлизме.** В конструкции многих моделей, предлагаемых в этой книге, применяют пенопласт. Поэтому логичным будет предложить некоторые практические советы по работе с ним.

Пенопласт — вспененный полистирол или полихлорвинил, обладает низкой плотностью и большими возможностями. Для изготовления авиамоделей применяют в основном пенопласт марки ПС (полистирольный), ПХВ (полихлорвиниловый) и упаковочный. Последний — очень хрупкий и использовать его без оклейки вряд ли стоит.

Как и у любого материала, у пенопласта есть свои тайны, познав которые можно значительно расширить область его применения.

Прежде всего необходимо научиться составлять из пенопластовых брусков блоки любого размера. Для этого подбирают пенопластовые бруски, подгоняют друг к другу, из них «на сухую» составляют блок и склеивают (рис. 61, а).

Чтобы ввести блок в требую-

щиеся габариты, проще всего воспользоваться рубанком. Только следует иметь в виду, что пенопласт очень чувствителен к остроте заточки инструмента. От рубанка с тупой железкой поверхность получится с раковинами и задирами. Лучше всего обрабатывать пенопласт специальным рубанком. Прорезь под железку у него составляет с осью рубанка угол порядка  $45^\circ$  (рис. 61, б).

Устройство для того, чтобы из пенопластового блока вырезать задуманную деталь или распылить на пластины, лучше сконструировать самому — потребуются всего лишь метровый отрезок проволоки ОВС диаметром 0,5 мм и две круглые палки (рис. 61, в).

Резать пенопласт удобнее вдвоем. Сначала на обеих сторонах пенопластового блока прочерчивают линии — следы поверхности распила — и начинают пилить (рис. 61, г). После первых двух-трех движений «пила» нагревается и начинает проплавливать материал. Остается только следить за тем, чтобы проволока

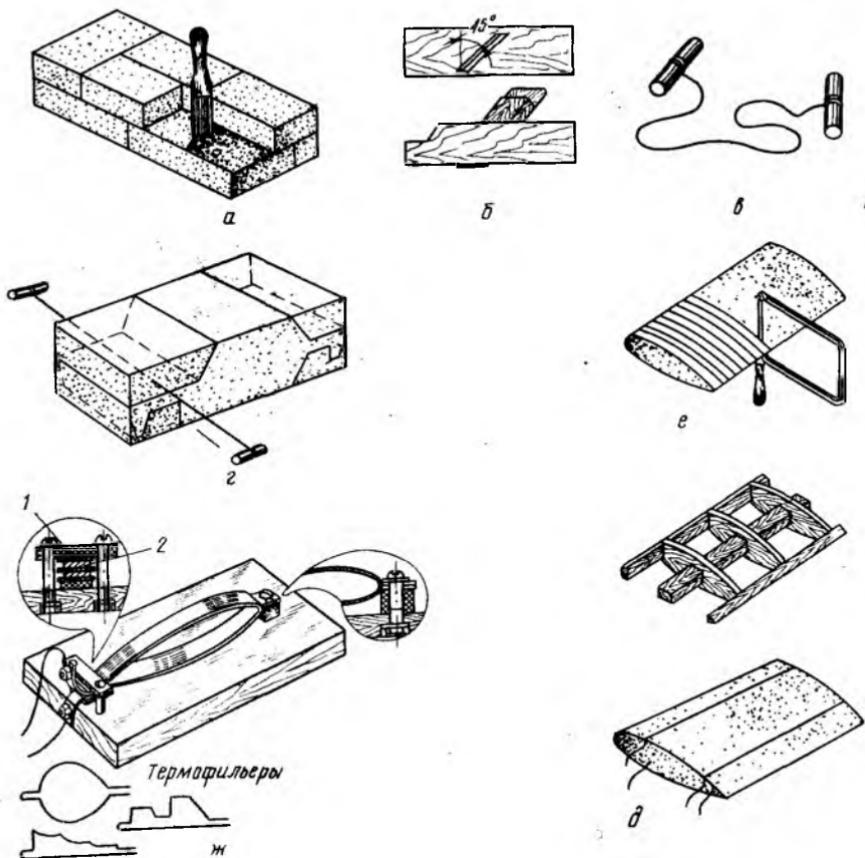


Рис. 61. Детали из пенопласта:

а — склейка блока; б — рубанок для обработки пенопласта; в — «пила» для пенопласта; г — резка блока; ж — терморезак; е — шлифовка нервюры; д — вклейка лонжеронов из ниток; 1 — слюда; 2 — нихромовая лента

шла точно по намеченным линиям. Поверхность распила имеет вполне удовлетворительную чистоту.

Для резки можно воспользоваться и нихромовой проволокой, накаляемой электрическим током. Резка материала раскаленным инструментом позволяет легко получать такие детали, выполнение которых было бы весьма трудоемким. Например, изготовление

нервюры или даже цельнопенопластовых крыльев моделей самолетов и планеров. Чтобы их сделать традиционными способами, надо затратить немало времени и сил, и нет никакой гарантии, что нервюры или консоли получатся абсолютно идентичными. А если воспользоваться приспособлением, изображенным на рисунке, то можно быстро изготовить несколько комплектов таких деталей.

Преимущество состоит и в том, что после обработки горячим способом на поверхности пенопласта образуется оплавленная корочка, придающая деталям жесткость и гладкую поверхность, почти не требующую дополнительной механической обработки. Жесткость консоли значительно улучшится, если клеить эпоксидной смолой в поверхность крыла одну или несколько стеклонитей (рис. 61, д).

Пластины пенопласта, то есть шпон, можно нарезать и на обычной циркулярной пиле. Но делать его тоньше 3—4 мм не следует.

Используя терморезак, можно получить шпон практически любой толщины. В практике авиамоделлистов применяется множество вариантов резака (рис. 61, ж), но принцип один и тот же. Нихромовую нить подвешивают вертикально (рис. 62, а) или натягивают горизонтально к поверхности стола (рис. 62, б). Регулируя в первом случае расстояние от нити до подвижного направляющего уголка, а во втором — высоту и угол нити относительно поверхности стола, можно получить заготовки любых форм и размеров. Расширение нити при нагреве выбирается при помощи груза.

Изменяя расстояние между подвижными контактами-зажимами (типа «крокодил»), регулируют накал нити.

При работе с небольшими заготовками из пенопласта нет нужды изготовлять специальную рамку для закрепления нихромовой нити. Для этого

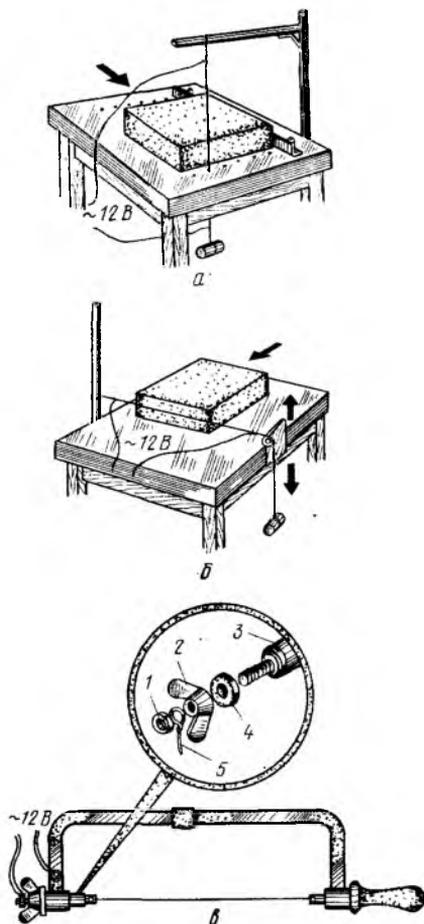


Рис. 62. Терморезак для пенопласта:

а — для вертикальной резки; б — для горизонтальной резки; в — терморезак из ножовки; 1 — гайка; 2 — барашек; 3 — бумага; 4 — текстолитовая шайба; 5 — провод

используют обычный лобзик или ножовку, заменив пилочку или полотно нихромовой нитью (рис. 62, в). При этом тщательно изолируют токоподводящие контакты. Подвижную часть ножовки, регулирующую натяжение нити, изолируют от корпуса асбестом или бумажной прокладкой, а

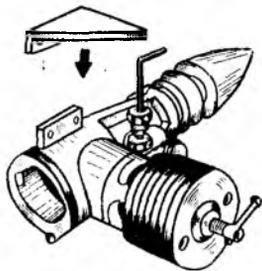


Рис. 63. Защита для жиклера

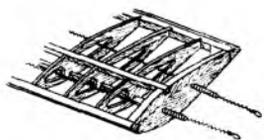


Рис. 64. Вывод корд из крыла

натяжной барашек — текстоловой шайбой.

**Защита для жиклера** (рис. 63). Устанавливая микродвигатели с передним распределением на модели воздушного боя или учебные, всегда идут на определенный риск. Дело в том, что при неудачных посадках у моторов, как правило, ломается игла жиклера или, что еще хуже, повреждается сам жиклер.

Выход из этого положения весьма прост: достаточно выпилить из дюралюминиевого профиля уголок размером  $25 \times 25$  мм — элементарный предохранитель, и установить его под одну из лапок двигателя. Деталька нехитрая, и сделать ее совсем нетрудно, но она существенно продлит жизнь мотору.

Все отверстия в уголке просверливают по месту: сначала по отверстиям на лап-

ках двигателя — под крепежные винты, а затем, закрепив двигатель с вывернутым жиклером и предохранителем на мотораме, — под регулировочную иглу. Остается поставить детали карбюратора на место, и модель можно отправлять в полет. Даже при самых серьезных авариях жиклеру теперь ничто не угрожает.

**Оплетка для троса** (рис. 64). Много хлопот доставляет неопытным моделистам-кордовикам проблема вывода тросов управления из крыла. Случайный их перегиб — и заедание в системе управления почти всегда грозит аварией для летательного аппарата.

Один из самых простых и эффективных способов, позволяющих избежать подобных неприятностей, — использование спиральных пружин, вклеенных в законцовку крыла и выступающих из нее на 12—20 мм. Они обеспечивают легкий ход тросов управления и предохраняют их от перегибов.

Годятся для этого пружины, входящие в комплект сальников. Для некоторых моделей используют части гибкого тросика от фотоаппарата. Можно такие пружины навиты из стальной проволоки или струны диаметром 0,3—0,5 мм, воспользовавшись сверлом или спицей диаметром 1 мм.

**Шарнирное соединение из ниток** (рис. 65). Надежность системы управления кордовой авиамодели — один из важнейших факторов успешного полета. Немаловажное значение имеет и то, как подве-

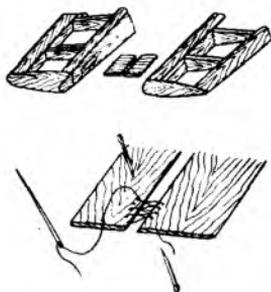
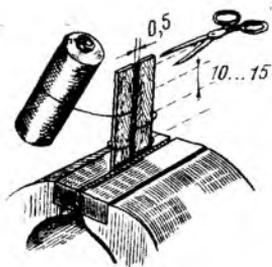


Рис. 65. Шарнирное соединение из ниток

шены рули высоты и закрылки. Отсутствие люфтов, легкость хода, живучесть — вот основные требования к этим элементам.

На спортивных и учебных моделях отлично зарекомендовали себя шарниры, изготовленные из обычных капроновых нитей диаметром около 0,15 мм.

Из фанеры вырезают две пластинки размером  $10 \times 80$  мм и напильником закругляют кромки. Зажимают их в тиски (зазор между торцами пластинок составляет 0,5 мм) и наматывают капроновую нить. Укладывают ее восьмеркой, виток к витку, слегка натягивая. После заполнения всей длины заготовку покрывают жидким эмалитом. Не надо бояться, что это намертво склеит шарнир, — капроновые нити тем и хороши, что сохраняют эластичность после покрытия эмалитом и красками. Остается дождаться высыхания лака и подвеска готова. Отрезают куски длиной по 10—15 мм и вклеивают в предварительно подготовленные пазы в рулях и стабилизаторе.

Такие узлы, в отличие от металлических петель, могут работать с небольшими перекосами, они не разбиваются и, как правило, «переживают» саму модель. На учебных самолетах, где оперение сделано из деревянных пластин, проще пришить рули прямо к стабилизатору, пропуская нить в предварительно просверленные отверстия. Ее концы закрепляют заостренными спичками, смазанными эмалитом, выступающие концы которых после высыхания лака срезают.

**Спарка-тренажер.** Как известно, свой самый первый полет курсант выполняет не один, а вдвоем с инструкторо-



Рис. 66. Спарка для кордовика:

1 — ручка инструктора; 2 — ручка пилота

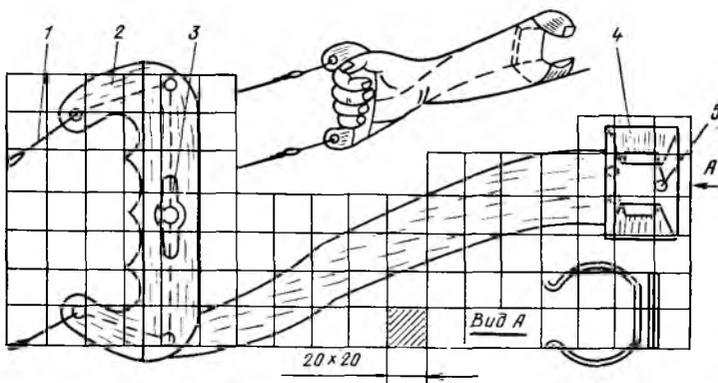


Рис. 67. Ручка управления:

1 — корды; 2 — ручка; 3 — уравнивающее устройство; 4 — полухомут; 5 — винт М3 (3 шт.)

ром на самолете с двойным управлением. Сначала управляет инструктор, а обучаемый лишь слегка придерживает ручку и запоминает необходимые для полета манипуляции. И лишь на следующем этапе инициатива переходит к ученику. Однако инструктор и тут всегда начеку — в критической ситуации он всегда может вмешаться в управление.

В иных условиях находятся пилоты кордовых авиамodelей. Первый учебный полет у них заканчивается, как правило, аварией. И именно из-за этого у многих он становится и последним: чтобы еще раз поднять модель в воздух, надо делать новую, а где гарантия того, что через пол-круга и она не врежется в землю.

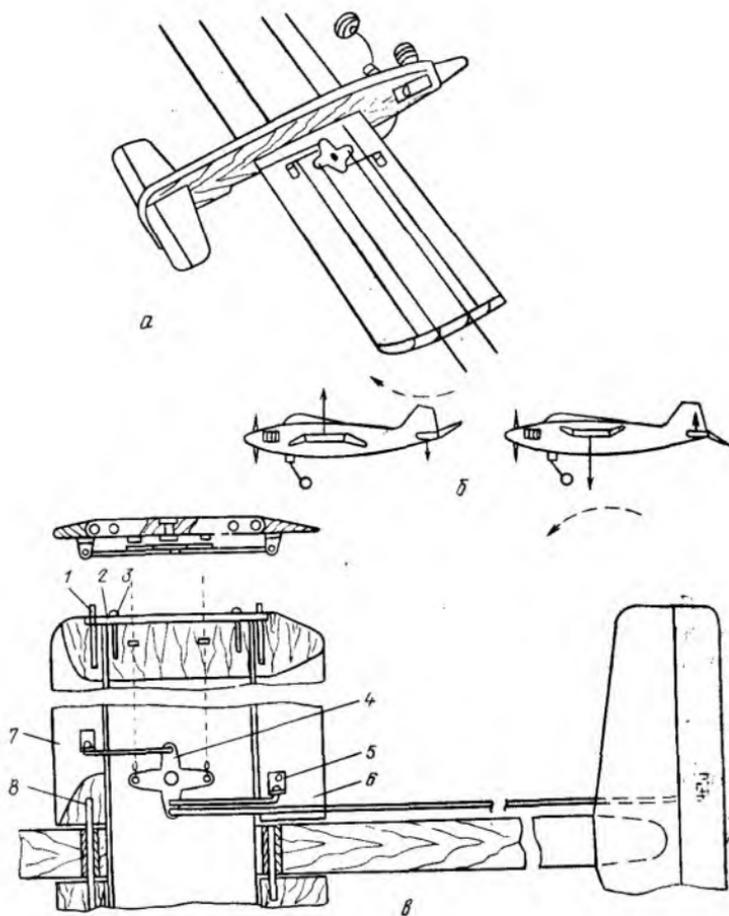
Чтобы такого не случилось, применяют для обучения спарку — сдвоенную рукоятку управления (рис. 66). В принципе это две обычные ручки, соединенные тонкими тросиками. Посредине каждо-

го вделано стальное кольцо, за которое карабинами прицепляют корды.

Принцип обучения тот же, что и в аэроклубе: сначала полет ведет инструктор, а ученик, мягко придерживая ручку, следит за действиями учителя. Запомнив основное, курсант постепенно берет управление моделью на себя, а учителю остается лишь следить за действиями подопечного.

**Ручка управления с фиксатором.** Самое сложное для авиамodelиста-кордовика — научиться управлять моделью не кистью, а всей рукой, сгибая ее лишь в локтевом или даже только в плечевом суставе. Чтобы быстрее освоить этот прием, применяют ручку управления, которая фиксируется на предплечье небольшим хомутом (рис. 67).

Для изготовления такой ручки потребуется фанера толщиной 8 мм. В соответствии с приведенной выкройкой контур ручки рисуют на листе и вырезают. После вышкуривания заготовки изготавливают



**Рис. 68.** Кордовая модель с механизированным крылом:

*а* — вид модели; *б* — принцип работы органов управления; *в* — органы управления; 1 — ось; 2 — петля-накладка; 3 — штифт крепления петли; 4 — четырехплечая качалка управления; 5 — кабанчик; 6 — закрылок; 7 — предкрылок; 8 — ось поворота

выравнивающее устройство, с помощью которого можно подогнать (выставить) ручку и по своей руке, и по конкретной модели. Для этого из фанеры толщиной 2 мм делают щечку. Положение карабинов изменяют перемещением движка, припаянного к тросику идвигающегося по пазу на ручке.

Теперь дело за хомутом, фиксирующим ручку на предплечье. Сделать его проще всего из листового дюралюминия толщиной 0,5 мм. Сгибают полукольцо и примеряют на руке — хомут должен плотно охватывать ее, но в то же время не сжимать. К самой ручке его крепят двумя-тремя винтами или заклепками.

**Механизация крыла учебной модели** (рис. 68). Три палки — две струны... Так моделисты в шутку говорят об учебных моделях. Те и в самом деле, как правило, цельнодеревянные: и крыло, и фюзеляж, и стабилизатор с килем — из липовых пластин. Конечно, такие аппараты просты. Это их достоинство. Но, к сожалению, их летные качества оставляют желать лучшего — высокая удельная нагрузка на крыло позволяет выполнять лишь горизонтальный полет.

Можно, однако, без существенного усложнения модели резко улучшить ее пилотажные качества. Это достигается полной механизацией крыла, оснащением его отклоняемыми предкрылками и закрылками. Сделать это совсем несложно.

После изготовления плоского, с закругленной передней и заостренной задней кромками крыла его разре-

зуют на три части, как показано на рис. 68. Шарниры, с помощью которых закрылок и предкрылок крепятся на консолях, изготовлены из листового дюралюминия толщиной 0,5 мм и стальных штифтов (отрезки проволоки диаметром 0,5 мм).

Для модернизированной модели понадобится четырехплечевая качалка управления. При наладке системы управления добиваются, чтобы при предельных ходах рукоятки руль высоты отклонялся на  $\pm 30^\circ$ , закрылок на  $\pm 20^\circ$ , а предкрылок — на  $\pm 15^\circ$ .

Вот, собственно, и вся модернизация. Первые полеты новой модели вызывают у спортсменов, как правило, беспокойство. Но смело выходите на кордром и вы увидите, как резко улучшилась «летучесть» модели: теперь она сможет выполнять даже некоторые фигуры пилотажа, легко отзываясь на небольшие движения ручки управления.

## КАТЕГОРИИ И КЛАССЫ ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

Основным документом, регламентирующим постройку авиационных летающих моделей, своеобразным сводом законов являются «Правила проведения соревнований по авиамодельному спорту в СССР». В основе этих Правил — положения кодекса ФАИ — технические требования к моделям и правила соревнований по ним.

В настоящее время в нашей стране распространены следующие категории авиационных моделей.

1. **Свободнолетающие** (категория по ФАИ — F1): планер, резиномоторная (с резиновым двигателем), таймерная, комнатная модель самолета.

2. **Кордовые** (F2): скоростная, гоночная, модель воздушного боя, пилотажная.

3. **Радиоуправляемые** (F3): пилотажная, модель планера.

4. **Модели-копии** (F4): кордовая, радиоуправляемая модель самолета и радиоуправляемая модель-копия планера.

5. **Категория нечемпионатных классов моделей:** планера, резиномоторная и таймерная типа «летающее крыло», полукопия вертолета; планер, резиномоторная, таймерная; схематическая модель планера и самолета; кордовая полукопия.

Соревнования проводят по следующим классам:

свободнолетающим: планер (класс по ФАИ — F1A), резиномоторная (F1B), таймерная (F1C), комнатная (F1D) в запуске на продолжительность полета в семи турах с ограни-

чением времени фиксации в туре — 3 мин; комнатные — в шести турах без ограничения фиксации в туре;

кордовым скоростным (F2A) — на достижение максимальной скорости полета на дистанции 1000 м;

кордовым пилотажным (F2B) — на качество выполнения комплекса фигур высшего пилотажа в ограниченное время;

кордовым гоночным (F2C) — на прохождение дистанции 10 000 м одновременно тремя экипажами за минимальное время;

кордовым воздушного боя (F2D) — в ведении боя двумя экипажами в ограниченное время;

радиоуправляемым пилотажным (F3A) — на качество выполнения комплекса фигур пилотажа в ограниченное время;

радиоуправляемым моделям планеров (F3B) — на продолжительность, дальность и скорость полета (многоборье);

кордовым копиям (F4B) — на качество воспроизведения внешнего вида, полета и масштабную точность прототипа;

радиоуправляемым копиям самолетов (F4C) — на качество воспроизведения внешнего вида, полета и масштабную точность прототипа;

радиоуправляемым копиям планеров (F4D) — на качество воспроизведения полета, внешнего вида и масштабную точность прототипа.

Перечисленные классы моделей принято называть чемпио-

натными — по ним проводятся чемпионаты СССР, Европы и мира.

Кроме названных выше классов, как у нас в стране, так и за рубежом проходят соревнования и по моделям нечемпионатных классов:

а) свободнолетающим:

планер, резиномоторная и таймерная типа «летающее крыло», полукопия вертолета — в запуске на продолжительность полета в пяти турах с ограничением времени фиксации в туре — 3 мин;

планер (класс А-1), резиномоторная (В-1), таймерная (С-1) — в запуске на продолжительность полета в пяти турах с ограничением времени фиксации в туре — 2 мин;

схематические модели планера и самолета, запуска на продолжительность полета в трех турах с ограничением времени фиксации в туре — 1 мин;

б) кордовым полукопиям самолетов — на количество воспроизведения полета, внешнего вида и масштабную точность прототипа.

Выступая с перечисленными выше моделями на соревнованиях, авиамоделист может выполнить норматив спортивного разряда.

Общие требования к авиационным летающим моделям такие: максимальная полетная масса с топливом — 5 кг (для некоторых моделей допустимая масса составляет: кордовые модели-копии — 7 кг, радиоуправляемые модели-копии без топлива — 6 кг, радиоуправляемые пилотажные модели без топлива — 5 кг). Мак-

симальная площадь несущей поверхности — 150 дм<sup>2</sup>; наибольшая нагрузка (за исключением кордовых моделей-копий и радиоуправляемых пилотажных моделей) — 100 г/дм<sup>2</sup>; рабочий объем двигателя (двигателей) — не свыше 10 см<sup>3</sup> для двухтактного и 20 см<sup>3</sup> для четырехтактного.

Дадим определение каждой модели.

**Модель планера** — модель летательного аппарата, не обеспеченная собственной силой тяги, у которой подъемная сила образуется аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленные поверхности. Запускают при помощи леера не длиннее 50 м.

Технические требования: площадь несущей поверхности — 32—34 дм<sup>2</sup>, минимальная масса — 410 г, максимальная удельная грузоподъемность — 50 г/дм<sup>2</sup>.

**Резиномоторная модель** — модель летательного аппарата, снабженная эластичным двигателем, у которого подъемная сила образуется аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленные поверхности.

Технические требования: площадь несущей поверхности — 17—19 дм<sup>2</sup>, минимальная масса без двигателя — 190 г, максимальная удельная грузоподъемность — 50 г/дм<sup>2</sup>, максимальная масса двигателя — 40 г.

**Таймерная модель** — модель летательного аппарата, у которой энергия, необходимая для полета, обеспечивается поршневым двигателем, а подъем-

ная сила образуется аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленные поверхности.

Технические требования: максимальный рабочий объем двигателя —  $2,5 \text{ см}^3$ , минимальная полетная масса (в граммах) численно равна 300 — кратному рабочему объему цилиндра двигателя (в  $\text{см}^3$ ), удельная грузоподъемность —  $20\text{—}50 \text{ г/дм}^2$ , время работы двигателя — не более 7 с. Применение настроенного выпуска двигателя запрещено.

**Комнатная модель** — модель летательного аппарата, снабженная резиновым двигателем, способная летать только в закрытом помещении; подъемная сила ее образуется аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закреп-

ленные поверхности. Запускают модель с рук.

Технические требования: максимальный размах крыла — 650 мм, минимальная масса модели без резинового двигателя — 1 г.

**Кордовая модель** — это модель летательного аппарата, сила тяги которого обеспечивается поршневым двигателем, а подъемная сила — действием аэродинамических сил на неподвижно закрепленные поверхности. Полетом кордовой модели называется полет, во время которого авиамodelист, находящийся на земле, управляет моделью одной (или более) нерастягиваемой нитью (или тросом). Допускается применение реактивного двигателя (кроме РДТТ) массой не более 0,5 кг.

Технические требования к кордовым моделям:

*Скоростная модель*

Максимальный рабочий объем двигателя, $\text{см}^3$	2,5
Площадь несущей поверхности, $\text{дм}^2$	Не более 5
Максимальная удельная грузоподъемность, $\text{г/дм}^2$	100

*Пилотажная модель*

Максимальная масса, кг	5
Максимальная площадь несущей поверхности, $\text{дм}^2$	150
Удельная грузоподъемность, $\text{г/дм}^2$	Не более 100
Рабочий объем двигателя, $\text{см}^3$	Не более 10

*Гоночная модель*

Максимальная масса, г	700
Максимальный рабочий объем двигателя, $\text{см}^3$	2,5
Минимальная площадь несущей поверхности, $\text{дм}^2$	12
Максимальная вместимость топливного бака, $\text{см}^3$	7

*Модель воздушного боя*

Максимальная площадь несущей поверхности, $\text{дм}^2$	150
Максимальная масса, кг	5
Удельная грузоподъемность, $\text{г/дм}^2$	Не более 100
Максимальный рабочий объем двигателя, $\text{см}^3$	2,5
Время боя, мин	4

### Кордовая модель-копия

(Воспроизведение в миниатюре летательного аппарата прототипа)

Максимальная площадь несущей поверхности, $\text{дм}^2$	150
Максимальная масса с топливом, кг:	
одномоторных	5
многомоторных	7
Удельная грузоподъемность, $\text{г/дм}^2$	Не более 150
Максимальный рабочий объем двигателя, $\text{см}^3$ :	
одномоторных	10
многомоторных	20

**Радиоуправляемая модель** — это модель летательного аппарата, подъемная сила которого возникает от действия аэродинамических сил на неподвижно закрепленные поверхности, а

выполнение фигур обеспечивается радиокомандами.

Различают следующие классы радиомоделей: пилотажные, копии самолетов, копии планеров.

Технические требования к радиоуправляемым моделям:

Максимальная площадь несущей поверхности, $\text{дм}^2$	150
Масса, кг	Не более 6
Удельная грузоподъемность, $\text{г/дм}^2$ :	
для всех, кроме пилотажных	Не более 100
для пилотажных	12—75
Максимальный рабочий объем двигателя, $\text{см}^3$	10
Длина леера, м	Не более 300

**Модель «летающее крыло»** — модель летательного аппарата, подъемная сила которого образуется аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленную поверхность — крыло; при этом не допускается наличия у модели горизонтальной поверхности дополнительно к крылу, а само крыло должно представлять одно целое с органами продольной балансировки — закрылками.

в а н и я к моделям «летающее крыло» по массе и площади такие же, как и к моделям классов F1A, F1B, F1C (обычной схемы); кроме того, не допускается щель между крылом и закрылками более 5 мм.

**Модель-полукопия вертолета** — модель летательного аппарата с мотором поршневого типа, подъемная сила которого образуется аэродинамическими силами, возникающими в процессе вращения ротора.

Технические требо-

Технические требования к моделям-полукопиям вертолетов:

Максимальный рабочий объем двигателя (двигателей), $\text{см}^3$	2,5
Количество лопастей ротора	Не менее двух
Максимальная ометаемая площадь, $\text{дм}^2$	300
Максимально допустимый коэффициент заполнения — отношение площади лопастей ротора к ометаемой площади	0,4
Максимальная площадь миделя фюзелижа, % (от ометаемой площади)	0,3
Максимальная площадь горизонтального оперения, % (от ометаемой площади)	1,5

Технические требования к моделям классов А-1, В-1 и С-1:

*Модель планера (А-1)*

Несущая поверхность, дм <sup>2</sup>	Не более 18
Минимальная масса, г	220
Максимальная удельная грузоподъемность, г/дм <sup>2</sup>	50
Длина леера, г	Не более 50

*Резиномоторная модель (В-1)*

Несущая поверхность, дм <sup>2</sup>	Не более 14
Минимальная масса без двигателя, г	100
Максимальная удельная грузоподъемность, г/дм <sup>2</sup>	50
Максимальная масса двигателя, г	25

*Таймерная модель (С-1)*

Максимальный рабочий объем двигателя, см <sup>3</sup>	1,5
Удельная грузоподъемность, г/дм <sup>2</sup>	20—50
Минимальная масса, г	300
Время работы двигателя, с	Не более 30

**Модель-полукопия** — есть воспроизведение с некоторыми отступлениями в масштабе летательного аппарата (прототипа).

В модели-полукопии должны быть сохранены масштабные размеры так же, как и в моделях-копиях за исключением

толщины фюзеляжа, киля, мотогондол, колес и других надстроек. Кабина и другие застекленные части прототипа должны быть прозрачными. Шасси могут быть упрощенными, в виде стоек из проволоки, но по схеме должны напоминать стойки прототипа.

Технические требования к кордовым моделям-полукопиям (их иногда называют контурными копиями):

Максимальная площадь, дм <sup>2</sup>	150
Максимальная полетная масса, кг	5
Удельная грузоподъемность, г/дм <sup>2</sup>	Не более 150
Максимальный рабочий объем двигателя (двигателей), см <sup>3</sup>	6

В последние годы все большее развитие получают модели электролетов (как кордовые, так и свободнолетающие). Пока нет стабильных правил проведения соревнований по этим моделям, их запуски скорее всего носят развлекательный характер. Особенно эффектен полет кордовых копий-электролетов.

В ракетомodelном спорте, также как и в авиамodelном, правила соревнований выраба-

тывает соответствующая международная федерация. Национальные федерации, принимая свой спортивный кодекс, стараются дублировать международные правила — раздел «Космические модели» кодекса ФАИ. Но каждая страна вправе внести какие-либо нововведения, уточнения, не изменяя при этом основополагающие требования, служащие безопасным запуском моделей.

Общие требования к моде-

лям ракет таковы: число работающих ступеней — не более трех, максимальный суммарный импульс двигателей — 80 Н·с, стартовая масса — не более 500 г, для моделей-копий категории S7 — не более 750 г, максимальная масса топлива в двигателях — 125 г.

С 1989 года в нашем спортивном кодексе значится десять категорий ракетных моделей:

S1 — модели ракет на высоту полета (высотные);

S2 — модели ракет на высоту полета со стандартным грузом ФАИ (грузовые);

S3 — модели ракет на продолжительность полета с парашютом;

S4 — модели планеров с ускорителями на продолжительность полета;

S5 — модели-копии на высоту полета;

S6 — модели ракет на продолжительность полета с лентой;

S7 — модели-копии на реализм полета;

S8 — модели ракетопланов (ракетных планеров) на продолжительность полета;

S9 — модели ракет с автотирующим спуском;

S10 — модели ракет на продолжительность полета с «мягким крылом» («Рогалло»).

Нетрудно заметить, что три категории (S4, S8 и S10) включают модели ракетопланов. На технических требованиях к ракетопланам каждой категории и их различиях остановимся немного позже.

Выше было сказано, что число работающих ступеней не должно превышать трех. За

ступень принимается часть конструкции модели ракеты, держащая один или более двигателей, которая отделяется от нее в полете. Ступенчатость определяется на момент движения на пусковом устройстве.

Модели ракет должны выполняться из дерева, бумаги, разрушаемого пластика и других материалов, без существенных металлических частей.

Модели ракет категорий S1, S2, S3, S5, S6, S9 и S10 должны иметь минимальный диаметр корпуса 30 мм (с допуском — 0,1 мм) на длине не менее 50 % длины корпуса. А минимальная длина корпуса (а не всей модели) миниатюрных ракет перечисленных категорий — 350 мм.

Для моделей категории S5 минимальная длина корпуса — 500 мм, минимальный диаметр — 40 мм на длине более 32 % длины корпуса.

Все модели ракет, представляемые в соревнованиях или для рекордных попыток, должны иметь опознавательные знаки, состоящие из обозначения класса, минимум двух букв (первые буквы фамилии и имени участника) и двух цифр (на усмотрение конструктора). Высота букв — не менее 10 мм. Например: «S3A» и «BK-08». К тому же на наружной поверхности моделей должна быть зона светлого цвета размером 10×30 мм для отметки судейской коллегии.

Для тех, кто собирается участвовать в официальных соревнованиях по ракетомодельному спорту, хочется акцентировать внимание на одном из пунктов Правил, регламенти-

рующих порядок работы на старте. Ограничение времени нахождения в стартовой зоне (рабочего времени) пятью минутами снижало возможности выбора пуска моделей. Но это оправдывалось вопросами техники безопасности, исключало бесконтрольные запуски ракет.

С 1989 года изменился порядок выхода участников в стартовую зону для совершения полетов и выглядит так:

перед началом тура все участники сдают блокировочные ключи пультов управления судьям стартовой зоны;

участник, решивший совершить запуск, сдает полетную книжку судьям и получает блокировочный ключ;

судьи удаляют всех из стартового сектора;

участник поднятием руки сигнализирует о своей готовности;

судья стартовой зоны сигнализирует начальнику старта о готовности своей зоны к старту;

начальник старта объявляет: «Зона № ... ключ на старт» и дает трехсекундный отсчет времени в обратном порядке, который оканчивается командой «Пуск».

Если в течение 10 с после команды «Пуск» модель не взлетела, начальник старта подает команду «Отбой». После чего участник должен сдать блокировочный ключ старшему судье зоны и получить полетную книжку. С этого момента зона считается свободной для следующего старта.

Есть ограничения по числу моделей на соревнованиях. В категориях S1, S2, S3, S4, S6,

S8, S9 и S10 каждый участник может заявить не более двух моделей. Для проведения дополнительных туров в категориях S3, S4, S6, S8, S9 и S10 можно зарегистрировать еще по одной модели.

В категориях S5 и S7 (модели-копии) регистрируется только одна модель.

**Стартовые требования.** На соревнованиях запуск моделей ракет осуществляется только со стартовой площадки, разбитой на зоны размером  $5 \times 17$  м, в зависимости от числа участников. Каждая зона разбивается на стартовый сектор —  $5 \times 12$  м и сектор судей —  $5 \times 5$  м. В стартовом секторе размещаются пусковые установки моделей и пульта управления запуском. В секторе судей располагаются судьи и происходит подготовка моделей к полету — зарядка двигателей и т. п.

Запуск моделей ракет осуществляется только со стартовых установок, имеющих электрическое дистанционное зажигание двигателей напряжением до 24 В с длиной проводящих шнуров не менее 10 м. Минимальный угол наклона направляющего устройства к горизонту —  $60^\circ$ , длина одноштыревой установки от земли должна быть более 1,6 м.

Момент запуска моделей ракет определяют сами участники соревнований в пределах времени, отведенного на тур. Минимальная продолжительность тура — 45 мин и устанавливается судейской коллегией (в зависимости от погодных условий, количества участников и т. д.). Старты моделей

ракет могут осуществляться при видимости более 500 м, а скорость ветра не должна превышать 10 м/с (36 км/ч).

Каждому участнику предоставляется право совершить три зачетных полета (тура) в любой категории моделей ракет, кроме категории S7, где число туров — всего два. Зачетным считается полет, если модель или любая ее часть после воспламенения двигателей покидает стартовую установку, теряет с ней контакт или поднимается в воздух, за исключением случаев, связанных с отказом (аварией) двигателей. Если потерпевшая аварию модель не пригодна для совершения полета, участник может зарегистрировать новую модель, а аварийную сдать в судейскую коллегию. Данное правило не распространяется на модели категорий S5 и S7, когда в случае аварии двига-

телей сохраняется стендовая оценка.

Все модели ракет условно можно разделить на три группы: модели на высоту полета (категории S1 и S2); модели на продолжительность полета (категории S3, S4, S6, S8, S9 и S10); модели-копии (S5 и S7).

В свою очередь каждая категория подразделяется на классы в зависимости от допустимого общего импульса двигателя (двигателей) и максимальной стартовой массы. На сегодня насчитывается 41 класс ракетных моделей. Но не по всем этим классам проходят соревнования. К чемпионатным классам относятся: S1A, S2A, S3A, S4B, S5C, S6A, S7 и S8E. По ним организуются соревнования у нас в стране, проходят международные старты, чемпионаты Европы и мира (табл. 2).

Таблица 2

Классификация моделей ракет

Категория соревнований	Класс модели	Суммарный стартовый импульс, Н·с	Максимальная стартовая масса, г	Число грузов	Максимальное время полета в первом туре, с
1	2	3	4	5	6
1. На высоту полета	1A	0,0—5,00	60		
	1B	5,01—10,00	120		
	1C	10,01—40,00	240		
	1D	40,01—80,00	500		
2. На высоту полета с грузом	2A	6,0—10,00	90	1	
	2B	10,01—40,00	240	2	
	2C	40,01—80,00	500	4	
3. На продолжительность полета с парашютом	3A	0,0—2,50	100		240
	3B	2,51—5,00	100		360
	3C	5,01—10,00	200		480
	3D	10,01—20,00	500		600

1	2	3	4	5	6
4. Модели планеров с ускорителями на продолжительность полета	4А	0,0—2,50	60		120
	4В	2,51—5,00	90		180
	4С	5,01—10,00	120		240
	4Д	10,01—40,00	240		300
	4Е	40,01—80,00	500		300
5. Модели-копии на высоту полета	5А	0,0—2,50	60		
	5В	2,51—5,00	90		
	5С	5,01—10,00	120		
	5Д	10,01—40,00	240		
	5Е	40,01—80,00	500		
6. На продолжительность полета с лентой	6А	0,0—2,50	100		120
	6В	2,51—5,00	100		180
	6С	5,01—10,00	200		240
	6Д	10,01—20,00	500		300
7. Модели-копии на реализм полета	7	0,0—80,00	750		
8. Модели ракетопланов (ракетных планеров) на продолжительность полета	8А	0,0—2,50	60		120
	8В	2,51—5,00	90		180
	8С	5,01—10,00	120		240
	8Д	10,01—20,00	240		300
	То же радиоуправляемые	8Е	20,01—40,00	300	
	8Г	40,01—80,00	500		300
9. Модели ракет с авторотирующим спуском	9А	0,0—2,50	60		120
	9В	2,51—5,00	90		180
	9С	5,01—10,00	120		240
	9Д	10,01—20,00	240		300
10. Модели ракет с мягким крылом («Рогалло») на продолжительность полета	10А	0,0—2,50	60		120
	10В	2,51—5,00	90		180
	10С	5,01—10,00	120		240
	10Д	10,01—40,00	240		300
	10Е	40,01—80,00	500		300

## Л и т е р а т у р а

- Гаевский О. К. Авиамоделирование. М.: ДОСААФ, 1964.
- Голубев Ю. А., Камышев Н. И. Юному авиамodelисту. М.: Просвещение, 1979.
- Дузь П. Д. История воздухоплавания и авиации в России. М.: Машиностроение, 1981.
- Ермаков А. М. Простейшие авиамodelи. М.: Просвещение, 1984.
- Костенко В. И., Столяров Ю. С. Модель и машина. М.: ДОСААФ, 1981.
- Костенко В. И., Столяров Ю. С. Мир модели. М.: ДОСААФ, 1989.
- Лети, модель! Сборник / Сост. М. С. Лебединский / Под общ. ред. Б. Л. Симакова. М.: ДОСААФ, 1970.
- Рожков В. С. Авиамodelный кружок. М.: Просвещение, 1986.
- Рожков В. С. Спортивные модели ракет. М.: ДОСААФ, 1984.
- Тарадеев Б. В. Модели-копии самолетов. М.: Патриот, 1991.
- Энциклопедический словарь юного техника / Сост. Б. В. Зубков, С. В. Чумаков. М.: Педагогика, 1980.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
ВОЗДУШНЫЕ ЗМЕИ . . . . .	5
ВОЗДУШНЫЕ ШАРЫ . . . . .	26
МОДЕЛИ ПЛАНЕРОВ . . . . .	35
МОДЕЛИ САМОЛЕТОВ С РЕЗИНОВЫМ МОТОРОМ . . . . .	58
КОРДОВЫЕ МОДЕЛИ САМОЛЕТОВ . . . . .	76
МОДЕЛИ САМОЛЕТОВ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ . . . . .	105
МОДЕЛИ ВЕРТОЛЕТОВ . . . . .	115
МОДЕЛИ РАКЕТ . . . . .	122
ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ КРУЖКА . . . . .	132
СОВЕТЫ АВИАМОДЕЛИСТУ . . . . .	141
КАТЕГОРИИ И КЛАССЫ ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ . . . . .	149