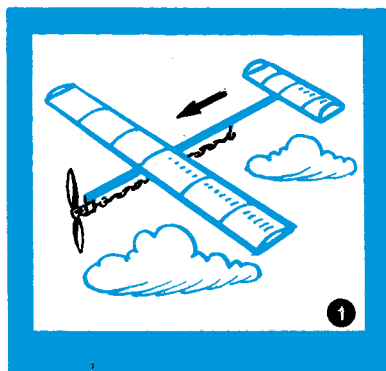


В.А. ЗАВОРОТОВ

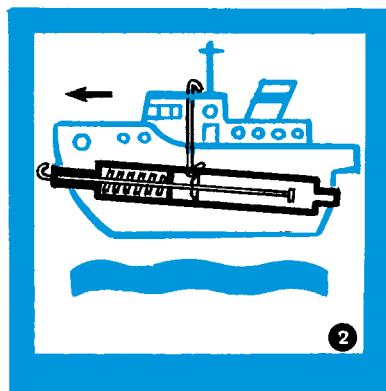
# ОТ ИДЕИ ДО МОДЕЛИ



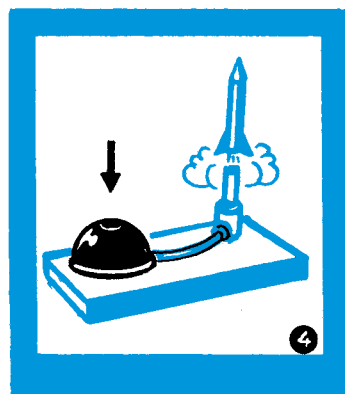
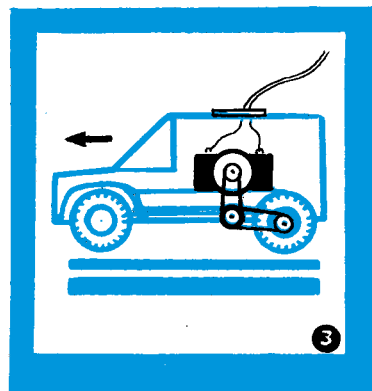
**1—РЕЗИНОМОТОР;**



**3 — ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ  
ДВИГАТЕЛЬ;**



**2— ПРУЖИННЫЙ  
ДВИГАТЕЛЬ;**



**4— ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ  
ДВИГАТЕЛЬ.**

**ДВИГАТЕЛЬ — источник  
энергии, «сердце» любой  
движущейся модели.**





**В.А. ЗАВОРОТОВ**

# **ОТ ИДЕИ ДО МОДЕЛИ**

**Книга для учащихся  
4—8 классов средней школы**

Издание второе,  
переработанное и дополненное

**МОСКВА  
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»  
1988**

ББК 74.200.585.01  
3-13

Рецензент

зав. отделом техники Московского городского Дворца пионеров и школьников  
*В. И. Минаков*

**Заворотов В. А.**

3 - 13      От идеи до модели: Кн. для учащихся 4—8 кл. сред. шк.—  
2-е изд., перераб. и доп.— М.: Просвещение, 1988.—160 с.: ил.  
ISBN 5-09-000720-9

Техническое творчество подростков — это своеобразный «мост» от знаний, полученных в школе, к знаниям специальным, производственным, к техническому опыту. Помочь установить этот «мост» и призвана данная книга. В книге приведены конструкции, которые легко изготовить в домашних условиях.

По сравнению с 1-м изданием (1982 г.) книга дополнена новыми интересными устройствами такими, как воздушный почтальон, бумажный планер и другими авто-, судо- и авиамоделями.

З  $\frac{4306020000—283}{103(03)—88}$  220—88

ББК 74.200.585.01

**Вячеслав Анатольевич Заворотов**

**ОТ ИДЕИ ДО МОДЕЛИ**

Зав. редакцией **Т. С. Дагаева**

Редактор **Л. Н. Шипова**

Младший редактор **Т. Н. Клюева**

Художник **В. А. Сайчук**

Художественный редактор **Н. А. Парцевская**

Технические редакторы **Т. Г. Иванова, Т. Е. Молозева**

Корректоры **И. А. Корогодина, Е. Г. Чапюк**

ИБ № 10880

Сдано в набор 29.04.87. Подписано к печати 24.12.87. А 07465. Формат 70 × 90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. офс. № 1. Гарнит. Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,7. Усл. кр.-отт. 24,28. Уч.-изд. л. 13,03. Тираж 500 000 экз. Заказ 1513. Цена 60 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Смоленский полиграфкомбинат Росглавополиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 214020, Смоленск, ул. Смольянинова, 1.

ISBN 5-09-000720-9

© Издательство «Просвещение», 1982

© Издательство «Просвещение», 1988, с изменениями

## От автора

*Дорогие друзья, юные любители техники!*

Открывая эту книгу, вы вступаете в мир техники. Современная техника... Только на протяжении одного поколения стало обыденным и привычным то, что еще в начале нынешнего века казалось мечтой, плодом безудержной фантазии Герберта Уэллса, Жюль Верна, Алексея Толстого. Эти достижения мы видим, ими пользуемся, они облегчают наш быт. В то же время, чем выше достижения науки и техники, тем больше появляется идей и предложений о дальнейшем их развитии и возможностях осуществления этих целей. А это зависит от знаний, инициативы, творческих начал, энергии советских людей и в немалой степени советской молодежи. Ведь ей придется перенять у старшего поколения их опыт и самим приложить все свои силы для новых успехов в развитии хозяйства, в движении к коммунизму.

Ускоренное развитие современной техники не могло не отразиться на науке, открывающей новые возможности ее применения и совершенствования. Прогресс науки и техники в соединении с преимуществами нашей социалистической системы хозяйства — залог роста производства, повышения уровня жизни народа, образования и культуры. Коммунистическая партия Советского Союза всегда придавала огромное значение научно-техническому прогрессу. Вы знаете, какая грандиозная программа дальнейшего развития народного хозяйства нашей страны на двенадцатую пятилетку и на период до 2000 года была принята XXVII съездом КПСС. В числе основных задач, поставленных партией перед советским народом, следует прежде всего отметить коренную перестройку всего хозяйства, дальнейшее ускорение научно-технического прогресса, направленного на повышение эффективности общественного производства, достижение высокой производительности труда. На основе использования завоеваний науки и техники будут, например, широко развиваться производство промышленных роботов, создаваться автоматизированные цеха и заводы, многофункциональные машины и оборудование, а также новые виды транспортных средств с высокой проходимостью, обеспечивающие существенное сокращение расхода топлива и выбросов вредных веществ. Претворять величественные планы партии в жизнь будете и вы, сегодняшние школьники.

Но пока вы еще учитесь в школе, никто не доверит вам сборку судов на подводных крыльях, разработку чертежей аппарата на воздушной подушке, управление мощным вездеходом или реактивным лайнером. И прежде всего потому, что каждый из видов упомянутых работ требует специальных знаний, жизненного опыта. Однако испытать себя в роли слесаря-сборщика, пилота или конструктора вы можете уже сейчас, если своими руками от начала и до конца сконструируете,

соберете и испытаете хотя бы одну из тех моделей, о которых рассказано в этой книге. Значение такой работы в формировании личных качеств и трудового становления чрезвычайно велико и многогранно. И прежде всего потому, что она поможет вам развить такие качества советского человека, как уважение и любовь к труду, пытливость, целеустремленность, волю, умение самостоятельно добывать и осваивать новые знания, стремление принести реальную пользу обществу.

Когда говорят о научно-техническом творчестве взрослых, то под этим понимают своеобразный «мост» от науки к производству, позволяющий осваивать достижения науки, внедрять их в практику и в результате получать определенный экономический эффект. Техническое творчество подростков, ваших сверстников, по этой же аналогии — «мост» от знаний, полученных в школе, к знаниям специальным, производственным, к техническому опыту, к профессии. Этот путь к вершинам современной науки и техники прошли многие выдающиеся конструкторы, изобретатели, ученые. Вот только один пример. Б. Е. Патон, Герой Социалистического Труда, президент Академии наук Украины, начал свой путь в техническом кружке Киевской станции юных техников. Он вспоминает:

— Вскоре я столкнулся с истиной, которая была для меня настоящим открытием. Я хочу подчеркнуть — важным открытием... Дали мне описание, схему, и я очень быстро сделал действующую модель. А вот удовлетворения не почувствовал. Я тогда не смог объяснить, чего мне недостает, почему работа не приносит радости. Но руководитель понял меня: «Попробуй внести в эту модель что-то свое». И я начал думать. Много читал, советовался с руководителем кружка, десятки раз переделывал схему. Это меня захватило. И когда моя, действительно моя, а не такая, какие десятки раз делали до меня, модель начала работать, я почувствовал настоящее наслаждение. Так я познакомился с неповторимым чувством радости, рожденным творчеством. И мне его никогда не забыть.

Чувство радости, рожденное творчеством! О нем непременно скажет каждый, кто хотя бы однажды воплотил в реальность собственный замысел. Творчество — мощный стимул технического прогресса, и каждый из вас должен постоянно помнить об этом. Как часто от учеников средних классов можно услышать: в свободное время, мол, скучно, нечем заняться. Хороших моделей, неожиданных и надолго увлекающих технических игрушек в магазинах не купишь. Те же, что продаются, не всегда интересны, на второй-третий день уже забываются — в них нет игрового момента, творческого начала. Дело можно поправить, если самому взяться за изготовление... Только вот какой модели? Конечно же, какой-нибудь особенной. А где взять такую модель? Где на нее можно посмотреть?

Что ж, это не беда. Взять идею и воплотить ее в модель, а тем самым попробовать свои силы, развить творческую смекалку можно, если внимательно прочитать эту книгу. В ней собрано несколько десятков экспериментальных моделей, многие из которых еще никто не делал — разве что сами авторы-изобретатели. Идеи моделей подобраны по отечественным и зарубежным патентным публикациям и уже предлагались читателям журнала «Юный техник». Напоминая слова Б. Е. Патона, предостерегаем вас от слепого копирования того или иного изделия по готовым шаблонам, разверткам и описанию. Гораздо приятнее видеть в моделях, сделанных своими руками, какой-то элемент нового, пусть даже это новшество и невелико. Здесь очень важен первый толчок, начальная

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

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

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

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

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

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



# І. АВИАЦИЯ НА ПРИВЯЗИ

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

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

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

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

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

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

## Немного теории

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



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

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

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

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

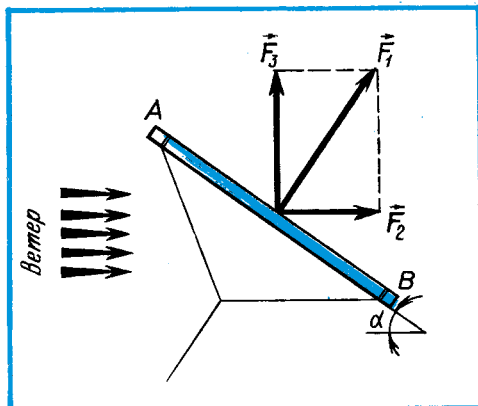


Рис. 1. Разрез плоского змея и силы, действующие на него.

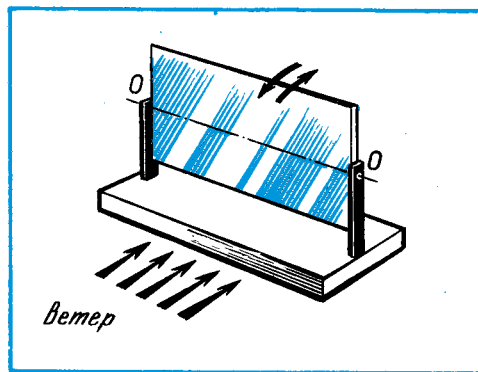


Рис. 2. Опыт, демонстрирующий возникновение подъемной силы.

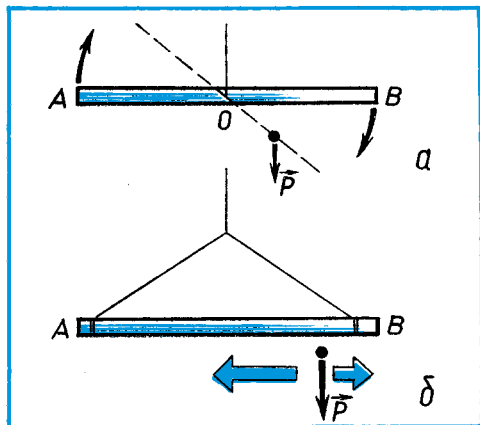


Рис. 3. Опыты, показывающие неустойчивое (а) и устойчивое (б) закрепление палочки (змея) к уздечке.

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

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

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

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

## Бумажные птички

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

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

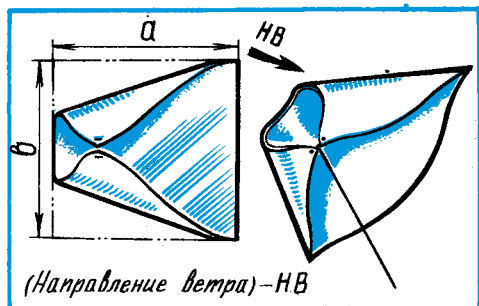


Рис. 4.

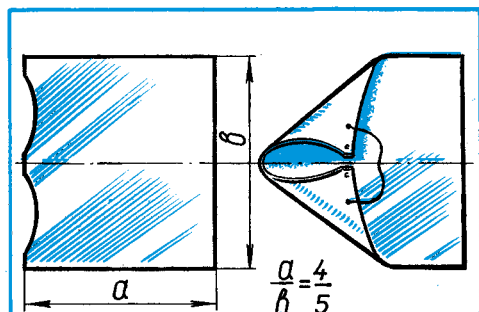


Рис. 5.

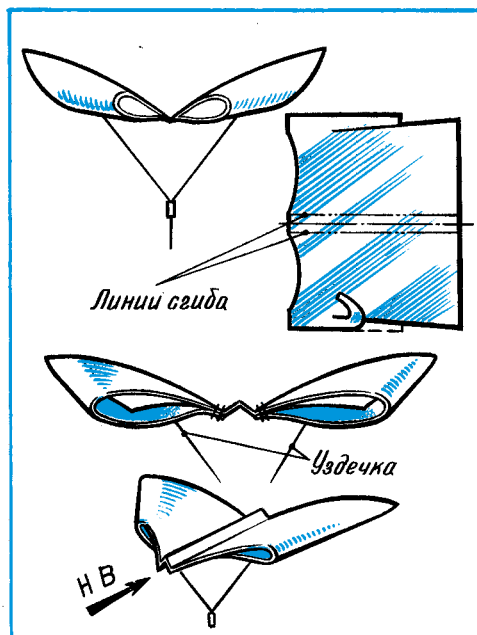


Рис. 6.

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

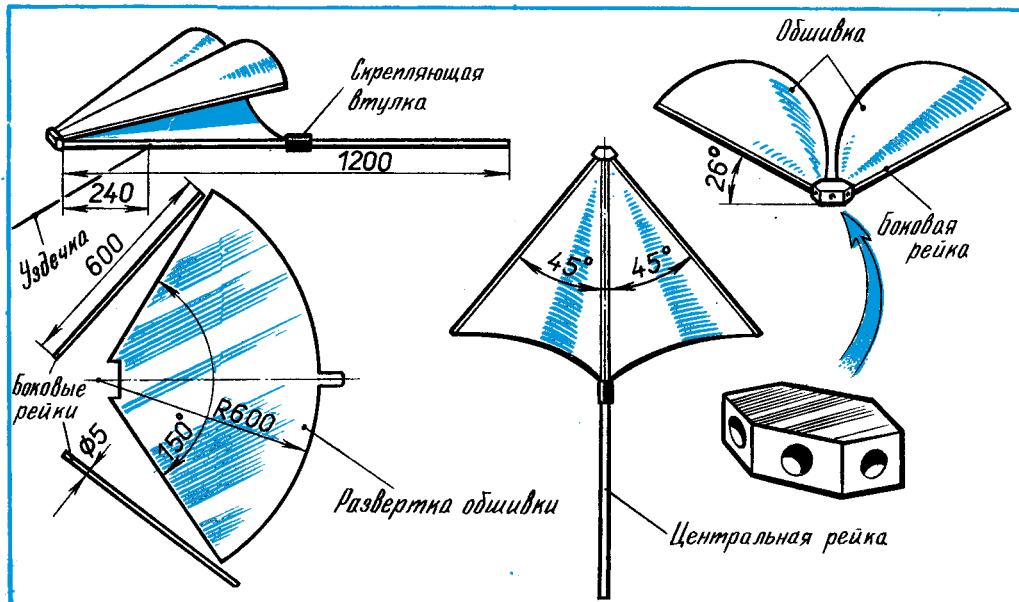


Рис. 7. Воздушный змей-дельтаплан.

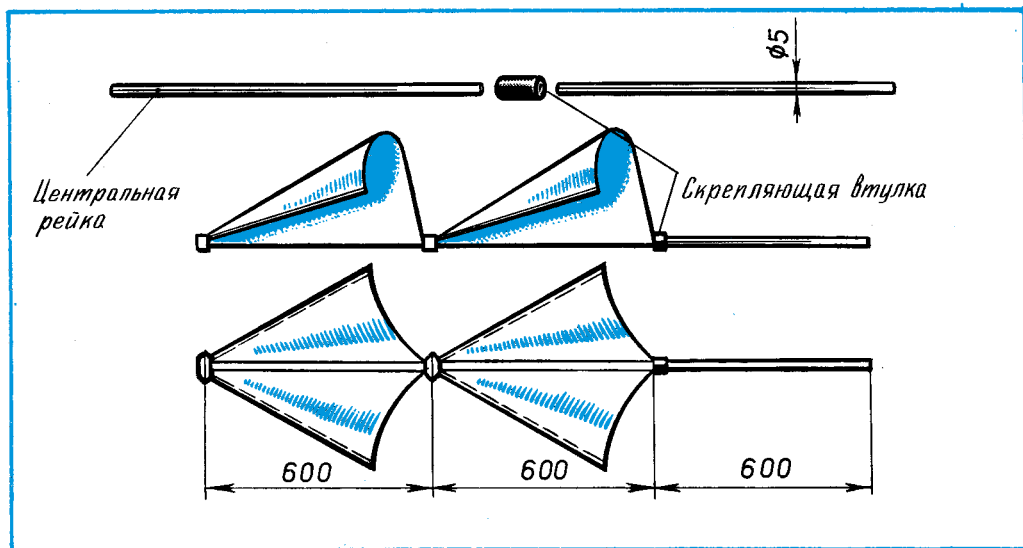


Рис. 8. Двукрылый змей-дельтаплан.

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

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

## Плоские змеи

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

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

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

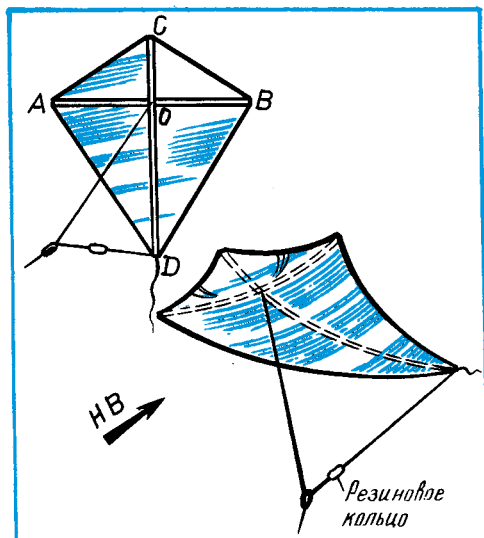


Рис. 9. Воздушный змей П. Эди.

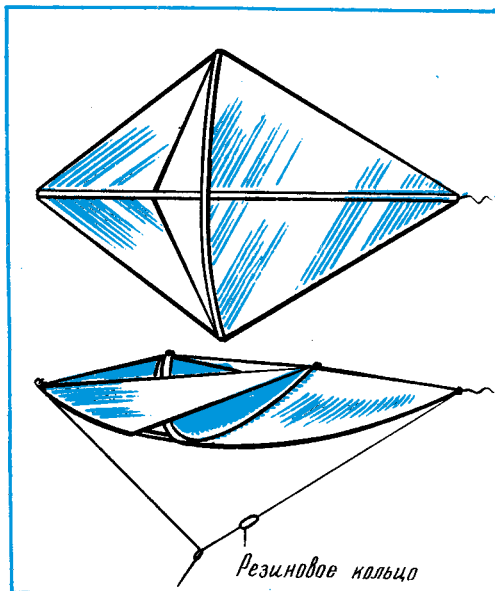


Рис. 10. Улучшенная конструкция змея П. Эди.

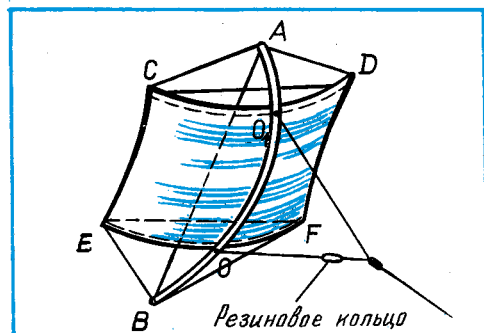


Рис. 11. Плоский воздушный змей.

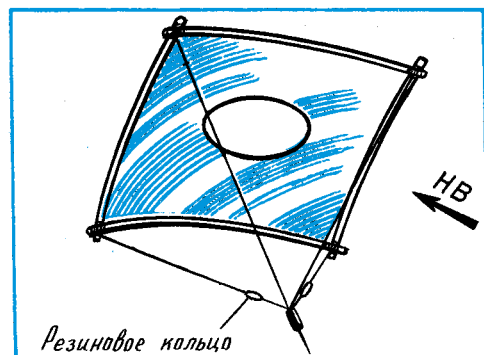


Рис. 12. Плоский воздушный змей.

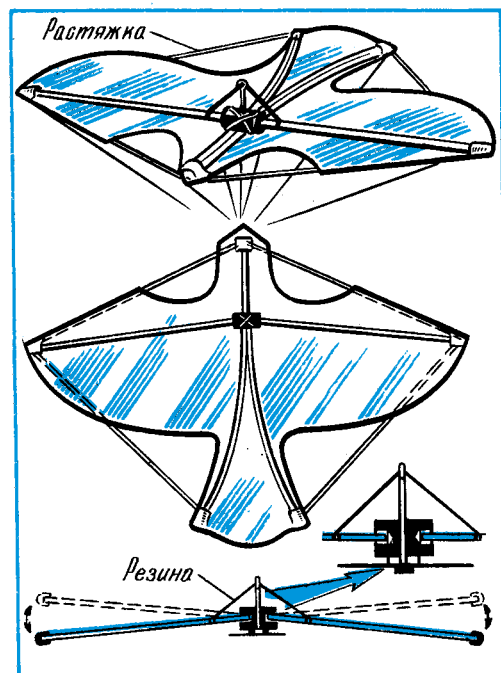


Рис. 13. Плоский воздушный змей-птица.

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

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

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

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

## Змей с дельтакрылом

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

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

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

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



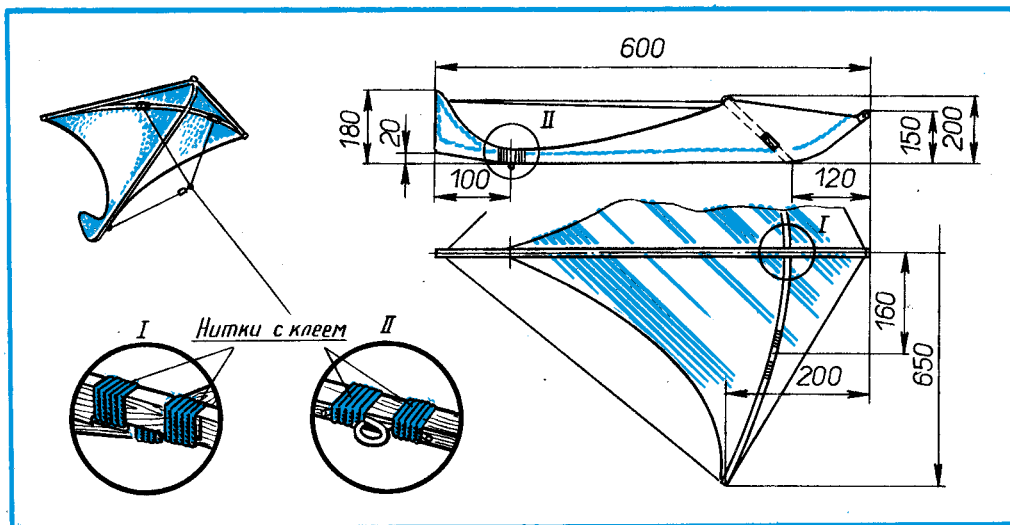


Рис. 14. Змей с дельтакрылом.

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

### Змей «Чайка»

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

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

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

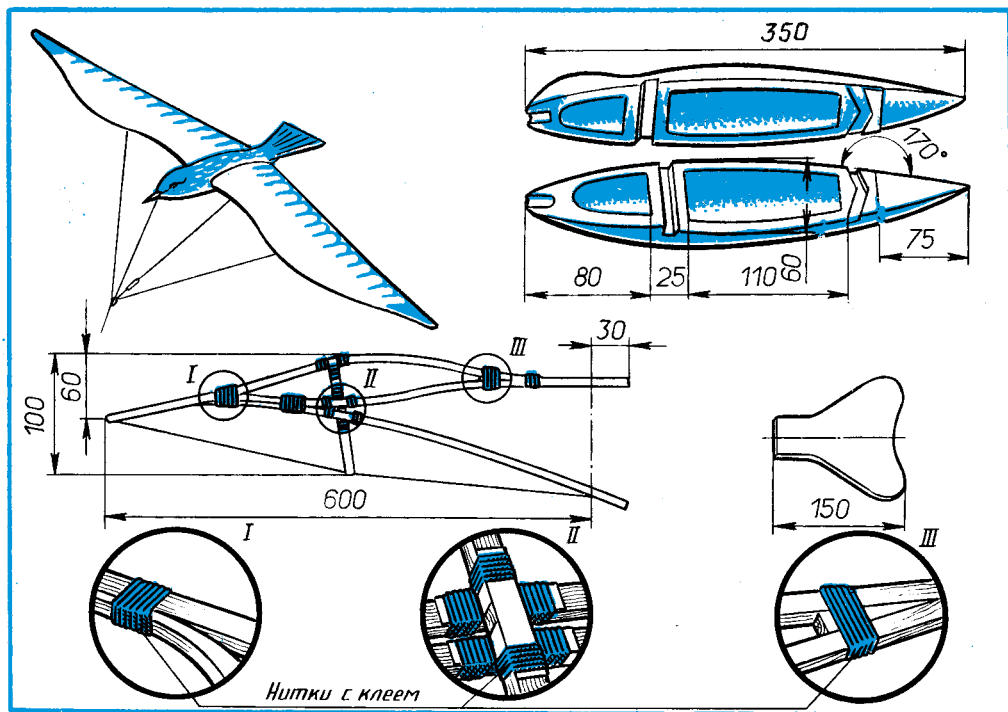


Рис. 15. Змей «Чайка».

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

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

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

Теперь приступайте к окончательной сборке воздушного змея. Концы реек, выступающие на крыльях, часть хвоста, пазы и плоскости разъема на корпусе смажьте клеем. Установите крылья в пазах и стяните половинки корпуса резиновым жгутом. Когда клей высохнет, выступившие капли клея удалите напильником.

Привяжите к змею три уздечки. Проведите серию предварительных запусков, чтобы определить оптимальный угол наклона змея по отношению к ветру. Итак, змей готов к полету.

Познакомившись с конструкциями плоских змеев, попытайтесь ответить на вопрос: каковы же их предельные размеры? Ответы будут разные. Но, как показала практика, ни длина, ни ширина большинства плоских змеев не превышают 1 м. Почему так? Чтобы ответить на этот вопрос, надо рассмотреть два важных параметра: подъемную силу и прочность змея. Плоский змей с большим размахом крыльев сделать трудно, существенно не увеличивая прочность его элементов. Но увеличение прочности приводит к увеличению ширины и толщины конструктивных элементов каркаса, что сказывается на массе змея. Беспредельно увеличивать массу нельзя — наступает момент, когда уже подъемной силы недостаточно для взлета змея.

Изобретатели попытались обойти это противоречие. Так появились на свет коробчатые змеи, прочность которых много выше прочности плоских змеев. Их размеры достигали 3, 5, даже 10 м. С помощью таких змеев-гигантов наблюдателям в первую мировую войну удавалось подниматься на высоту несколько сот метров над землей и следить оттуда за передвижением противника. Но самое удивительное то, что еще раньше коробчатые змеи послужили основой при конструировании первых летательных аппаратов тяжелее воздуха — достаточно взглянуть на самолет Можайского.

## Коробчатые змеи

Один из вариантов однокоробчатого змея показан на рисунке 16, в полете он более устойчив, чем плоский: его несущие плоскости ориентированы к набегающему потоку под оптимальным углом атаки. Поперечное сечение змея может быть не только квадратным, но и ромбическим. В последнем случае отношение между вертикальной и горизонтальной диагоналями составляет 2:3. Высота коробки равна 0,7 длины большей стороны змея. Каркас состоит из четырех продольных и четырех распорных реек прямоугольного сечения. На рисунке показано, как соединена распорка с продольной рейкой.

Двухкоробчатый змей И. Конина, одна из конструкций которого показана на рисунке 17, несколько напоминает самолет. У него два крыла, благодаря которым он быстрее, чем однокоробчатый, поднимается вверх, лучше сохраняет устойчивость в полете и не опрокидывается при внезапных боковых порывах ветра.

Расскажем подробнее, как сделать змея подобного типа конструкции Д. Лаврищева (рис. 18). Заготовьте 7 сосновых реек сечения  $10 \times 10$  мм: 4 рейки длиной по 950 мм, 2 — по 1150 мм и 1 (для крыльев) — 1350 мм. На концах реек трех последних видов сделайте небольшие пропилы-желобки глубиной 2—3 мм. Для прочности концы реек у пропилов перевяжите суровой ниткой, пропитанной клеем (рис. 18, а).

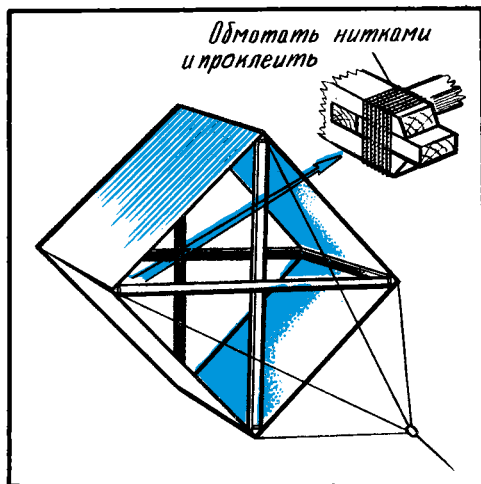


Рис. 16. Однокоробчатый воздушный змей.

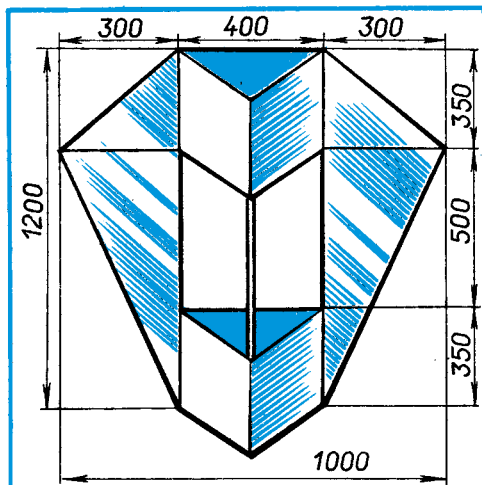


Рис. 17. Двухкоробчатый змей И. Конаина.

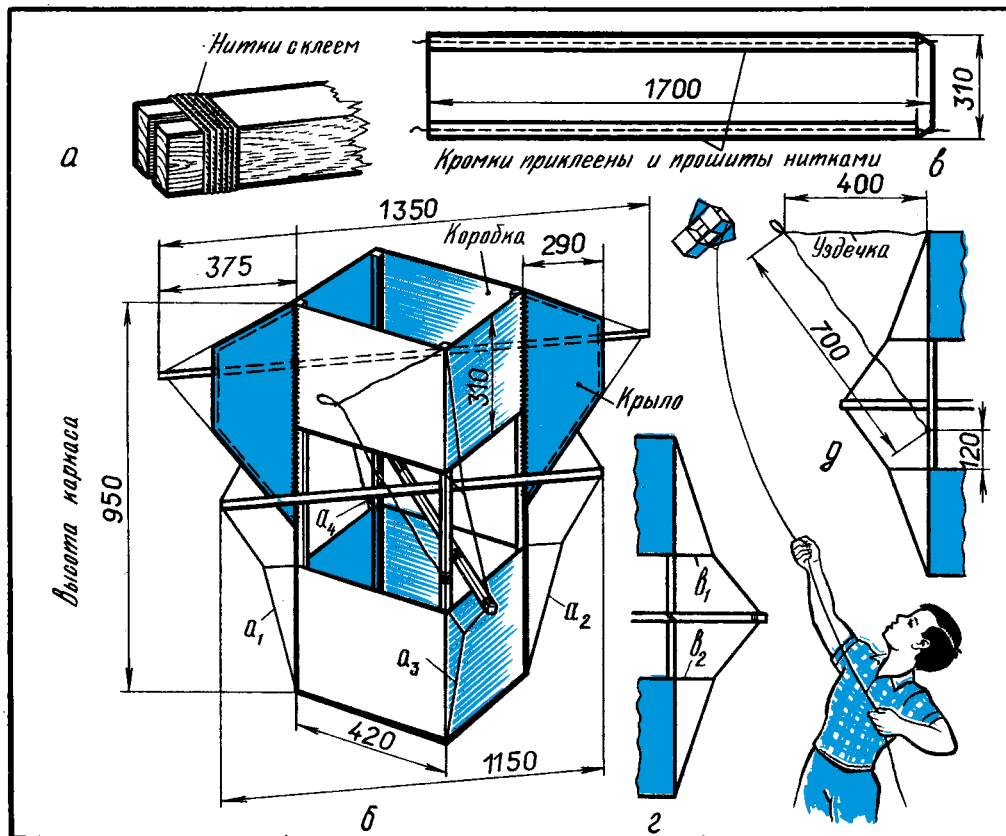


Рис. 18. Двухкоробчатый змей Д. Лаврищева.

Теперь приступайте к изготовлению основной части змея — каркаса (см. рис. 18, б). Из листов плотной бумаги склейте полосу длиной 1700 мм и шириной 330 мм. По краям ее отогните кромки шириной 10 мм, с одной стороны полосы сделайте кромку в 20 мм, как показано на рисунке 18, в. В продольные кромки вшейте для прочности суровые нитки. Они должны выходить за края полосы примерно на 30—40 мм. Затем склейте концы полосы и свяжите нитки. Склеенную полосу сложите сначала вдвое, а потом вчетверо. Если теперь ее развернуть, то получится как бы квадратная коробка без дна. Длина каждой стороны такой коробки 420 мм.

Аналогично сделайте и вторую коробку.

Внутри коробок вставьте рейки длиной 950 мм (в дальнейшем будем называть их каркасными) и прочно привяжите их нитками к углам коробок. Когда каркас будет готов, его нужно растянуть. Для этого к обоим концам каждой каркасной рейки привяжите растяжки — скрученные вдвое суровые нитки длиной 1150 мм. Затем возьмите две распорные рейки длиной 1150 мм, вставьте их крест-накрест в каркас так, чтобы они натянули растяжки  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  и  $a_4$ . Для прочности распорные рейки свяжите между собой и с каркасными рейками в том месте, где они пересекаются. К каждой растяжке привяжите нитки  $v_1$  и  $v_2$ .

Этим нитками подтяните растяжки к каркасу, как показано на рисунке 18, г. Растяжка змея закончена.

Теперь сделайте крылья. В двух противоположных углах верхней коробки на одинаковом расстоянии от краев прорежьте дырочки и просуньте в них рейку длиной 1350 мм. Привяжите ее к каркасным рейкам так, чтобы ее концы, выходящие из коробки, были одинаковой длины. В пропилы на рейке пропустите нитки, концы которых привяжите к каркасу, как показано на рисунке 18, б. К этим ниткам и каркасным рейкам пришейте крылья. Их нужно сделать из плотной бумаги.

Итак, змей готов.

Для его запуска сделайте ещё уздечку из крепкой суровой нитки или рыболовной лески диаметром 0,6—0,7 мм. Один конец уздечки привяжите к каркасной рейке над верхней коробкой, а другой — к той же рейке на 120 мм выше нижней коробки. Змей запускают на леере — длинной рыболовной леске диаметром 0,8—0,9 мм, которую следует привязать к уздечке так, чтобы длина верхней части ее получилась равной 400 мм, а нижней 700 мм (рис. 18, д).

Запускают такой змей вдвоем. Один с леером в руках бежит против ветра, другой выпускает змея. Змей высоко поднимается и устойчиво держится в воздухе.

При запуске двухкоробчатого воздушного змея нужно следить, чтобы поблизости не было электрических и телеграфных проводов.

## Змеи с диффузорами

И по конструкции, и по применяемым материалам воздушные змеи, описанные далее, отличаются от тех, с которыми вы только что познакомились. Они сложнее, и на их изготовление требуется больше времени. Но, разобравшись в устройстве простых змеев, вы сумеете уяснить особенности и этих летательных аппаратов, понять принцип их полета и сконструировать те из них, которые вас заинтересуют. Начнем со змеев с диффузорами.

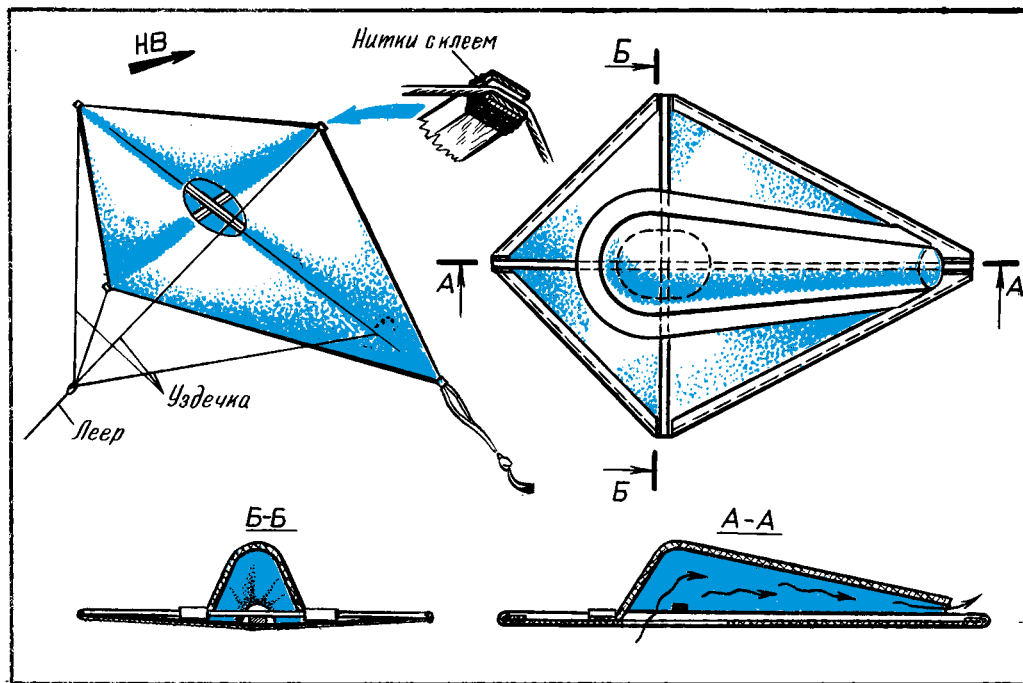


Рис. 19. Воздушный змей с диффузорами.

Многие из вас, вероятно, наблюдали, что, если река широко разливается, скорость ее течения становится значительно меньше. И наоборот, в узком месте скорость потока резко возрастает. В воздухе, как и в воде, тоже действует этот физический закон. Попробуйте направить воздушный поток в широкий конец конической трубы (суживающийся диффузор), и вы увидите, как изменится скорость воздуха: на выходе она будет больше, чем на входе.

Когда плоский змей находится в воздухе, под ним создается зона повышенного давления, а над ним — пониженного. Под влиянием разности давлений поток воздуха врывается в диффузор и проходит по нему к узкому выходу. А раз диффузор конический, скорость выходящего потока будет больше входящего (вспомним реку). Значит, диффузор работает подобно реактивному двигателю. Но нас интересует не это подобие. Движущийся по диффузору со все возрастающей скоростью воздух, увеличивает скорость подъема этого небольшого летательного аппарата, а еще, что более существенно, придает ему дополнительную устойчивость в полете.

На рисунке 19 вы видите как раз такой воздушный змей, в конструкции которого использован эффект диффузора.

Устроен змей довольно просто. Две прямоугольные поперечины скреплены в центре крест-накрест и связаны по краям прочной нитью. На этот каркас установлен согнутый из плотной бумаги или фольги диффузор. Обшивка воздушного змея обычная: бумага, ткань.



## Змеи по принципу АВП

Известно, что аппараты на воздушной подушке (АВП) приподнимаются благодаря разности давлений: под днищем давление всегда больше, чем сверху. А устойчивость аппарата создается особым устройством, равномерно распределяющим поток газа по всему периметру.

По принципу АВП могут летать и воздушные змеи. Конструкция одного из них показана на рисунке 20. Приглядитесь: в продольном сечении модель чем-то напоминает быстроходную моторную лодку.

Гладкие днище и борта, небольшой киль, плавные обводы корпуса отличают этот летательный аппарат от рассмотренных ранее. Набегающий поток воздуха без срывов и завихрений обтекает его корпус и легко поднимает над землей. Нетрудно заметить, что эти аэродинамические преимущества эффективны не только при набдре высоты. Загнутые борта корпуса неплохо стабилизируют положение змея в воздухе на большой высоте.

## Змей-парашют

Вспомним знакомую с детства игру. Если на маленький парашютик — семечко одуванчика — подуть снизу, он устремляется вверх. По этому же принципу можно сделать игрушку змей-парашют Д. Кармена (рис. 21).

Воздушный поток ударяет в слегка наклоненный купол парашюта и поднимает его вверх. Конструктивно модель очень похожа на известные детские парашютики. Правда, есть в ней и отличия. Например, для стабилизации полета к змею-парашюту прикрепляют хвост, а в центре под куполом закреплена телескопическая трубка. Она служит одновременно и жестким каркасом, и регулятором положения центра тяжести модели.

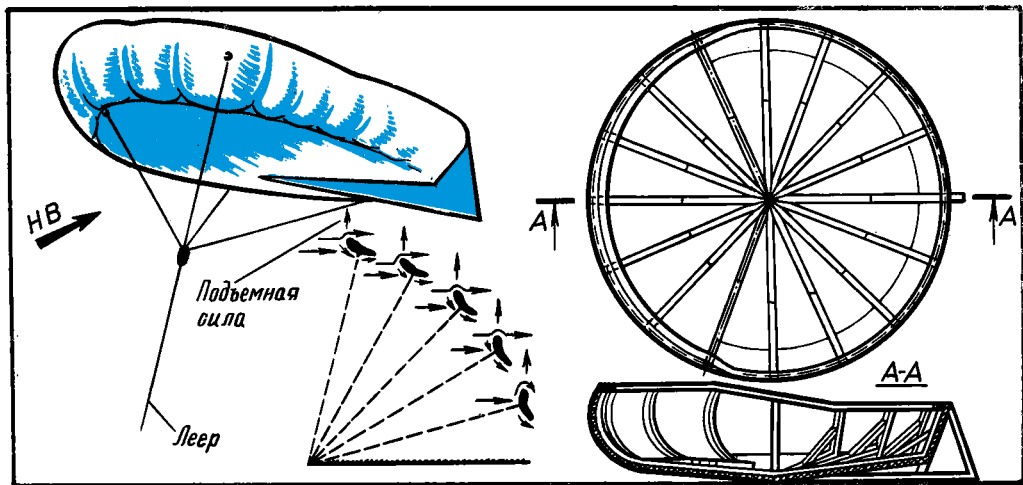


Рис. 20. Воздушный змей по принципу АВП.

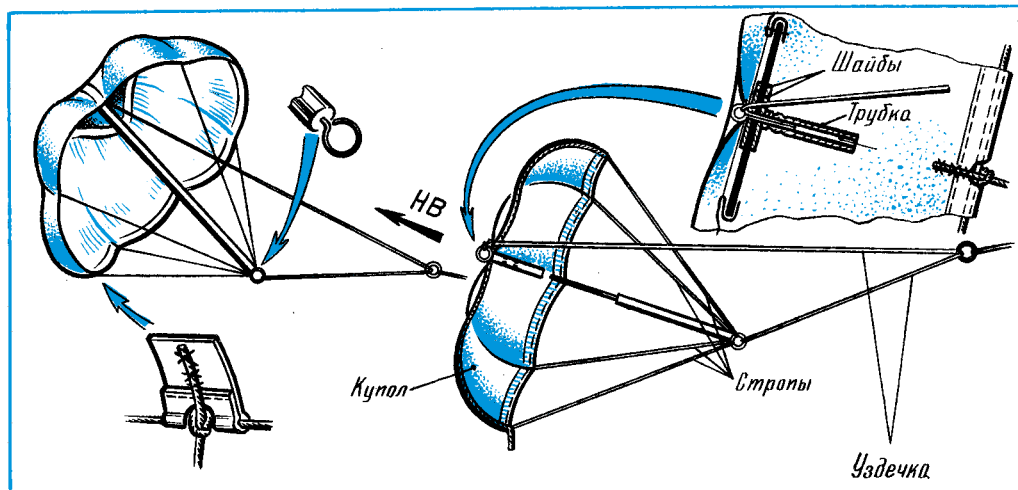


Рис. 21. Воздушный змей-парашют.

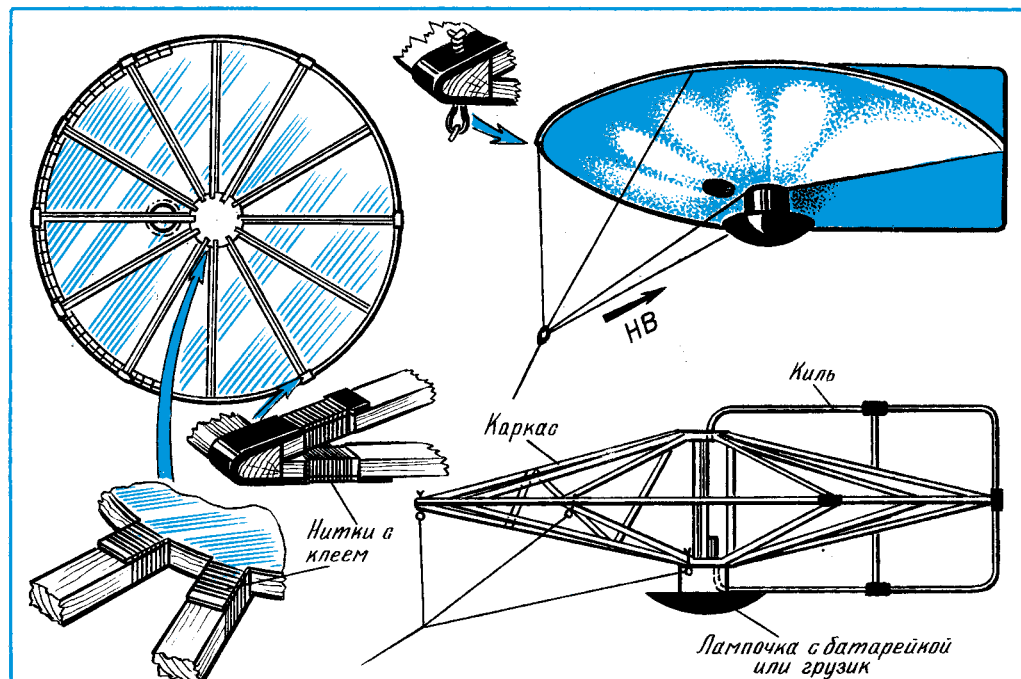


Рис. 22. Воздушный змей-диск.

## Змей-диск

Неплохую устойчивость в полете летательный аппарат приобретает в том случае, если придать ему форму диска. Один из вариантов летающего диска показан на рисунке 22. Модель очень похожа на два невысоких конуса, сложенных вместе. Конструкция воздушного змея дополнена килем, а также небольшим грузиком, смещающим центр тяжести вниз и таким образом увеличивающим устойчивость аппарата, и отверстием в нижней части обшивки. Какова роль этого отверстия? На этот вопрос автор конструкции В. Бодель не может дать научно обоснованного ответа. Он предполагает, что отверстие позволяет использовать те перепады давления, которые создаются при сильных порывах ветра. Дело в том, что при сильном порыве ветра внутренняя полость змея заполняется несколько большим количеством воздуха. Значит, внутри змея создается избыточное давление. Когда же порыв ослабевает, давление снаружи падает, и воздух изнутри устремляется через отверстие в обшивке наружу. Возникает хоть и слабая, но чувствительная для змея реактивная струя. Она-то и создает дополнительную подъемную силу. Так ли это происходит на самом деле, сказать трудно. Но змей летает отлично.

Змей-диск можно запускать и ночью. Для этого вместо грузика нужно установить отражатель, лампочку и батарейку напряжением 1,5 В. Лампочка должна подсвечивать нижнюю, обращенную к зрителям поверхность змея.

Если вы внимательно посмотрите на дополнительные рисунки, то увидите, что каркас змея собран из множества тонких реек, скрепленных между собой накладками из жести и нитками, пропитанными клеем. Обратите внимание на характерные узлы, связывающие рейки с наружным кольцом-ободом, ступицей и килем.

А вот у дисколета конструкции Ж. Бортье уже три киля (рис. 23). Змей хорошо взлетает, плавно маневрирует даже при сильном ветре и неподвижно висит над землей на привязи при слабом. Каркас его собран из тонких де-

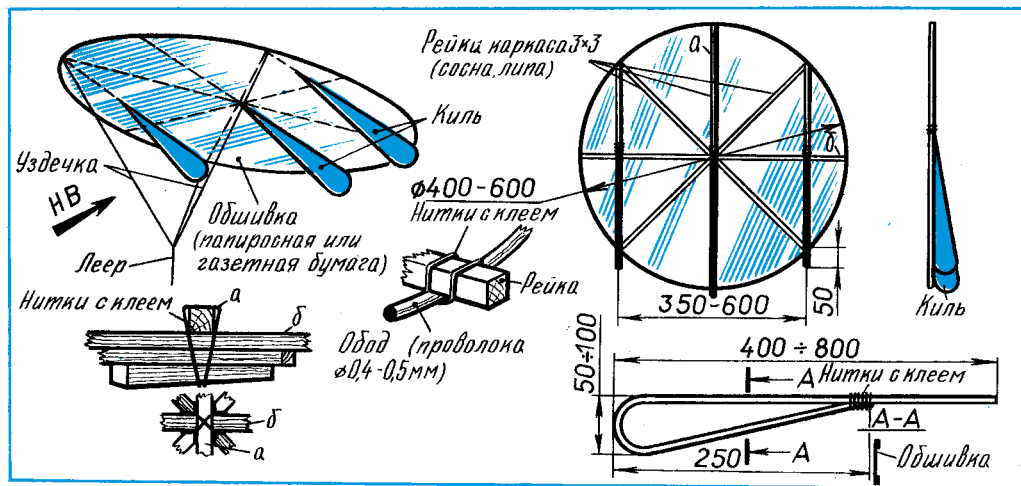


Рис. 23. Змей-дисколет.

ревянных реек, скрепленных проволочным ободом и обтянутых тонкой бумагой. Расскажем подробнее, как сделать этот летательный аппарат. Подготовьте для каркаса 4 ровные рейки сечением  $3 \times 3$  мм, сложите их крест-накрест, свяжите нитками и промажьте клеем. По периметру каркаса согните обод из стальной проволоки диаметром 0,4—0,5 мм и привяжите его нитками с клеем к концам реек *а* и *б*. Концы проволоки соедините вместе и обмотайте нитками с клеем. Удобнее всего состыковать их впереди в районе центральной рейки *а*. Если под рукой нет подходящей проволоки, сделайте обод из толстой нити, но не забудьте ее приклеить к рейкам. В этом случае змей получится восьмиугольным. Обод можно изготовить из тонких бамбуковых или сосновых реек — эти материалы легко гнутся, и получаются плавные обводы.

Обтяните диск и кили папиросной или газетной бумагой. Обшивку к диску приклейте снизу — это заметно уменьшит сопротивление модели. Но бумагу можно накладывать и сверху. В этом случае обшивку приклейте ко всем рейкам и ободу, иначе сильный порыв ветра сорвет ее.

На нижней поверхности диска установите 3 кили (можно обойтись и одним-двумя, но тогда размеры килей придется увеличить).

Если вы захотите сделать большой змей, то не забудьте усилить его каркас еще двумя-тремя рейками.

К готовому змею привяжите уздечку — 3 короткие нити. Они удерживают модель под небольшим углом атаки. Боковые нити уздечки разрежьте пополам и свяжите ее концы с резиновыми кольцами-компенсаторами. Растягиваясь при сильных порывах ветра и неожиданных рывках, эти кольца снимут часть нагрузки с каркаса. К уздечке привяжите леер. Для небольшого змея подойдут суровые нитки, кордовая или рыболовная леска. Готовую модель испытайте.

Змей-диск можно запускать даже при слабом ветре. А если ветра нет, то попробуйте запустить модель, увлекая ее за собой на бегу. Будьте готовы ко всем неожиданностям. Если змей начнет двигаться в воздухе петлями или резко снижаться, сразу выпустите леер из рук — при ударе о землю модель не сломается. Поднимите змей и внимательно осмотрите его, исправьте перекосы, а если нужно, уменьшите угол атаки (увеличив длину центральной нити уздечки) и запустите змей снова. Если он не поддается регулировке, значит, неисправимо перекошена плоскость диска. Попробуйте прицепить к модели хвост из бумажной ленты, или пучка нитей длиной 1—1,5 м, или из комочков бумаги, привязанных на нитке.

## Надувные змеи

Многие изобретатели для изготовления своих моделей используют не рейки и бумагу, а воздухонепроницаемый материал. Чаще всего воздухонепроницаемым материалом служит полиэтиленовая пленка. Одна из таких конструкций — надувной воздушный змей П. Рассела (рис. 24). Он выглядит сложным, а на самом деле очень прост: 2 листа полиэтиленовой пленки, разделенные продольными и поперечными швами-спайками. Они делят внутренний объем на несколько связанных между собой надувных полостей. Швы придают всей конструкции необходимую объемную прочность. Как видите, надутый корпус не имеет острых выступающих кромок. А это значит, что на поверхности надувного змея не возникает завихрений, и поэтому модель устойчива в полете.

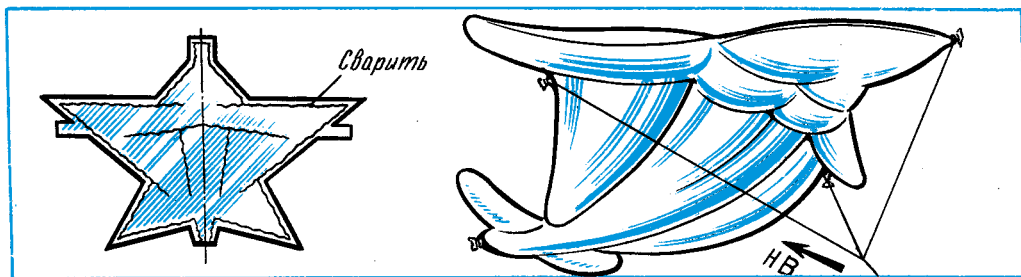


Рис. 24. Надувной воздушный змей П. Рассела.

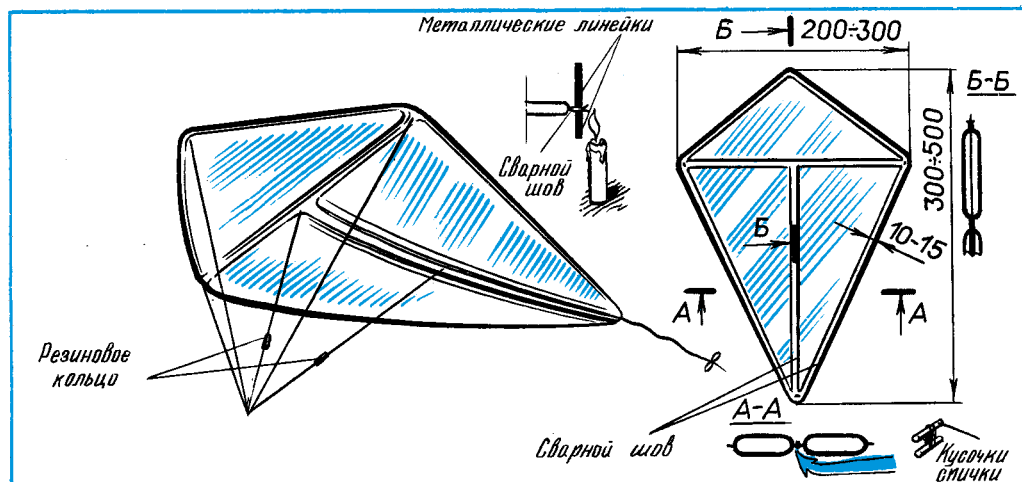


Рис. 25. Другая конструкция воздушного змея П. Рассела.

Сделать надувной змей непросто — нужны навыки сваривания полиэтиленовой пленки, ведь швы должны получиться герметичными. Начинающих моделестов предупреждаем заранее: операция эта не из лёгких. Прежде чем браться за изготовление змея, попробуйте соединить утюгом (обязательно с регулятором температуры) или паяльником сложенную вдвое полиэтиленовую пленку. Швы получатся герметичными и прочными, если перед сваркой полиэтиленовые заготовки были обезжирены. Сварку производите краем утюга или жалом паяльника только через прокладку из алюминиевой фольги. Получившиеся швы испытайте на герметичность.

Другая модель надувного змея этого же автора (рис. 25) намного проще в изготовлении: два куса полиэтиленовой пленки, сваренные по краям и по середине горячим утюгом или паяльником. Попробуйте сделать этот змей.

По размерам, указанным на рисунке, вырежьте из пленки две заготовки. Сложите их вместе и, отступив от края на 10—15 мм, медленно проведите краем горячего утюга или паяльником по всему периметру заготовок. В трех местах получившегося шва: по бокам, внизу и сверху в любом месте — оставьте

маленькие отверстия. Через них вы будете накачивать змей воздухом. Затем сварите заготовки по диагоналям. И чтобы быть спокойным за герметичность швов, края заготовок оплавьте еще на огне свечи, используя приспособление, которое показано на рисунке.

Для крепления уздечек и хвоста сильно нагретым гвоздем прожгите в швах 5 отверстий диаметром 1—2 мм.

Готовую модель надуйте. Отверстия в наружном шве заварите или, сложив вдвое края обшивки, скрепите их канцелярскими скрепками. Герметичность такого соединения будет лучше, если отверстия предварительно смазать вазелином.

Когда научитесь делать небольшие надувные змеи, попробуйте изготовить и запустить большую модель — метровую и больше. Только хватит ли у вас сил удержать ее?

## Змеи-вертушки

Сейчас трудно сказать, когда они появились. Но если судить по публикациям, то с точностью до десятилетия установить можно — это сороковые годы нашего столетия. В это время изобретатели змеев уже имели возможность наблюдать за полетами вертолетов и автожиров. Так авиация возвращала свой долг — вспомните, что первые самолеты напоминали не что иное, как коробчатые змеи гигантских размеров.

Что же привлекло в них конструкторов? Конечно, не дополнительные трудности в изготовлении каркаса, вращающихся вертушек или лопастей — это можно отметить с уверенностью. Было тут что-то другое. И вот это «другое» скрывалось совершенно в новом качестве, которое приобретала вертушка или ротор. Вращаясь под действием набегающего потока воздуха, они создавали не только поверхность, играющую ту же роль, что и плоскость коробчатого или плоского змея. Благодаря наличию угла атаки с их помощью создавалась дополнительная подъемная сила, что позволяло при прочих равных условиях делать змеев меньших размеров. И еще, вращающиеся вертушки или лопасти придавали змеям дополнительную устойчивость — отчего у испытателей возникло меньше хлопот при их запусках. На нескольких примерах разберем, как удалось изобретателям змеев решить все эти проблемы.

Перед вами модель Э. Вайтхэстона (рис. 26). Она удачно сочетает в себе свойства детской вертушки и змея. Подъемная сила этого летательного аппарата создается не только за счет набегающего потока воздуха, но и за счет вращения ротора.

А вот змей-вертушка Р. Фьюгэстона (рис. 27). Эта модель представляется наиболее интересной из подкласса летательных аппаратов подобного типа. У змея три ротора: 2 несущих *б* и хвостовой *а*. Несущие роторы, вращаясь в разные стороны, создают подъемную силу, а хвостовой стабилизирует положение модели при взлете и спуске и во время полета. Конструкция змея предельно проста. Каркас собирается из двух установленных под углом продольных и двух поперечных реек. Рейки сначала склеивают между собой, а для большей прочности укрепляют еще и нитками, пропитанными клеем. На концах длинной поперечной рейки устанавливают несущие роторы, на концах продольных — хвостовой. Чтобы все роторы легко вращались, их насаживают на проволоочные оси.



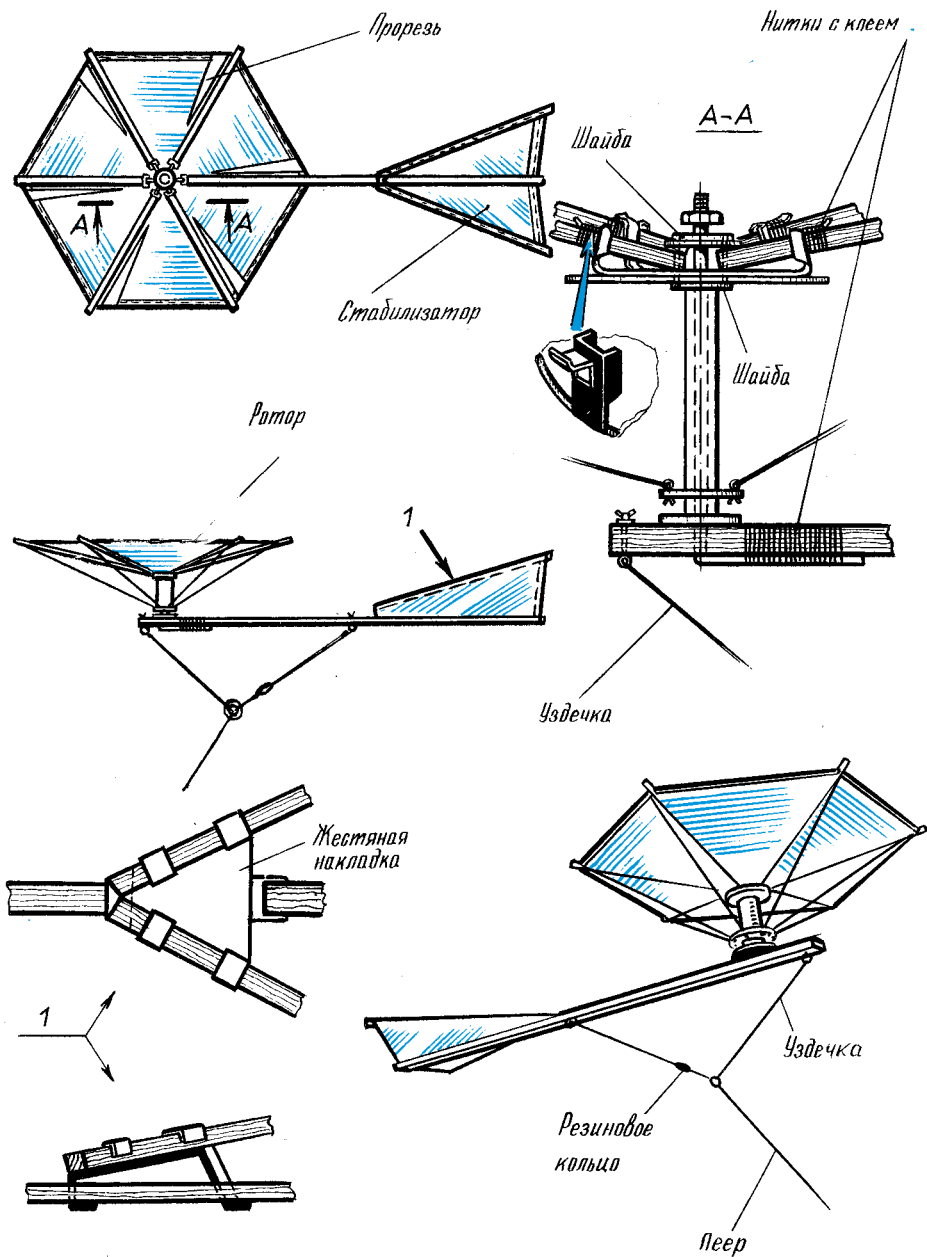


Рис. 26. Змей-вертушка Э. Вайтхэстона.

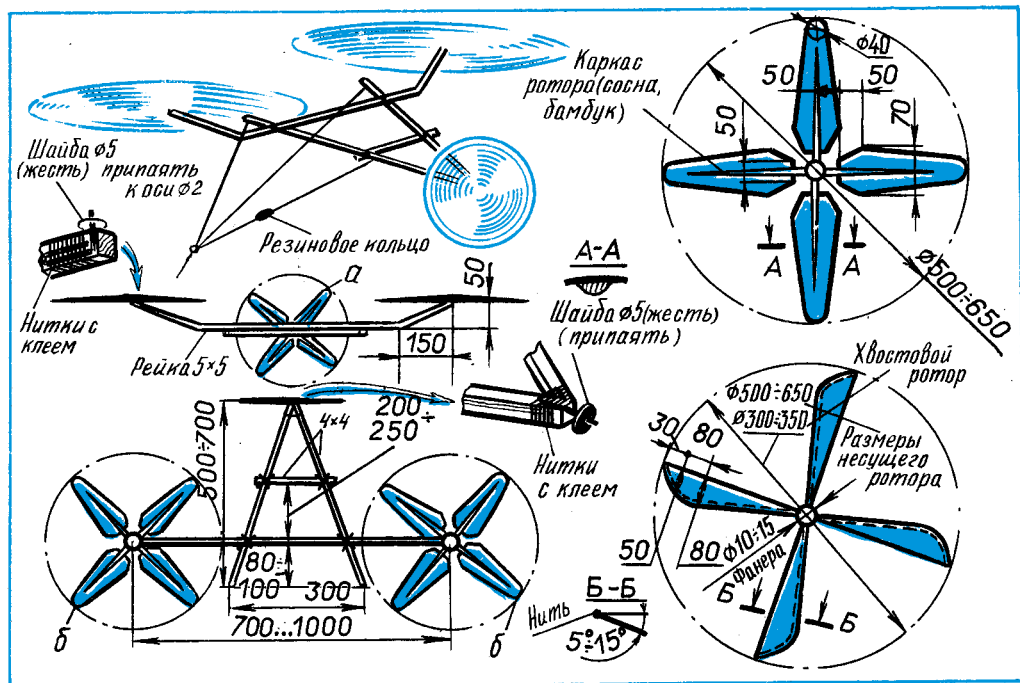


Рис. 27. Змей-вертушка Р. Фьюгестона.

Изготовление роторов — наиболее ответственная операция. Склеивать детали надо аккуратно, не торопясь. От того, насколько качественно будет выполнена вся работа, зависит прочность змея и его подъемная сила. Существует несколько вариантов конструкции роторов. Рассмотрим два из них.

*1-й вариант.* Ротор, показанный на рисунке вверху, больше всего подходит для крупных моделей. Змей с четырьмя, шестью или восьмью лопастями на каждом роторе неплохо взлетает и хорошо держится на высоте. Количество лопастей определяется числом реек (на рисунке 4 лопасти и 2 рейки). Из древесины сосны, ели или бамбука заготовьте рейки. Склейте их крест-накрест. На получившуюся крестовину наклейте ватман либо шпон (липовый или березовый). Для прочности в центре крестовин с обеих сторон наклейте по шайбе из тонкой фанеры, шпона или целлулоида и просверлите сквозное отверстие для проволоочной оси.

*2-й вариант.* Этот ротор (см. на рисунке внизу) больше всего напоминает детскую вертушку. Он хорош для небольшого легкого змея. Собирается такой ротор из тонких бамбуковых реек (сечением  $3 \times 3$  мм — в центре и  $1,5 \times 1,5$  мм — на концах) и прочной нитки. Склейте рейки между собой, как показано на этом рисунке, и подтяните нитками их концы к основаниям лопастей. На получившийся таким образом плоскости лопастей остается наклеить папиросную или газетную бумагу, а в центре крестовины — по две шайбы с двух сторон из шпона или целлулоида.

## Еще один змей-вертушка

У воздушного змея, который вы видите на рисунке 28, несимметричная восьмиугольная форма. Она выбрана не случайно.

Смещенные к хвосту несущие плоскости, точно крылья самолета, создают подъемную силу и помогают удерживать змея-вертушку в горизонтальной плоскости.

Обратите внимание еще на одну, казалось бы, вовсе не свойственную воздушным змеям деталь — четырехлопастную вертушку. Вращаясь поперек продольной оси змея, вертушка придает ему дополнительную устойчивость, когда дует сильный ветер.

А теперь, познакомившись с особенностями змея, можете приступить к его изготовлению.

Основу змея составляет каркас из двух продольных и двух поперечных сосновых реек длиной 850 мм и 750 мм и сечением  $10 \times 6$  мм. Рейки установите крест-накрест и скрепите крестовиной из гибкого пластика. Для надежного крепления концы крестовины прижмите к рейкам и плотно обмотайте ниткой, смоченной быстросохнущим клеем.

Для большей прочности каркаса концы соедините тонким нейлоновым шнуром или рыболовной леской диаметром 0,8 мм. Нейлоновый шнур никогда не соскочит с реек, если на их концах сделаете пропилы и закрепите в них пластиковые ушки с помощью нескольких витков нитки, смоченной клеем.

Рейки после обтяжки должны быть немного изогнуты. Естественно, выпуклостью змей должен быть обращен к земле.

Четырехлопастную вертушку лучше всего сделать из ватмана и пенопласта. Вырежьте из пенопласта три прямоугольных бруска длиной 50 и сечением  $20 \times 30$  мм. В двух брусках (строго в центре) установите оси — их вы можете изготовить из стальной проволоки диаметром 1 мм. Из ватмана вырежьте четыре одинаковые заготовки размером  $270 \times 120$  мм. Отступив 20 мм от большой стороны, перегните заготовки под прямым углом. Теперь пенопластовые бруски и заготовки из ватмана смажьте клеем и склейте так, как показано на рисунке. Чтобы лопасти стали прочнее и не размокали в сырую погоду, покрасьте их яркой нитроэмалью.

Вертушка готова — ее можно устанавливать на змея.

На выступающие из пенопластовых брусков оси наденьте по две шайбы и жестяные втулки. Втулки закрепите на раме каркаса с таким расчетом, чтобы вертушка, вращаясь в прямоугольном окне, не задевала за рейки. Закончив эту операцию, приступайте к обтяжке каркаса полиэтиленовой пленкой.

Делается это так.

Положите на каркас целый кусок пленки и лезвием бритвы аккуратно вырежьте заготовку по контуру змея, оставив припуск не менее 20 мм. В месте, где устанавливается вертушка, операция точно такая же, только разрезать пленку надо по контуру прямоугольного отверстия, отступив на 40 мм. Перегните пленку вокруг шнура и реек, концы припаяйте. Привяжите к змею уздечку, леер и хвост и можете приступать к запуску.



## Змей-вертолет

В городе трудно бывает найти большую открытую площадку, где бы можно было свободно разбежаться с воздушным змеем. Змей-вертолет конструкции А. Викторчика (рис. 29) не требует много места для своего запуска, и непогода ему не помеха. А изготовить его можно всего за 2—3 вечера.

Прежде чем приступить к изготовлению змея, внимательно изучите его конструкцию, подберите необходимые материалы. Если нужных материалов нет, подумайте, чем их заменить. Конструктивно змей-вертолет можно выполнить по-разному, да и размеры можно смело увеличивать в 2, даже в 3 раза.

Следуя примеру опытных модельстов, подготовьте сначала рабочие чертежи. Основные детали модели: фюзеляж, стабилизатор, лопасти винта, флюгер — вычертите на бумаге в натуральную величину и только потом приступайте к их изготовлению. Постройку змея-вертолета советуем начинать с лопасти винта (на рисунке — деталь 4). Ее лучше всего сделать наборной из сосновых реек и пенопласта. Пожалуй, самой легкой по массе будет лопасть предложенной конструкции: две полосы пенопласта с основными лонжеронами и передними кромками.

Из сосновой заготовки напилите рейки по размерам, указанным на чертеже. Обратите внимание на толщину реек. Например, у лонжерона она неодинакова: на конце тоньше, в середине толще. Рейки для лонжеронов и передних кромок лопасти согните, подержав места изгиба над разогретым жалом паяльника. Радиус изгиба любой. Затем из пенопласта, распиленного на полосы толщиной 5—6 мм, вырежьте заготовки для лопастей. Кромки и лонжероны приклейте казеиновым клеем к полосе пенопласта таким образом, чтобы каждая лопасть имела угол атаки примерно 5—10°. Для этого сдвиньте переднюю кромку лопасти относительно лонжерона к оси винта и, подобрав нужный угол, приклейте ее. Если лопасть уже собрана, то подогрейте на паяльнике центральные части кромок и лонжеронов и отогните лопасть под нужным углом. То же самое сделайте и с другой лопастью. Когда каркас винта будет готов, приклейте консольные полосы, затем обрежьте лопасть по контуру. Нужный профиль придайте шлифовальной шкуркой, как показано на рисунке (см. сечения лопасти), и приклейте в центре с двух сторон по фанерной накладке.

Готовые лопасти обклейте папиросной или конденсаторной бумагой, пользуясь жидким казеиновым клеем. Дайте клею просохнуть, а затем покрасьте обшивку жидким нитролаком. Проследите, чтобы лопасти не повело, особенно в хвостовой части. По центру винта просверлите отверстие диаметром 4 мм для оси. Винт готов.

Теперь приступайте к изготовлению фюзеляжа (на рисунке — деталь 1). Его лучше всего сделать из сосновых реек, бамбука или пенопласта. Заготовки для фюзеляжа советуем сгибать тоже над нагретым жалом паяльника. Чтобы склеенный каркас хорошо держал форму, укрепите его сосновыми распорками и накладками из ватмана. Для стоек шасси 9, подкосов и оси 6 нужна закаленная стальная проволока. Стойки закрепите на каркасе фюзеляжа нитками и хорошенько промажьте места соединения клеем. Один конец оси отожгите и расклепайте на длину 25—30 мм; другой закрепите нитками и клеем на центральной распорке. Теперь можно обклеивать фюзеляж пенопластовыми вкладышами. Модель будет выглядеть наряднее, если кабину обклеить не пенопластом, а целлулоидом или прозрачным пластиком.

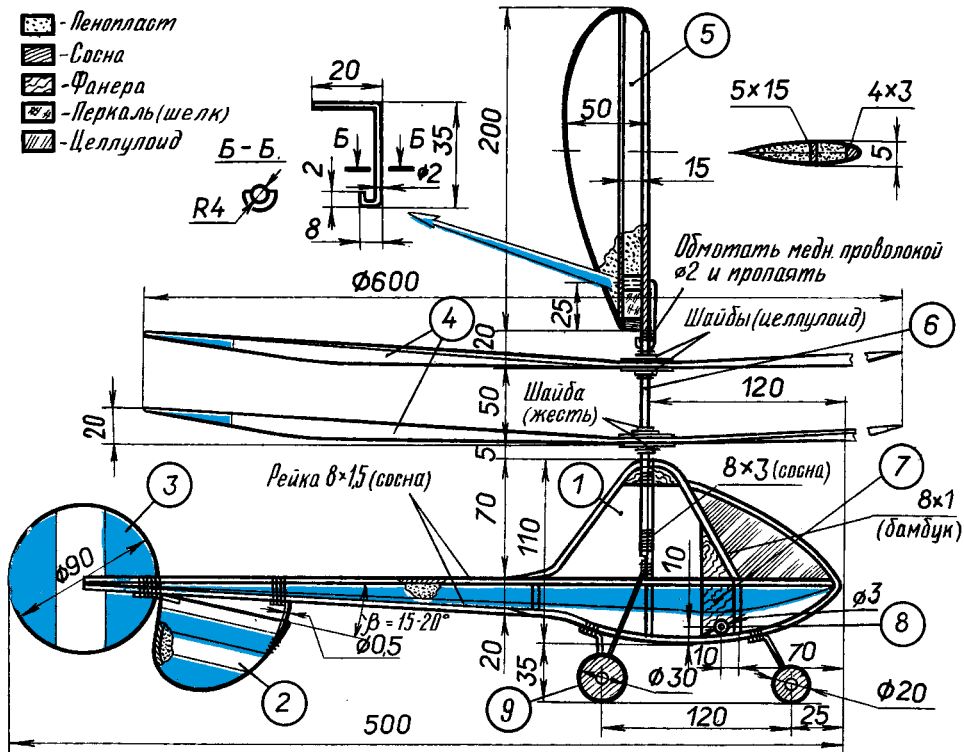


Рис. 29. Змей-вертолет А. Викторчика.

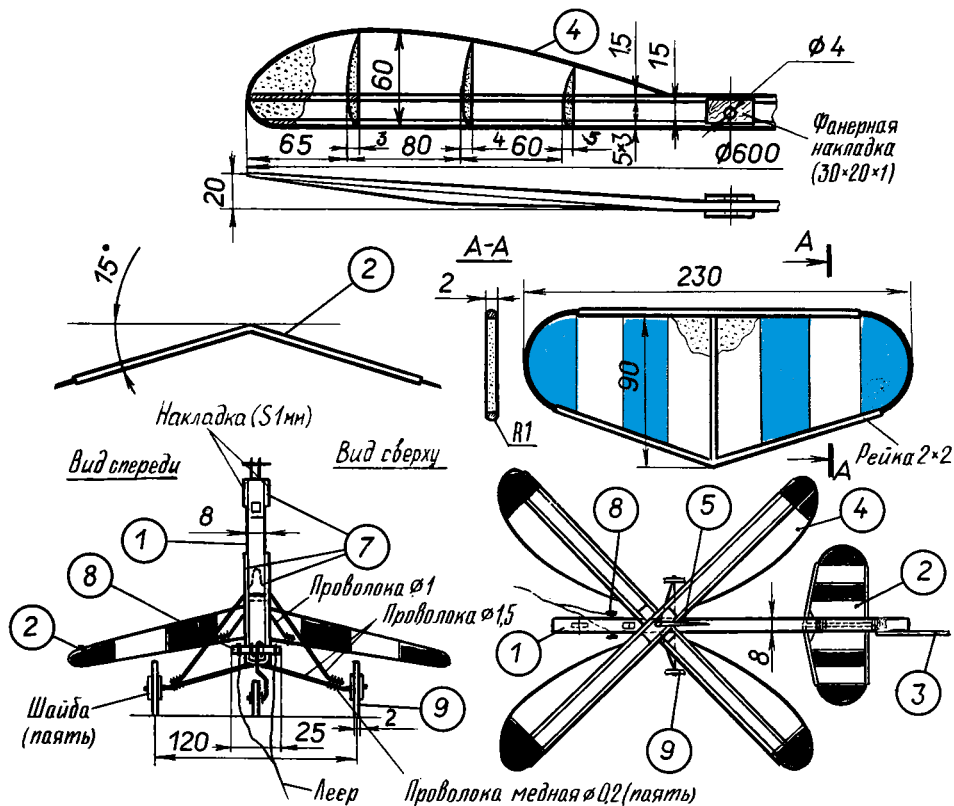
Пенопласт — непрочный материал, поэтому, чтобы установить бамбуковый штырь 8 для леера, придется наклеить на переднюю распорку и два стрингера — две фанерные накладки 7. Отделяется фюзеляж так же, как и лопасти винтов.

Стабилизатор склеивается из двух листов пенопласта и сосновых реек (деталь 2). О том, как это сделать, вы уже знаете (см. изготовление лопастей). Обратите только внимание на угол  $\beta$  и постарайтесь выдержать его в пределах  $15-20^\circ$ .

Киль 3 вырезается из картона толщиной 1 мм.

После изготовления лопастей винта, фюзеляжа и стабилизатора приступайте к сборке модели. Вначале к фюзеляжу прикрепите киль, стабилизатор, шасси. Киль приклейте на конец фюзеляжа сбоку. Стабилизатор установите на проволочных подкосах, чтобы можно было регулировать его положение под разными углами относительно фюзеляжа. Фанерные колеса закрепите на стойках шайбами.

Как можно внимательнее отнеситесь к установке винтов на оси. Сначала вырежьте из жести шайбы. Точно по чертежу припаяйте одну из них на оси. Установите на ось нижний винт и сделайте риску для другой шайбы. Запомните,



что расстояние между шайбами, удерживающими винт, должно быть на 4—5 мм больше толщины самого винта. Это делается для того, чтобы после сборки можно было наклеивать на винт с двух сторон по шайбе из целлулоида толщины 1,5—2 мм. Чтобы шайбы устанавливались на ось, разрежьте их. Верхний винт укрепите на оси точно так же, как нижний.

Итак, модель собрана. Отбалансируйте теперь винты кусочком пластилина. Привяжите к штырю лее из прочного шнура или рыболовной лески и попытайтесь запустить модель. Запомните — змей-вертолет любит ветер, и, чем он сильнее, тем лучше модель держится на привязи, тем выше она поднимается. Для слабого ветра годится только очень легкая модель. Такой змей-вертолет можно запускать даже в штиль. Но чтобы воздушный винт, вращаясь, мог удерживать модель, нужно все время двигаться вперед. При ветре 5—7 м/с змей плавно взлетает и зависает на длинном лее.

Если по какой-либо причине не удастся отрегулировать полет змея-вертолета, установите на оси винта флюгер 5, и он предупредит раскачку модели. Конструкция флюгера аналогична конструкции лопасти. Закрепить его на оси винтов можно Г-образной скобой из стальной проволоки диаметром 2 мм. Скобу при-

паяйте к оси так, чтобы отогнутый конец был направлен назад. Лопасть флюгера в корневой части усильте липовым брусом. Просверлите в бруске отверстие и вставьте в него отогнутый конец скобы. Чтобы соединение было более надежным, обмотайте скобу нитками с клеем, а затем приклейте ее к флюгеру.

Если захотите увеличить размеры модели, то для этого достаточно лишь изменить площадь стабилизатора и отрицательный угол  $\beta$ . Хвостовую балку фюзеляжа можно оставить прежних размеров.

И в заключение несколько советов по регулировке модели. Если лопасти сделаны жесткими, то винты могут слабо раскручиваться. Тогда придется уменьшить угол атаки у лопастей. Если лопасти эластичны и винты раскручиваются очень сильно, надо увеличить угол атаки примерно до  $20^\circ$ .

Не беда, если под рукой нет пенопласта или достаточного количества сосновых реек, аэролака. Их можно заменить другими материалами. Например, лопасть винта можно изготовить целиком из листа ватмана, подкрепив ее одним-двумя лонжеронами из древесины сосны или ватмана. При этом лопасть винта может быть плоской (из одного слоя ватмана) или объемной, напоминающей в сечении профиль крыла. В этом случае между верхним и нижним обводами — листами ватмана — вклеивается лонжерон.

Фюзеляж можно изготовить из одной рейки с усиленной носовой частью и небольшим пилоном для оси винтов; киль и стабилизатор — аналогично лопастям винта. Такая модель будет менее долговечной, но летать будет не хуже. Первые же полеты покажут вам, что и как можно усовершенствовать в конструкции змея-вертолета, чтобы он лучше летал.

## Змей-автожир

Змей, который вы видите на рисунке 30, можно назвать змеем-автожиром. Устойчивость и подъемную силу в полете ему создает ротор.

Познакомимся с конструкцией поближе. На одном конце фюзеляжной планки, под прямым углом к ней, укреплена ось — стальная проволока диаметром 1,5 мм. На эту ось надета втулка ротора. Изготовлена втулка из бумажной ленты. Предварительно ленту намазали с одной стороны клеем, а затем скрутили в трубочку. Обратите внимание на подшипники. Они вырезаны из плотного пенопласта и вклеены внутрь бумажной трубочки. К верхнему торцу втулки прикреплены крест-накрест две сосновые или бамбуковые рейки. Получившаяся крестовина — каркас двух пар лопастей. Сверху к каждой рейке приклеены лопасти, вырезанные из гибкого пластика или ватмана. Контуры спаренных лопастей одинаковые, а вот назначение их разное. Одна пара лопастей, вращаясь, выполняет роль несущих плоскостей, набегающий поток воздуха, ударяя в них, создает подъемную силу. Другая пара тоже создает подъемную силу, но иным образом — передние кромки лопастей, приподнятые под углом  $35^\circ$ , при вращении создают дополнительную подъемную силу за счет струи воздуха, которую они отбрасывают вниз.

Чтобы лопасти вращались с большей скоростью, под ними располагаются полусферические чашечки, напоминающие детскую вертушку. Они выполняют роль воздушного винта, благодаря которому ротор даже при слабом ветре начинает вращаться, а лопасти создают подъемную силу, достаточную для подъема змея вверх. Изготовить полусферические чашечки из целого листа ватмана нельзя. Их вы можете сделать из папье-маше — трех или четырех слоев лоскут-



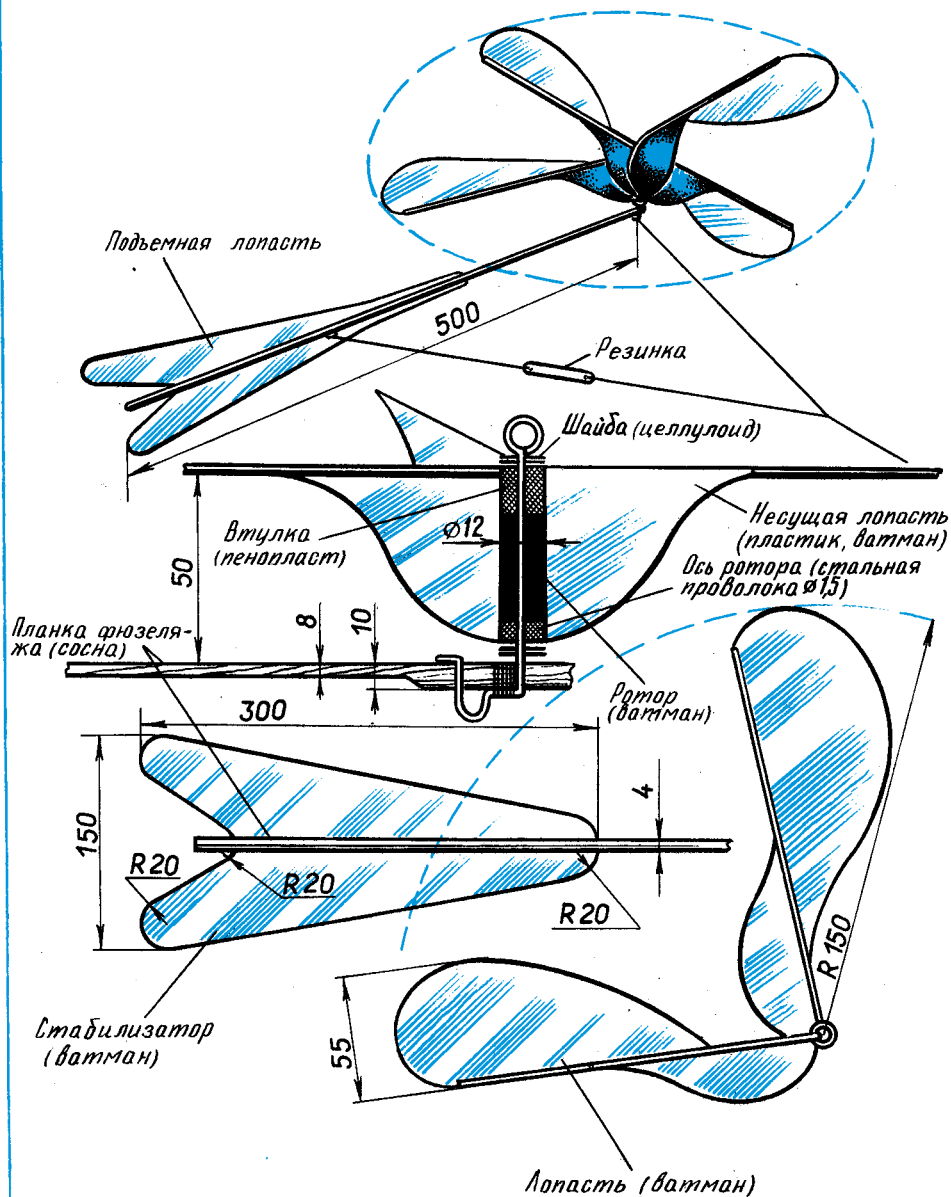


Рис. 30. Змей-автожир.

ков тонкой бумаги и клея. Если в качестве материала для изготовления лопастей вы выбрали ватман, а для изготовления чашечек — папье-маше, их следует с двух сторон покрасить яркой нитроэмалью — бумага не будет размокать в сырую погоду.

На противоположном конце фюзеляжной планки устанавливается стабилизатор. Он чем-то напоминает хвост ласточки. Его вы можете вырезать из гибкого пластика или ватмана. Правда, достаточной прочностью ни тонкий пластик, ни ватман не обладают. Поэтому следует предусмотреть на стабилизаторе несколько ребер, увеличивающих его прочность, особенно в поперечной плоскости. Окончательно стабилизатор, как и лопасти, следует покрасить яркой нитроэмалью.

Способ крепления к фюзеляжу ротора, стабилизатора и двух уздечек показан на рисунке 30.

Запускается змей-вертолет следующим образом. Ваш помощник держит змей в руках. Отпустите леер метров на десять и встаньте лицом к ветру. Небольшой разбег. Ротор с лопастями начал вращаться. Змей поднимается выше, где скорость ветра больше. Постепенно, отпуская леер дальше от себя змей поднимается вверх и висит над вами. Поднимите змей метров на 100—150. Первые же запуски покажут вам, какую часть змея-вертолета можно усовершенствовать.

## Змеи Магнуса

Наблюдая за полетом артиллерийского снаряда, Магнус обнаружил, странное явление. При боковом ветре снаряд отклоняется от цели вверх или вниз. Возникло предположение, что здесь не обходится без аэродинамических сил. Но каких? Ни сам Магнус, ни другие физики прошлого века не могли это объяснить. И может быть, поэтому практического применения эффект Магнуса долго не находил.

Современная физика нашла объяснение этому явлению. Суть его в следующем. При вращении вокруг своей оси цилиндр увлекает прилегающие к нему слои воздуха. В результате поток воздуха, окружающий цилиндр, движется не только поступательно, но и вращается вокруг него. С одной стороны цилиндра направление поступательного движения ветра совпадает с направлением вращения прилегающих к цилиндру слоев воздуха, с другой — противоположно ему. В той зоне, где направления поступательного и вращательного движений совпадают, результирующая скорость движения воздуха превосходит скорость потока, набегающего на цилиндр. И наоборот. Из закона Д. Бернулли известно, что давление воздуха тем больше, чем меньше его скорость. Поэтому-то с разных сторон на вращающийся цилиндр действуют разные силы. В итоге появляется результирующая сила, которая всегда направлена перпендикулярно воздушному потоку.

Эффект Магнуса может наблюдать каждый из вас. Достаточно посмотреть, как летит «крученный мяч» от удара опытного футболиста.

В последнее время появилось много воздушных змеев, принцип движения которых основан на эффекте Магнуса. Один из них — конструкции Д. Эдвардса — показан на рисунке 31. Этот змей чем-то напоминает вертушку. В полете корпус змея, как и артиллерийский снаряд, за которым наблюдал Магнус, вращается вокруг оси. При этом крылья-лопасти преобразуют напор ветра в подъемную силу, а устойчивость змей сохраняет за счет симметричного обтекания

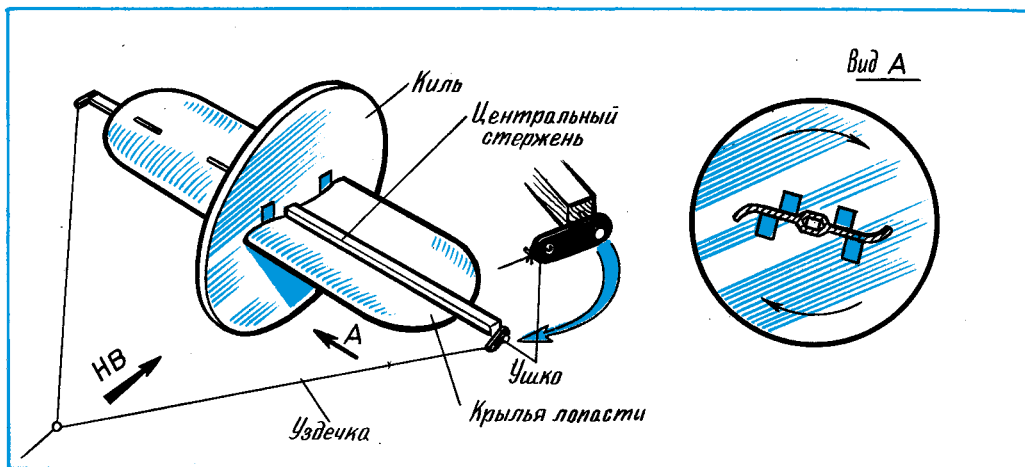


Рис. 31. Змей-вертушка Д. Эдвардса.

мого корпуса и круглого килья. Устроен змей так. Центральный стержень прямоугольного сечения, круглый киль и крылья-лопасти образуют достаточно прочный корпус, который вращается на двух осях, закрепленных на торцах стержня. Ушки и уздечка связывают корпус с леером.

А теперь попробуйте сделать змей Магнуса — модель, которую придумал С. Альбертсон. Принцип движения этого летательного аппарата хорошо виден на рисунке 32. Полуцилиндры, закрепленные на рейках и закрытые с торцов дисками, под напором набегающего потока воздуха вращаются вокруг своих осей. Если за эти оси зацепить уздечку и привязать их к лееру, то аппарат легко взлетит. Конструктивно он состоит из каркаса с осями, двух полуцилиндров, четырех полудисков и уздечки. Каркас набирается из четырех продольных и двух поперечных реек из древесины сосны или бамбука.

С каркаса и начните изготовление змея. Склейте между собой рейки, а места соединений плотно обмотайте нитками с клеем. Концы центральных продольных реек согните, подержав их над жалом нагретого паяльника, а затем склейте и для прочности обмотайте нитками, пропитанными клеем. На концах продольных реек закрепите оси (крепление такое же, как у змея-вертолета). За эти же оси привяжите уздечки. Полуцилиндры согните из ватмана и приклейте к продольным рейкам каркаса. В последнюю очередь на каркасе установите кили — каждый из них составлен из двух полудисков. Приклейте их на поперечные рейки изнутри.

Из двух, трех и даже четырех аналогичных змеев можно собирать «поезда», которые очень эффектно смотрятся с земли. Как они соединяются между собой, видно на рисунках.

А вот и последняя модель, завершающая эту главу, — воздушный змей-самолет А. Финна (рис. 33). Запуск его может быть произведен на короткой дорожке и без помощника. Прежде чем приступить к изготовлению этой модели, внимательно изучите ее конструкцию и последовательность сборки ротора. Подберите необходимый материал. Учтите, что главное — это снижение массы змея. Конструктивно модель можно выполнить по-разному, увеличивая или уменьшая разме-

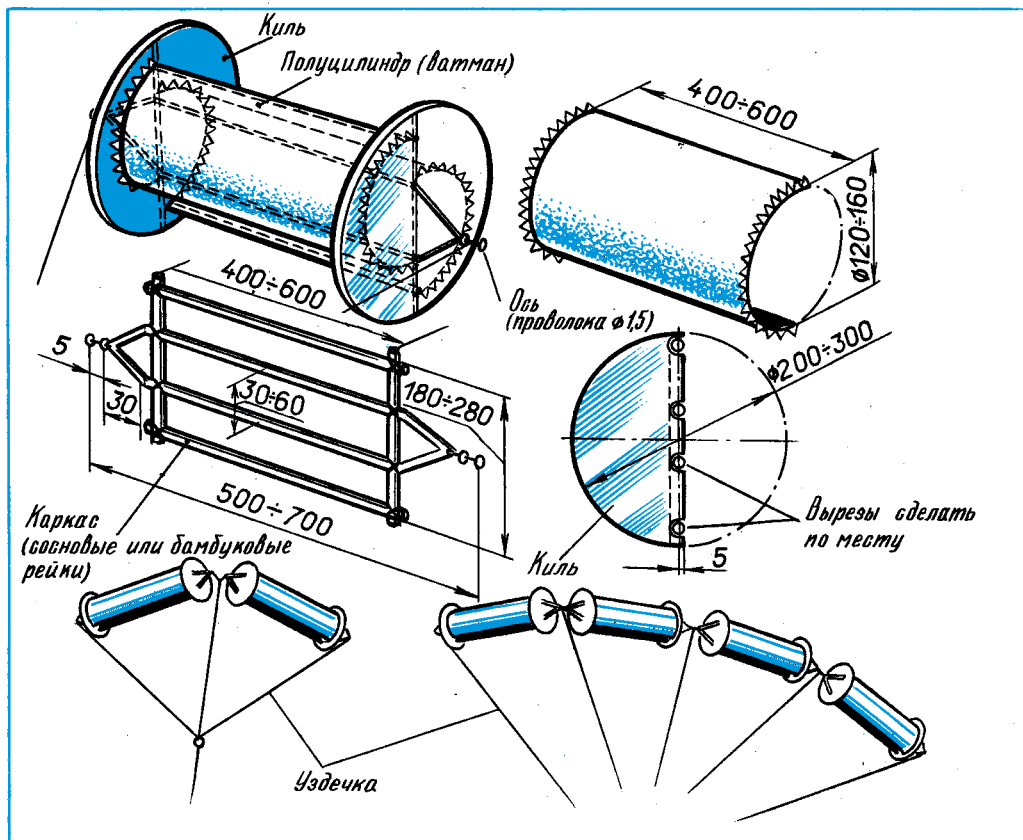


Рис. 32. Змей-вертушка С. Альбертсона.

ры по сравнению с размерами, указанными на рисунке. Прежде всего необходимо подготовить рабочие чертежи основных деталей модели: фюзеляжа, крыла, шасси, наконечника крыла, ротора и стабилизатора. Они выполняются на бумаге в натуральную величину. После этого приступайте к изготовлению деталей.

Ротор — главная и наиболее трудоемкая деталь модели. Советуем начать с нее. Конструктивно (см. на рисунке сечение А — А) это подшипник скольжения, закрепленный в фюзеляже. На токарном станке выточите из дюралюминия 3 втулки. Их внутренние и наружные диаметры подберите такими, чтобы подшипник вращался с минимальным трением. Во внутреннюю втулку забейте два деревянных стержня. Они образуют правую и левую оси для вращающихся крыльев. Внешние втулки надевать не нужно до тех пор, пока не будут заготовлены детали фюзеляжа.

Основной материал для фюзеляжа — пенопласт и сосновые дощечки или шпон, которые придают ему необходимую прочность. К центральной продольной дощечке с двух сторон приклейте 2 пластинки пенопласта. Советуем воспользоваться казеиновым клеем. Затем в корпусе просверлите отверстие для втулок,

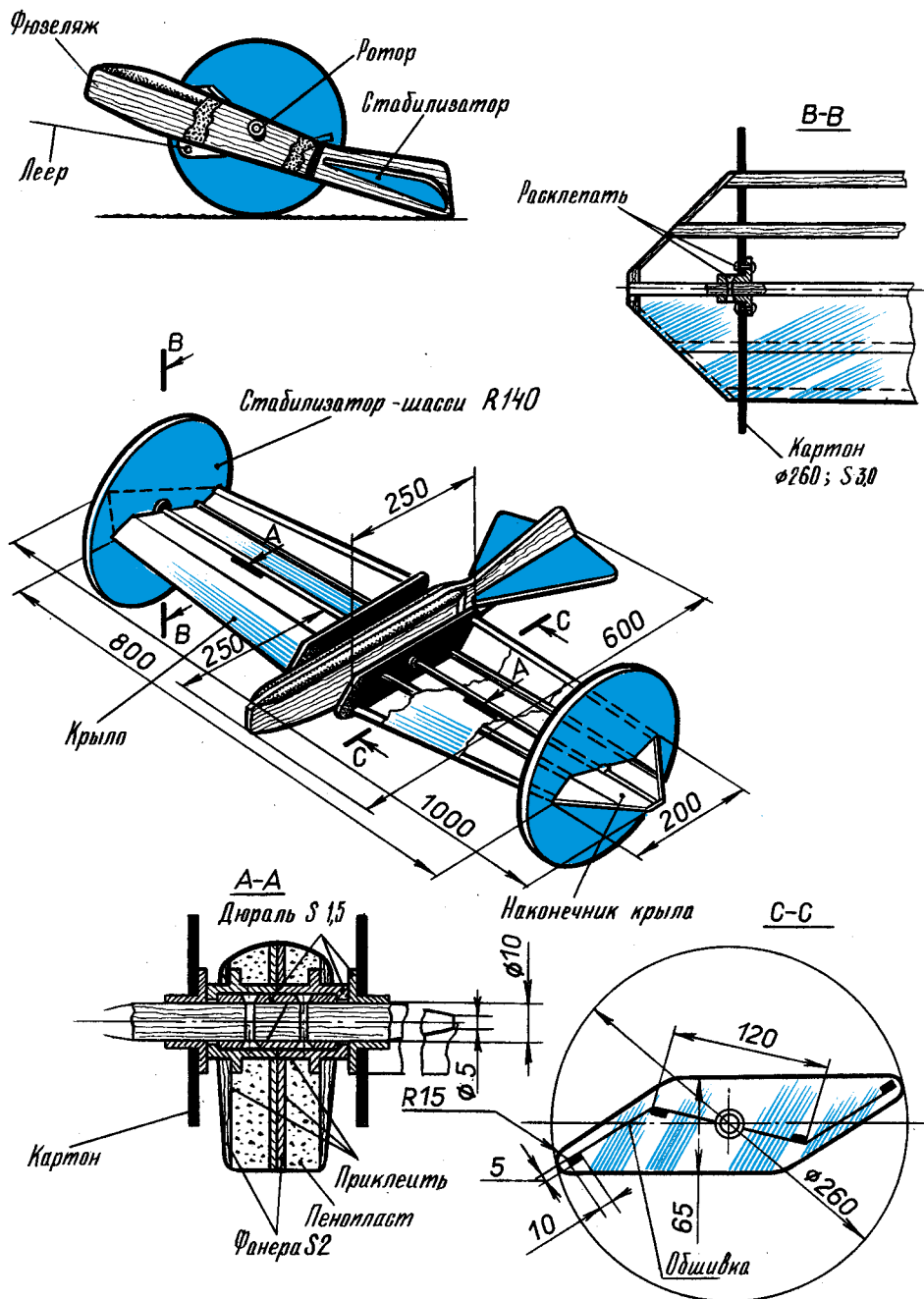


Рис. 33. Змей-самолет А. Финна.

образующих подшипник ротора. Окончательно втулки закрываются приклеенными с боков накладками из шпона.

После того как стабилизаторы будут соединены с фюзеляжем, обклейте его папиросной или конденсаторной бумагой, пользуясь казеиновым клеем. Дайте клею хорошо просохнуть, а затем покройте обшивку нитролаком.

На выступающие оси последовательно наденьте крыло, шасси и наконечник крыла. Крыло собирается из четырех основных реек (см. сечение  $B - B$  и  $C - C$ ), концы которых с одной стороны приклеиваются к основанию. Это тоже ответственная операция. Рейки необходимо приклеить так, чтобы шасси и основания вращались строго в вертикальной плоскости. Только после этого можно натянуть на рейки предварительно раскроенный кусок шелка, саржи или плотной бумаги и приклеить его казеиновым клеем. Поверхности крыльев фюзеляжа и стабилизаторов покрасьте нитролаком.

Модель воздушного змея-самолета готова. Теперь необходимо ее отбалансировать — уравновесить правую и левую части. Если такого равновесия нет, приклейте к шасси кусочки пластилина. После этого привяжите к модели леер из рыболовной лески диаметром 0,6—0,8 мм и попытайтесь запустить змея. Делать это нужно так. Установите модель в конце ровной площадки. Отпустите леер на 10—15 м и сделайте небольшой разбег. Обратите внимание: крылья модели начали вращаться вокруг оси. Змей поднимается выше, где скорость ветра больше. Крылья вращаются быстрее. И вот создаваемая ими подъемная сила, а это не что иное, как проявление эффекта Магнуса, уже уравновешивает массу модели. Змей висит над вами. Отпуская леер все больше и больше, можно поднять модель на 50—100 м и выше.

Первые же полеты покажут вам, какую часть необычного воздушного змея можно усовершенствовать. Главное — постараться как можно больше снизить массу модели, сохраняя ее прочность.

В заключение следует отметить, что летательные аппараты, принцип полета которых основан на реализации эффекта Магнуса, — почти нетронутая область изобретательского творчества. Поэтому, думается, несколько советов не помешают юным модельстам. Прежде всего надо учитывать, что окружная скорость вращающихся лопастей или крыльев в 1,7 раза больше скорости ветра. На практике это означает, что подобные змеи способны взлетать, когда скорость ветра превышает 4 м/с. При сильном ветре устойчивость змея не уменьшается, а, наоборот, возрастает за счет увеличения гироскопического эффекта. Но вместе с тем возрастают и центробежные силы инерции, стремящиеся разрушить вращающиеся лопасти или крылья. Помните об этом.

Угол подъема таких змеев обычно не больше  $45^\circ$ , а улучшенных конструкций —  $60$ — $65^\circ$ , что является существенным недостатком. Однако, если улучшить профиль полуцилиндров или крыла, то удастся добиться более высоких результатов. Улучшенный профиль представляет собой часть развернутой спирали вместо части полуцилиндра.

Размах змея должен быть не менее 0,5 м, а длина полуцилиндров берется обычно в 2,5 раза больше диаметра.

При запусках вы можете столкнуться с явлением вибрирования змея и соответственно леера, что связано с самой физической сущностью эффекта Магнуса. Это нежелательное явление можно устранить, если одну лопасть (крыло) повернуть относительно другой лопасти (крыла) на  $90^\circ$ . Летные качества такого змея станут значительно лучше.

## Моталка

Приспособление, которое приведено на рисунке 34, сконструировал англичанин Д. Йолан. С помощью моталки упрощается запуск и сопровождение змея, когда он парит в небе. Леером моделистам чаще всего служит рыболовная леска. Диаметр лески всего 0,5—0,8 мм. Легкая и прочная, она способна под нагрузкой немного растягиваться и таким образом сглаживать рывки от порывов ветра. Но у лески есть один существенный недостаток — она сильно натирает кожу на пальцах. Чтобы этого не происходило, и нужна моталка.

Развертка корпуса наложена на квадратную сетку, стороны которой равны 15 мм. Перенесите (в двух экземплярах) контуры корпуса на лист фанеры толщиной 8—10 мм и выпилите их лобзиком. Сложите заготовки вместе и стяните их винтами, как показано на рисунке. А теперь края опилите напильником и зачистите шкуркой. Точнее разметьте и просверлите в корпусе отверстия диаметром 5,2 мм под тормозной и заводной рычаги. Половинки корпуса разъедините и покройте 2—3 слоями мебельного лака.

Тормозной и заводной рычаги изготавливают из стальной проволоки диаметром 5 мм. Левый конец тормозного рычага необходимо согнуть и расплющить, а правый конец заводного рычага проточить на токарном станке до диаметра 4 мм и согнуть (см. рис. 34). На других концах этих деталей нарежьте резьбу М5.

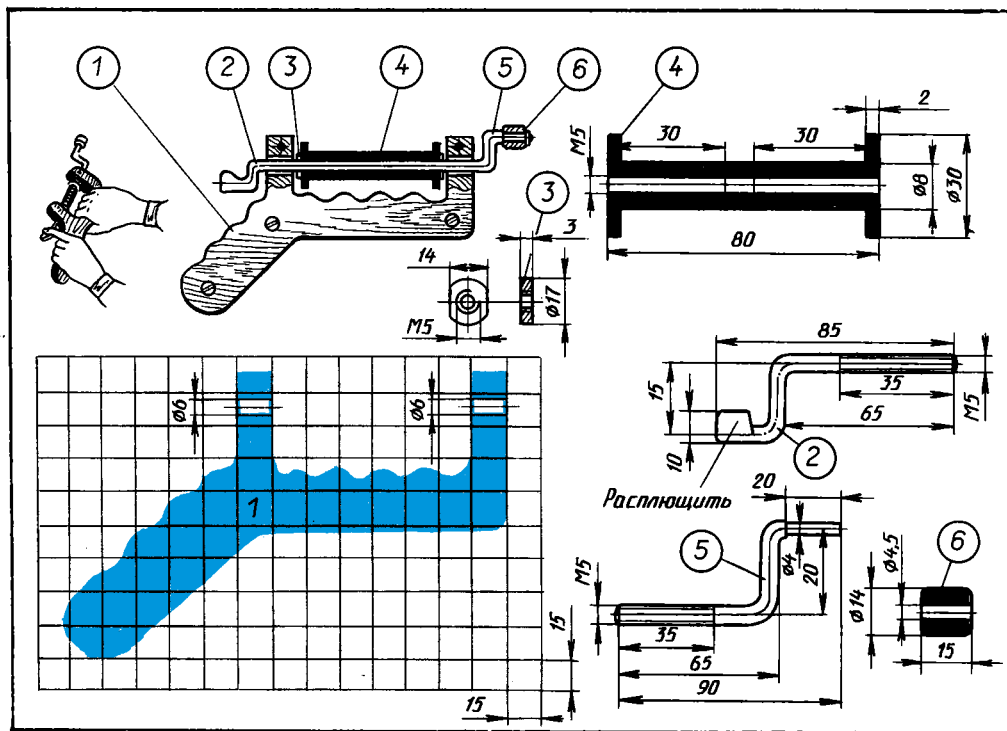
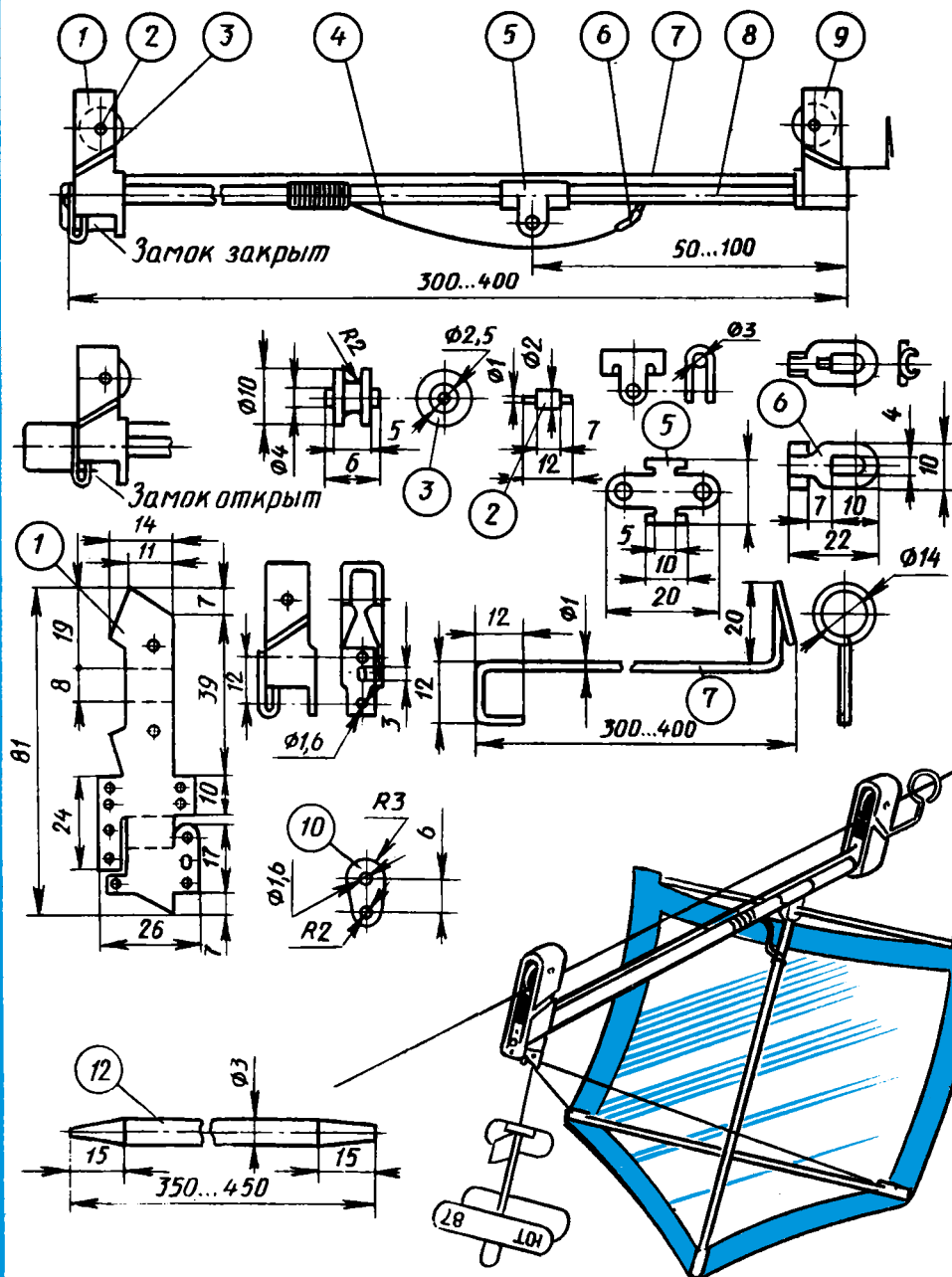


Рис. 34. Моталка Д. Йолана.







## Воздушный почтальон

Такого змея разработал инженер А. Заводный. На рисунке 35 показан общий вид и отдельные детали.

Раму, мачту и верхний рей изготовьте из алюминиевой проволоки. Тележки, обушок, планку и наконечник пружины по приведенным на рисунке разверткам вырежьте из листа дюралюминия толщиной 1 мм. Материал для роликов можно выбрать любой, например дюралюминий, плотное дерево, пластик. Ролики придется выточить на токарном станке. Если вы подберете готовые ролики, то учтите, что в зависимости от их размеров придется внести соответствующие изменения на развертках тележек. Радиус сгиба нижней и верхней тележек не должен превышать 1,5 мм. Отверстия и прорезы в них сверлите после гибки. Чтобы установить оси с роликами внутри тележек, верхнюю половину их корпусов следует немного разогнуть, а затем вновь вернуть в исходное положение.

Наденьте тележки пазами на концы рамы, в которых предусмотрены лыски. Выступающие части рамы необходимо расклепать, чтобы соединение получилось прочным и неразъемным. Обушок не должен вращаться и скользить по раме. Поэтому в местах его установки часть рамы следует слегка расплющить, а концы обжать плоскогубцами.

Толкатель и нижний рей изготовьте из стальной проволоки диаметром 0,8—1,2 мм. Переднюю часть толкателя, его кольцо, сгибайте после установки в отверстиях тележек.

Парус сшейте из тонкой полиэтиленовой пленки (желательно цветной), тонкого шелка или капрона и обстрочите его края яркой шелковой лентой шириной 40 мм. Для крепления паруса к мачте и реям в его углах пришейте кусочки пластмассовой трубочки от использованного стержня шариковой ручки. Для крепления нижнего рея в трубки вставьте кусочки спичек длиной 3—4 мм — они не дадут концам рея протереть ткань. К месту крепления нижнего рея к парусу привяжите концы уздечки из лески, тонкого шнура или толстой нитки. Длину уздечки отрегулируйте так, чтобы угол между мачтой и рамой составлял 65—75°. В середине уздечку привяжите через отверстие в планке. Второе отверстие в планке должно оставаться свободным — оно фиксируется на замковой части толкателя.

Чтобы «почтальон» быстро возвращался назад после сбрасывания груза, рекомендуем установить пружину, с помощью которой поворачивается мачта и складывается парус. Для этих целей подойдет кусок пружины от старого будильника или сломанной заводной игрушки. Один конец пружины прижмите к раме и плотно обмотайте нитками, пропитанными водоотталкивающим клеем или лаком. На другой конец прикрепите наконечник (его достаточно слегка обжать плоскогубцами). Можно, конечно, обойтись и без пружины. Ветер сам повернет мачту с парусом после освобождения уздечки. Только в этом случае «почтальон» будет возвращаться на землю медленнее.

Для срабатывания замка и спуска модели поперек леера нужно закрепить упор — деревянную палочку длиной 15—20 мм. Расстояние от упора до уздечки змея рекомендуем выбрать не менее 2 м.

Пользоваться «почтальоном» надо так. Запустите змея как можно выше. Введите мачту в кольцо нижнего рея, на концы которого натяните углы паруса. Верхний конец мачты проденьте сквозь кольцо наконечника пружины и совместите отверстия обушка с отверстием верхнего конца мачты. Зафиксируйте сое-

динение верхним реем, на концы которого натяните верхние углы паруса.

А теперь, используя наклонные щели в бортах тележек и разъем в кольце толкателя, наденьте воздушный «почтальон» на леер змея. Отогнутые щечки тележек не позволяют лееру соскочить с роликов. Тележки должны перемещаться по лееру свободно, без ощутимого сопротивления.

На модель самолета, вертолета или к парашютисту привяжите петельку из тонкой лески — она будет меньше скручиваться. Наденьте планку и петельку модели на замковую часть толкателя и закройте замок. Теперь отпустите «почтальона». Парус увлечет его вверх по лееру. Когда толкатель ударится об упор, замок откроется и освободит модель и уздечку паруса. Модель полетит вниз, а воздушный «почтальон» со сложенным парусом вернется обратно по лееру и будет готов к повторному запуску.



## II. В СВОБОДНОМ ПОЛЕТЕ

В этой главе мы расскажем о том, как из самых простых и доступных материалов можно сделать модели планеров, самолетов, вертолетов и аппаратов с машущими крыльями.

Но хотелось бы сразу предостеречь вас. Глядя на модели, у вас может сложиться ложное представление о том, что достаточно взять материал, инструменты, клей, собрать модель, — и вот ее уже можно запускать. Но первая попытка вполне может окончиться неудачей, модель камнем полетит к земле или закружит по какой-нибудь немыслимой траектории. Что делать? Прежде всего попытайтесь понять, от чего зависят такие ее летные данные, как дальность и продолжительность полета, что нужно сделать, чтобы она не опускала в полете слишком сильно нос или, наоборот, не задирала его, как можно заставить модель летать по прямой, поворачивать налево или направо, по кругу. Начинать свою работу с малой авиацией советуем с простых моделей.

### Игрушки, которые летают

Не больше пяти минут понадобится, чтобы сделать каждую из трех летающих игрушек, показанных на рисунках 36, 37 и 38. Для этого вам потребуются: бумага, клей, спички, кусочек шпона или фанеры, тонкая резина.

Первую игрушку (см. рис. 36) придумал ленинградский школьник В. Титов. Назвал он ее «Пчелкой» — и действительно, в полете она очень напоминает пчелу.

Вырежьте из бумаги (можно тетрадной) прямоугольник размером  $80 \times 70$  мм. Разметьте крылья — они обозначены пунктиром — и прорежьте их по линейке лезвием бритвы или острым ножом. Сверните прямоугольник в цилиндр и склейте. Крылья отогните. К передней части «Пчелки» приклейте кусочек пластилина. Можно нанести на корпус игрушки поперечные желто-черные полосы.

Регулируется «Пчелка», как и обычный планер: если кабрирует, т. е. задирает нос, прибавьте кусочек пластилина, если пикирует — убавьте.

На рисунке 37 показана модель вертолета, которую невозможно представить себе в более простом виде. Сконструировал ее И. Михайлов из Норильска. Фюзеляж — спичка, а винт вырезается из бумаги. Спичку аккуратно расщепите и вставьте винт. Затем отогните лопасти — и вертолет готов. Запускать его мож-

Рис. 36. «Пчелка».

но из окна или балкона. Модель плавно полетит вниз, а если повезет и она попадет в достаточно сильный восходящий поток, то и вверх.

Модель С. Нечая и М. Арсеньева из Новосибирска (рис. 38) немного сложнее, зато снабжена резиномотором и летит вверх самостоятельно, не нуждаясь в восходящих потоках воздуха. Фюзеляжем этого вертолета служит внутренняя часть спичечного коробка. Основа винта — полоска шпона длиной 200 мм и шириной 4 мм. Если шпона нет, можно отщепить один слой от обычной фанеры. К шпону приклейте лопасти, вырезанные из бумаги.

Вал винта сделайте из тонкой стальной проволоки. Один конец вала загните под прямым углом, примотайте к центру винта нитками и промажьте клеем БФ-2.

В спичечном коробке проколите шилом отверстие и пропустите через него вал винта, предварительно надев на него бусинку или 2—3 шайбочки, вырезанные из целлулоида. Загните конец вала крючком.

Для резиномотора понадобится кусочек круглой резины длиной 360 мм. Свяжите концы его ниткой, затем сложите получившееся кольцо в 4 раза. В результате получится 8 нитей. Один конец резиномотора накиньте на крючок вала винта; в противоположной стороне коробки сделайте дырку, пропустите другой конец резиномотора и укрепите обломком спички. Приклейте к коробку два стабилизатора. Стабилизаторы, как и винт, сделайте из шпона и бумаги.

Остается закрутить винт и запустить модель.

Рис. 38. Простейший вертолет с резиномотором.

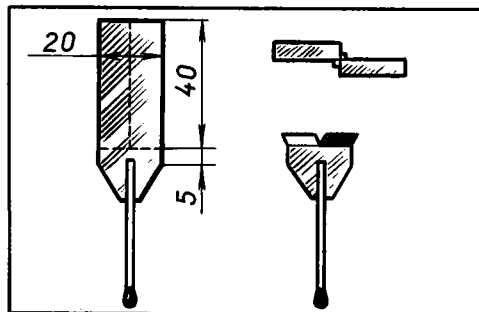
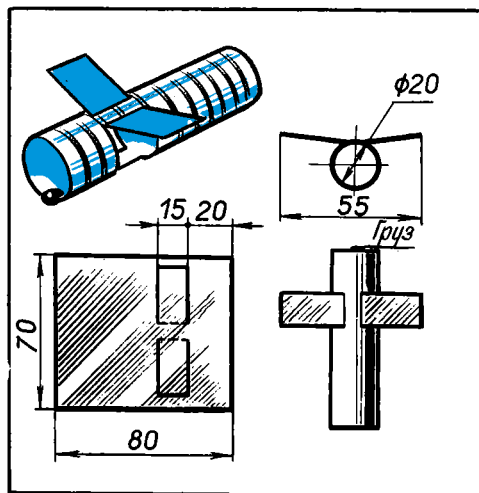
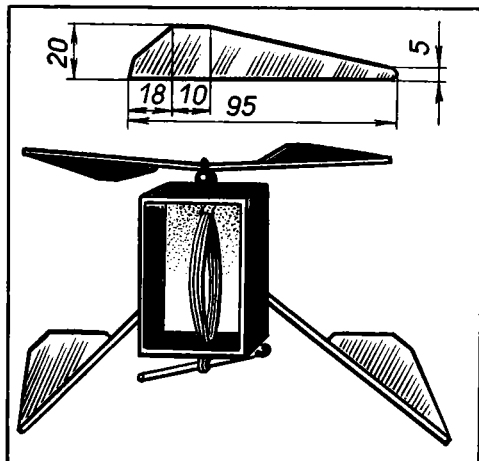


Рис. 37. Простейший вертолет.



## Планеры или самолеты из спичек

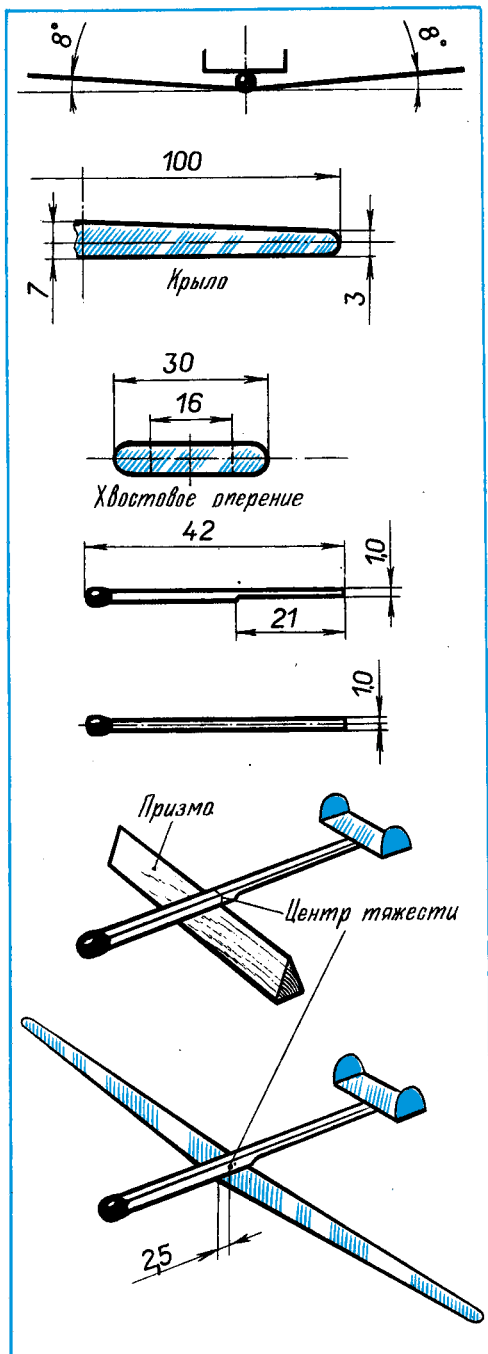


Рис. 39. Летящая спичка.

Чтобы сделать такие модели, нужны самые простые и доступные материалы — спички, бумага, клей и крохотный кусочек пластилина, который нужно прилепить к носу модели для центровки. Инструменты — линейка, карандаш, ножницы, наждачная бумага.

Миниатюрную летающую модель планера, которую вы видите на рисунке 39, придумал С. Касинский. Фюзеляж модели изготавливается из спички, а крыло и хвостовое оперение — из тетрадной бумаги.

На листе в клетку остро заточенным карандашом разметьте крыло, хвостовое оперение и аккуратно вырежьте ножницами. На хвостовом оперении отогните по пунктиру 2 кия.

Для фюзеляжа надо подобрать ровную прямослойную спичку с прочной головкой. Спичку обработайте лезвием от безопасной бритвы так, чтобы ее конец имел толщину не более 1 мм. Места обработки дополнительно выровняйте надфилем и мелкой шкуркой.

Хвостовое оперение закрепите на фюзеляже клеем БФ-2 или канцелярским, казеиновым. Устанавливать оперение нужно очень точно.

После просушки найдите центр тяжести модели. Для этого отбалансируйте модель на призме, изготовленной из деревянной палочки (см. нижнюю часть рисунка). Карандашом проведите линию, на которой лежит центр тяжести. Крыло приклейте так, чтобы его передняя кромка была на 2,5 мм впереди центра тяжести.

После просушки выправьте покоробившиеся части модели. Крылу придайте поперечный угол наклона величиной около  $8^\circ$ . Общий вид готовой модели показан на рисунке.

Возьмите планер указательным и большим пальцами за фюзеляж между крылом и хвостовым оперением и пусти-

те легким толчком горизонтально в воздух. Если планер быстро летит вниз носом, слегка отогните заднюю кромку стабилизатора вверх. Если модель зависает и затем опускается плашмя, отогните кромку вниз. Если же модель поворачивает вправо, отогните задние кромки килей влево — и наоборот.

Может случиться, что модель летит с креном и разворотом вправо, в этом случае отогните вверх переднюю кромку правого крыла. При левом крене отгибается вверх передняя кромка левого крыла.

Правильно изготовленная и хорошо отрегулированная модель может пролететь по прямой до 8 м.

Модель самолета В. Круглова, школьника из города Бекабада Узбекской ССР по конфигурации на первый взгляд мало отличается от традиционной (рис. 40). Но юный конструктор пошел на маленькую хитрость, благодаря которой ему удалось увеличить длину фюзеляжа, не утяжеляя модель. Отрезав головку, он не стал пропускать спичку через все крыло и стабилизатор, а приклеил ее одним кончиком к крылу, другим — к стабилизатору. Головка спички приклеена к носу планера, к ней лепится пластилин для центровки модели.

Юный московский авиаконструктор А. Серяков предлагает модель, формой своей похожую на летающее крыло. В его модели (рис. 41) нет хвостового оперения. Зато очертания крыла он оставил почти неизменными. Модель плохо летала бы, если бы не одна хитрость. На задних кромках крыла сделаны закрылки (отогнутые вверх примерно на  $45^\circ$ ). Модель хотя и капризна, но при удачном запуске все же летает.

А вот еще одна модель самолета (рис. 42). Сделал ее С. Токарев из Свердловска. Она проста по конструкции и в то же время необычна по форме. Крыло надо сделать из ватмана, а спичку аккуратно зашкурить (как, впрочем, и в других моделях). Чтобы этот мини-планер хорошо летал, нужно подобрать вес грузика и потренироваться в запуске.

Очень интересны две модели «летающее крыло», придуманные Н. Безбородовым из Омска. У первой модели (рис. 43) слегка отгибаются вверх не только консоли, но и носик крыла. Чтобы вставить киль, нужно расщепить сзади спичку. Вторая модель, как видите (см. рис. 44) существенно отличается от предыдущей. Пластилин для этих моделей не нужен: носик оказывается тяжелее, чем необходимо, и центровка сводится к тому, что с головки спички острожно и понемногу соскабливается сера, пока полет модели не пройдет успешно.

По поводу модели В. Броуна и С. Савина из Ханты-Мансийска (рис. 45) мнения могут разделиться. Одни будут считать, что это «летающее крыло», раз у нее ничто не выступает сзади за консоли крыльев. Другие же будут утверждать, что модель обычная, поскольку есть стабилизатор. Но суть ведь не в типе модели, а в том, что она неплохо летает.

Есть среди юных авиаконструкторов и такие, которые создают спичечные модели типа биплана. На рисунке 46 показана модель А. Крупского из Тбилиси. С ней удобно проводить соревнования на дальность полета и точность приземления. Многие из вас знают, что для корректировки полета модели приходится отгибать кромки крыльев, стабилизатора и киля. Конструктор этой модели предлагает место сгиба покрыть тонким слоем нитроклея и поддержать с полминуты — тогда кромка не отогнется обратно.

В модели В. Игнатчика из Брестской области (рис. 47) трудно понять, где кончаются крылья и начинается хвостовое оперение. Но летает модель вполне прилично.

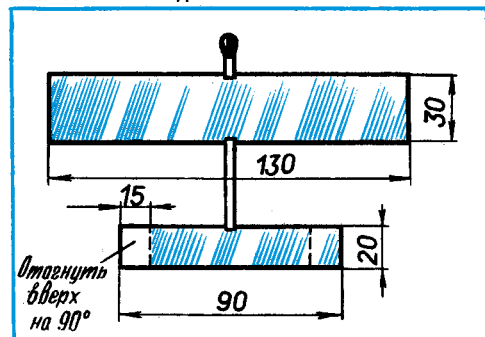


Рис. 40.

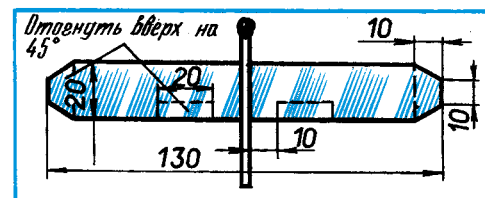


Рис. 41.

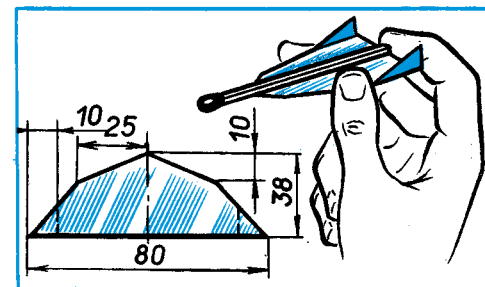


Рис. 42.

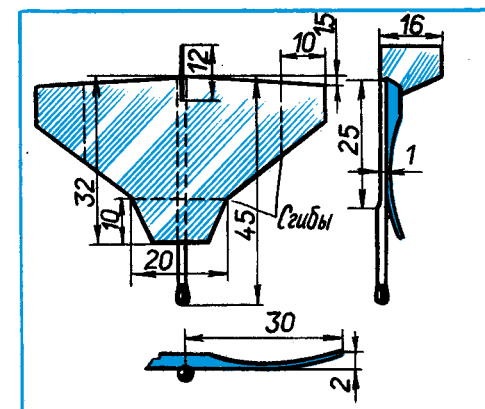


Рис. 43.

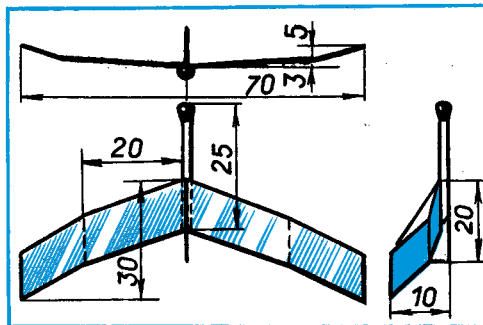


Рис. 44.

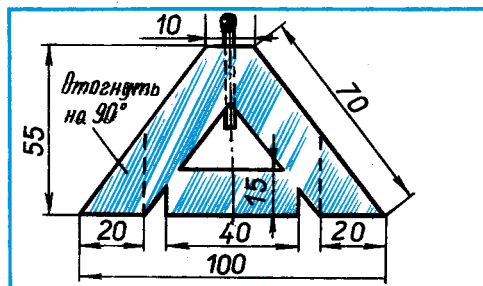


Рис. 45.

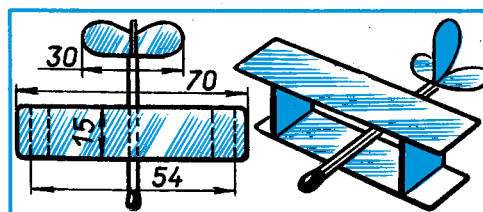


Рис. 46.

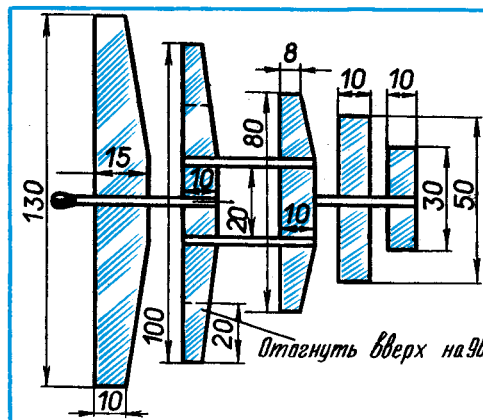


Рис. 47.



А. Комлев из Краснокамска сконструировал и построил фюзеляжную модель планера (рис. 48). Напомним, что все предыдущие модели — схематические. Фюзеляж этого планера склеивается из тонко оструганных спичек и оклеивается папиросной бумагой. Пластину при регулировке закладывается в нос модели. Крылья, стабилизатор и киль вырезаются из плотной бумаги.

Ю. Шершнева из Саратовской области ухитрился обойтись не только без спички, но и без всякого инструмента, даже без ножниц. Наверное, каждого, кто возьмет в руки такой планер, охватит сомнение: не может же в самом деле летать вот такая загогулина (рис. 49). Вы все-таки попробуйте сделать такой планер. Расправьте крылья, укрепите на носу кусочек пластилина. Кстати, нос у этой модели — понятие условное, поскольку спереди и сзади она абсолютно одинакова, и только грузик будет обозначать, в какую сторону ей лететь. Запустите модель (если только ее можно назвать моделью), она совершит плавный и довольно красивый полет.

Возможности планера, выполненного из спичек и бумаги, весьма ограничены. Все они летают со снижением, в воздухе часто ведут себя капризно, требуют тщательной регулировки. А вот М. Цыбаков из Москвы предлагает установить на спичечном планере двигатель (рис. 50). Правда, если резиномотор поставить на все описанные выше планеры, их нужно будет заново регулировать. Но все равно гораздо интереснее запускать аппарат, летающий самостоятельно.

Изготовить резиномотор можно за полчаса, не больше. Спереди и сзади в спичке-фюзеляже аккуратно сделайте небольшие углубления. В них потом вы вставите передний подшипник винта и задний крючок. И подшипник, и крючок выполните из мягкой проволоки, используя, например, вывод испорченного резистора. Проволоку обмотайте тонкой ниткой в местах соединения со спичкой и промажьте клеем БФ-2. Винт выстругайте ножичком из рейки длиной 45 мм, шириной 6 мм и толщиной 4 мм. Строго

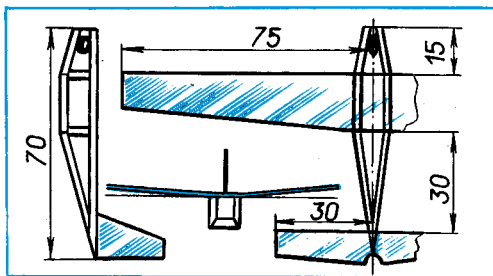


Рис. 48. Каркасная модель из спичек.

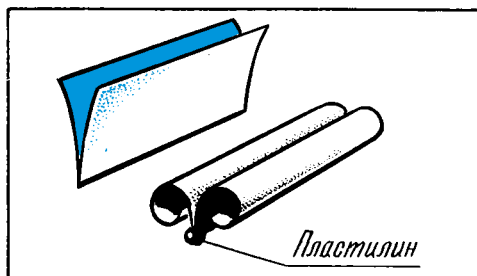


Рис. 49. Самая простейшая бумажная модель.

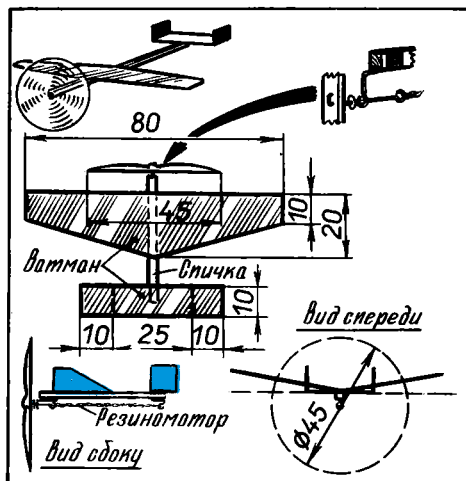


Рис. 50. Резиномотор на спичке.

по центру винта пропустите ось из проволоки. Конец оси загните крючком для резиномотора.

Резиномотор сделайте из двух ниток, вытянутых из бельевой резинки. Закрутите его на 100—120 оборотов. Модель с таким двигателем летает с большой скоростью.

## Ракеты без пороха

В те дни, когда холодно или идет дождь, трудно проводить соревнования моделей во дворе или на лужайке. В такие дни можно сделать три «комнатные» ракетные установки, несколько моделей ракет и устроить состязания хотя бы в длинном коридоре или спортзале.

Первая ракетная установка класса «Земля — воздух — воздух» (рис. 51) делается в основном из фанеры. В главной стойке 1 просверлите отверстия диаметром 4 мм. Выпилите две одинаковые детали, которые образуют спусковой крючок 3. Прибейте их с двух сторон к главной стойке. Обе они должны вращаться на оси-гвоздице. Снизу в прорезь этой же стойки вставьте еще одну — поперечную стойку 2.

Корпус ракеты 4 склейте на толстом карандаше или палочке диаметром 10 мм. Для изготовления его возьмите лист плотной бумаги размером 110×110 мм. «Головной обтекатель» 5 вырежьте из ластика и обработайте шкуркой. Он должен на 10 мм входить в головную часть корпуса. Стабилизаторы 6 вырежьте из плотной бумаги. Отогните 4 язычка — по 2 в противоположные стороны. Смажьте их клеем и прикрепите к хвостовой части ракеты на расстоянии 5 мм от края. Нижнюю часть корпуса оклейте в два слоя бумагой шириной 5 мм. Готовую ракету покрасьте и напишите на ней номер.

Спусковую скобу 7 согните из стальной проволоки толщиной 1,5 мм, как показано на рисунке.

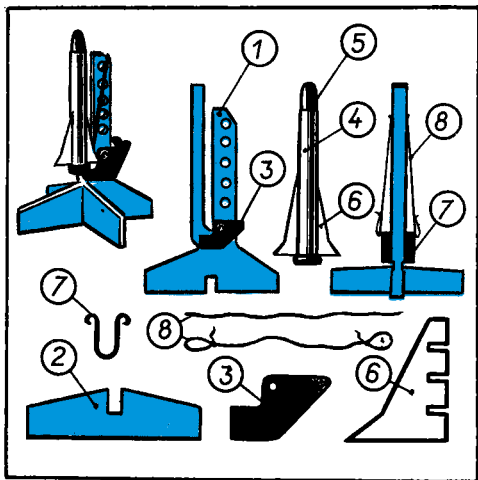


Рис. 51. Ракетная установка «Земля — воздух — воздух».

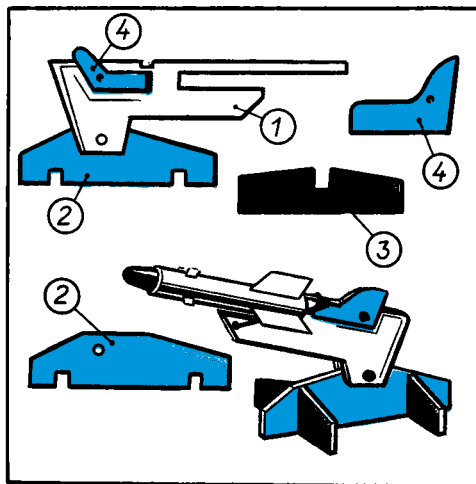


Рис. 52. Ракетная установка «Земля — воздух — Земля».

Двигатель 8 — кусок авиамодельной резины длиной 120 мм. На ее концах сделайте петли: сначала завяжите одну петлю, свободный конец резины проденьте в отверстие в верхней части стойки 1 и завяжите вторую петлю.

Соедините все фанерные детали. Установите в петли спусковой скобы резиномотор. Натянув резину, вставьте спусковую скобу в нижнюю прорезь. Теперь наденьте на стойку ракету. Плавнo нажмите на спусковую крючок. Он освободит спусковую скобу, и резиновый ускоритель подбросит ракету вверх.

Сделав несколько таких ракетных установок, можно провести соревнования на точность их попадания в кольцо, подвешенное на 2 м от пола.

Вторая ракетная установка класса «Земля — воздух — Земля». Посмотрите на рисунок 52. Ракетная установка, изображенная на нем, отличается от предыдущей устройством пусковой стойки. Сама ракета и резиновый двигатель те же. Пусковую стойку 1 вырежьте из фанеры толщиной 4 мм. Прикрепите ее гвоздиком к основанию 2, которое прочно удерживается в равновесии двумя боковыми стойками 3. Пусковая стойка должна туго вращаться на основании установок: для этого гвоздь надо загнуть с обратной стороны. Это позволит устанавливать пусковую стойку под разными углами, изменяя которые можно послать ракету в нужном направлении.

Спусковой крючок 4 несколько другой формы.

Изготовив несколько одинаковых ракетных установок, можно провести соревнования на точность их приземления. Для этого сделайте мишень: начертите на бумажном листе круг диаметром 1000 мм, а внутри него еще 2 круга диаметром 600 мм и 300 мм. Прикрепите лист к стене или положите на полу. Запуски ракет лучше всего производить с табуреток.

И наконец, третья ракетная установка-игрушка (рис. 53). Ее придумал Ю. Жариков из Кирова. Просматривая фильм о жизни индейцев Амазонки, он заинтересовался охотой индейцев с применением духовых трубок. Эти трубки и послужили отправной точкой для создания игрушечной ракетной установки.

Давайте познакомимся с ней. На массивном деревянном бруске 1 закреплен обыкновенный насос-«лягушка» 2, которым надувают резиновую лодку или матрац. Резиновая трубка, выходящая из насоса, через переходную втулку подсоединена к тонкостенной дюралюминиевой трубке 4 с наружным диаметром 16 мм. Как в духовом ружье индейцев, эта трубка служит стволом. На трубку надета переходная резиновая втулка и хомутом 5 прижата к уголку 3, привернутому двумя шурупами к деревянному брусу. В уголке сделан пропил, благодаря которому ствол можно поворачивать в вертикальной плоскости. При стрельбе ствол фиксируется болтом 6.

Ракету надевают на ствол, словно колпачок на корпус шариковой ручки. Сама ракета 7 представляет собой дюралюминиевую тонкостенную трубку, внутренний диаметр которой всего на 1 мм больше наружного диаметра ствола. Для герметичности в носовую часть ракеты вставлена пробка конической формы из плотной резины. Она обеспечивает правильную центровку ракеты в полете и смягчает удары о преграду.

А теперь несколько слов о технике запуска. Ракету надевают на ствол пусковой установки и наводят на цель: сначала поворотом деревянного бруса, а затем поворотом прицела. После этого с силой давят на крышку насоса. Импульс сжатого воздуха оказывается настолько сильным, что ракета срывается со ствола и устремляется к цели.

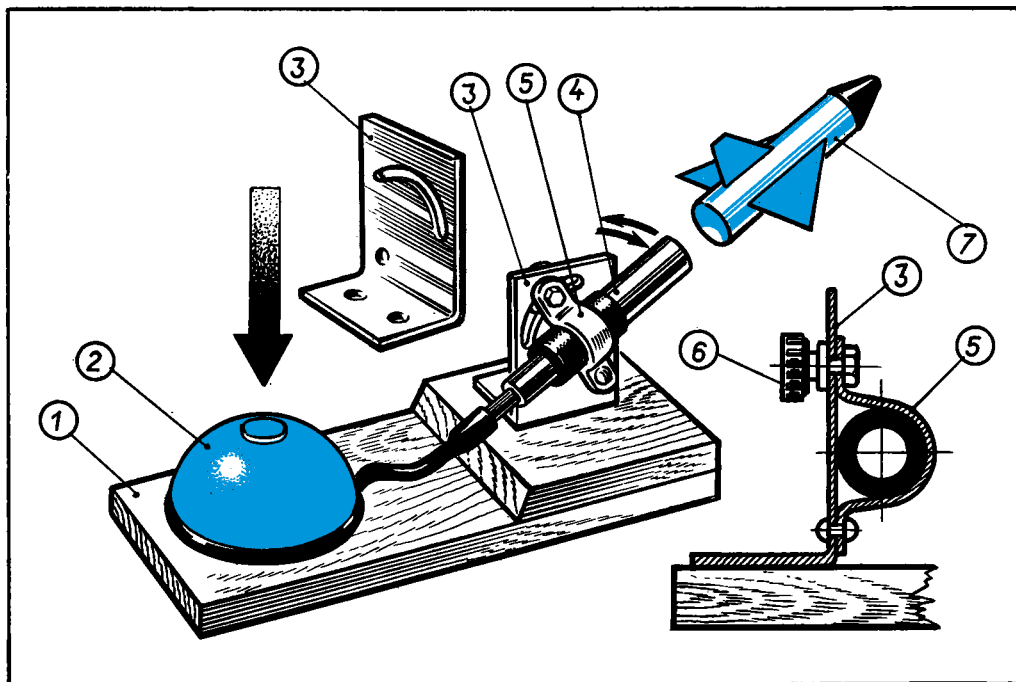


Рис. 53. Пневматическая ракетная установка.

## Стартовая пневматическая установка

А сейчас попробуйте свои силы в изготовлении более сложных стартовых пневматических установок. Их придумал А. Колеватов из Горького.

За основу он взял пусковую установку Ю. Жарикова, модернизировав ее. Дело в том, что у этой установки два недостатка. Во-первых, насос соединяется со стволом резиновой трубкой, внутренний диаметр которой вдвое меньше диаметра ствола. Поэтому струя сжатого воздуха встречает в трубке большое сопротивление. Это приводит к тому, что внутри ствола не возникает высокого давления и ракета не может лететь далеко. А во-вторых, не очень-то удобно вести прицельные запуски и одновременно с силой давить на крышку насоса ногой или рукой.

Пневматические ракетные установки, придуманные А. Колеватовым (рис. 54 и 55), лишены этих недостатков. У них всего три детали: ракета 1, поршень 2 и цилиндр 3. Как видите, здесь нет насоса, на крышку которого надо было бы с силой давить рукой или ногой, чтобы запустить ракету. Нет и тонкой резиновой трубки, ограничивающей дальность стрельбы. Поршни и цилиндры обеих установок имеют достаточно большие диаметры, благодаря чему импульс сжатого воздуха с большей эффективностью действует на ракету.

Основные детали этих пусковых установок можно сделать из самодельной пластмассы на основе ткани (такую пластмассу еще называют самодельным текстолитом). Тканевую основу пропитывают эпоксидной смолой.

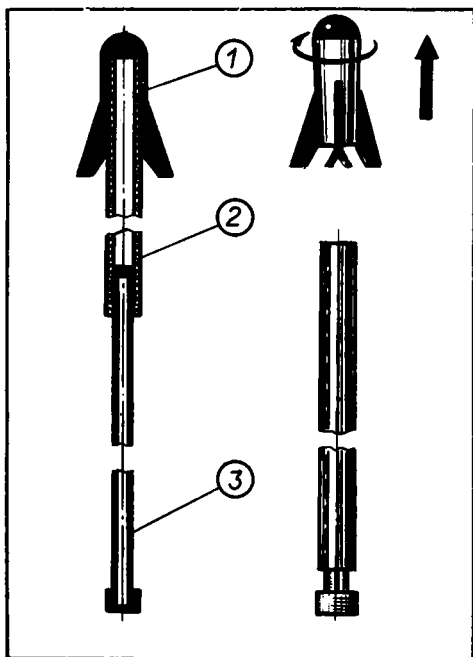


Рис. 54. Более сложная пневматическая ракетная установка.

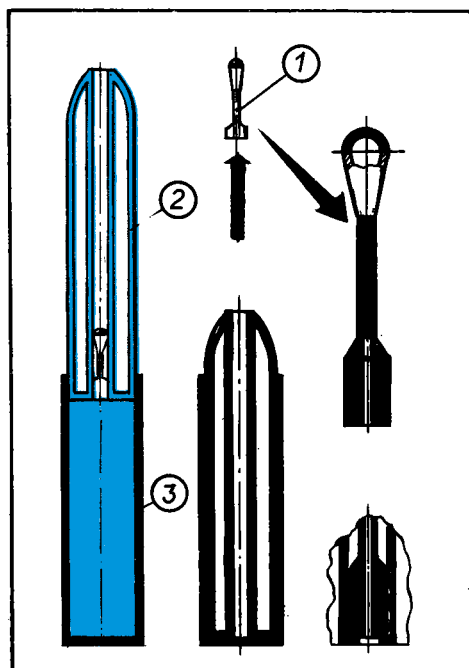


Рис. 55. Еще одна ракетная пневматическая установка.

Достоинство эпоксидной смолы в том, что она придает изделиям не только прочность, но и герметичность. Промышленность выпускает несколько марок эпоксидных смол. Наиболее распространены марки ЭД-5, ЭД-6 и ЭД-40 холодного отверждения. Перечисленные смолы представляют собой сиропообразную массу янтарного цвета, консистенции густого меда. В комплект эпоксидной смолы, кроме самой смолы, входит отвердитель.

Остановимся подробнее на технологии изготовления изделий из самодельной пластмассы на примере первой ракетной установки. Освоив эту технологию, вам нетрудно будет самостоятельно изготовить вторую, более трудную в исполнении ракетную установку.

Сначала изготовьте болванки. На токарном станке из деревянного бруса квадратного сечения  $60 \times 60$  мм и длиной 700 мм выточите два цилиндра одинаковой длины. Диаметр одного — 50 мм, а другого — 40 мм. Тканевой основой могут служить марля, бязь, тонкий брезент или стеклоткань.

Эпоксидную смолу перелейте в стеклянную баночку с широким горлышком. Баночку поставьте в сосуд с водой, нагретой до  $40^\circ\text{C}$ . В течение 4—5 мин перемешивайте содержимое банки — смола станет менее вязкой. Затем введите в нее отвердитель и еще 5 мин продолжайте размешивать.

Клей готов. Теперь можно приступать к изготовлению цилиндрических обочек поршня и цилиндра. На предварительно смазанную парафином или стеарином цилиндрическую поверхность болванок натяните слой ткани. При этом каждый последующий слой, начиная со второго, покройте слоем клея. Чтобы

ткань лучше пропитывалась им, пользуйтесь резиновым шпателем, он легко разглаживает ткань. Толщина стенок цилиндрических заготовок не более 4,5 мм.

Эпоксидная смола холодного отверждения с введенным отвердителем начинает загустевать через 25—30 мин, а через 3 ч полностью затвердевает. После этого заготовки можно снять с болванок. К механической обработке их приступайте лишь через 2—3 суток.

Механическая обработка сводится к следующему. Готовые пластмассовые трубы зажимают в шпинделе токарного станка, и торцовые их части обрабатывают резцом. После этого в трубу, служащую цилиндром, необходимо вставить заглушки. Выточите из древесины бука или березы два диска. Прежде чем вставлять внутрь, смажьте их эпоксидным клеем. Пусковая установка считается готовой, если поршень легко надевается на цилиндр, а через щель между этими деталями проходит немного воздух.

Теперь можно приступать к изготовлению ракеты. Носовую ее часть лучше изготовить из мягкой пористой резины, а цилиндрический корпус — способом, с которым вы уже познакомились раньше. Готовая ракета должна легко надеваться на ствол пусковой установки и сниматься с него. Обратите внимание на стабилизаторы. Их четыре. Они не плоские, нижние их части слегка загнуты в одну сторону, из-за чего ракета в полете вращается вокруг собственной оси.

И последнее. Техника запуска очень проста. Надев на ствол пусковой установки ракету, надо с силой ударить выступающим из цилиндра концом поршня о землю. Внутри цилиндра возникает гидравлический удар, воздух сожмется, быть может, до нескольких десятков атмосфер. Ракета устремится вверх.

## Планер со сменными крыльями

Комнатный планер, размеры которого чуть больше тех, что делаются из спичек и бумаги, разработал Л. Шматов из Симферополя, точнее, он разработал не один планер, а целый авиапарк. У планеров один общий фюзеляж (пустой стержень от шариковой ручки), сменные крылья и хвостовое оперение.

Полоску газетной бумаги (рис. 56) оберните вокруг стержня, промазывая клеем. Получится бумажная трубочка, которая должна передвигаться по фюзеляжу, но не очень свободно. К трубочке приклейте вырезанное из ватмана крыло. Сделайте еще одну трубочку поменьше и приклейте к ней стабилизатор и киль. Когда клей просохнет, запустите модель. Если она задирает нос, передвиньте крыло ближе к хвостовому оперению, а если круто пикирует, — ближе к носу.

Трубочек можно заготовить заранее сколько угодно. Тогда вы сможете приклеить к ним крылья и хвостовое оперение самой разной формы.

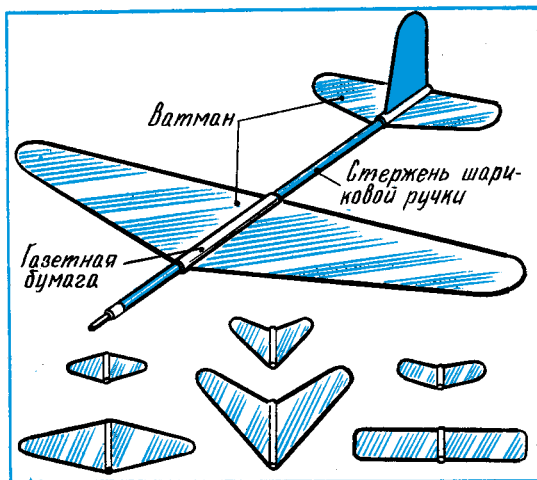


Рис. 56. Планер со сменными крыльями.

## Модели с воздушным шариком

Трудно придумать игрушку проще воздушного шарика. Еще труднее найти нехитрой резиновой оболочке какое-нибудь практическое применение...

Надутый шарик можно использовать в различных летающих моделях. Энергия сжатого воздуха, который выходит из шарика, создает реактивную силу. Равная ей сила противодействия толкает резиновую оболочку вперед. Из этого нетрудно сделать вывод: воздушный шарик — это простейший реактивный двигатель.

Превратите шарики в модель простейшей ракеты. Установите стабилизаторы. Сделайте их из бумажной ленты и привяжите на нитке, как показано на рисунке 57. Запуская по очереди круглый и продолговатый шарик, вы убедитесь, что продолговатый взлетает лучше. Понять причину несложно — удлинённый шарик испытывает меньшее сопротивление воздуха, ведь у него более обтекаемая форма.

Следующая модель (рис. 58) состоит из воздушного шарика и стабилизатора с парашютом.

Балку стабилизатора вырежьте из пенопласта. На ее конце сделайте прорез — в нее вставьте два бумажных руля. Купол парашюта в виде креста вырежьте из полиэтиленовой пленки, стропы лучше сделать из ниток. Приклейте концы ниток к куполу парашюта липкой прозрачной лентой. Свободные концы свяжите в узел и прикрепите к балке стабилизатора. Пенопластовая балка пристыковывается к шарiku сбоку и удерживается резинкой. Столь необычное расположение стабилизатора повышает устойчивость полета ракеты.

Перед запуском надуйте продолговатый шарик и, не завязывая его горловину, сдавите пальцем отверстие так, чтобы не выходил воздух. Прикрепите к боковой поверхности шарика с помощью резинки пенопластовую балку с оперением и парашютом. Парашют тщательно расправьте, а потом наденьте на головную часть шарика. После этого пальцы разожмите и запустите модель вверх. Она поднимется на несколько метров. Когда весь воздух из шарика выйдет, он начнет падать. Парашют раскроется, модель плавно опустится на землю.

В некоторых моделях ракет вместо парашюта используются роторы, похожие на вертолетный винт. Когда запас энергии в двигателе-шарике истощается, ротор освобождается, начинает вращаться и корпус ракеты плавно опускается. На рисунке 59 показана модель ракеты, у которой вместо парашюта к балке стабилизатора с помощью нитки прикреплен ротор. Лопасти вырежьте из ватмана, а втулку — из пенопласта. Чтобы при спуске ротор вращался, лопасти следует отогнуть немного вверх. Перед запуском ротор вставьте под резинку, она прижмет пенопластовую балку стабилизатора к шарiku.

На рисунке 60 вы видите модель ракетоплана. Она составляется из планера и воздушного шарика, выполняющего роль ракетного двигателя. Фюзеляж планера сделайте из пенопластовой пластины, а крыло из ватмана. Готовое крыло вставьте в прорез на фюзеляже. К воздушному шарiku фюзеляж пристыковывается резинкой. Старт ракетоплана — вертикальный.

Продолговатый воздушный шарик можно использовать в качестве двигателя к готовой модели планера, который вы можете купить в магазине. В этом случае у вас получится модель реактивного самолета, как показано на рисунке 61.

В модели, изображенной на рисунке 62, используется и обтекаемая форма продолговатого воздушного шарика, напоминающая аэродинамический профиль

Рис. 57—62. Модели с воздушным шариком.

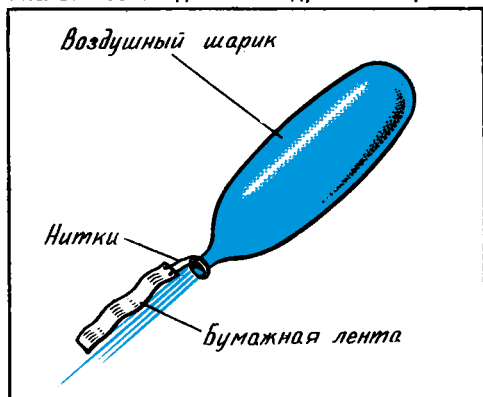


Рис. 57.

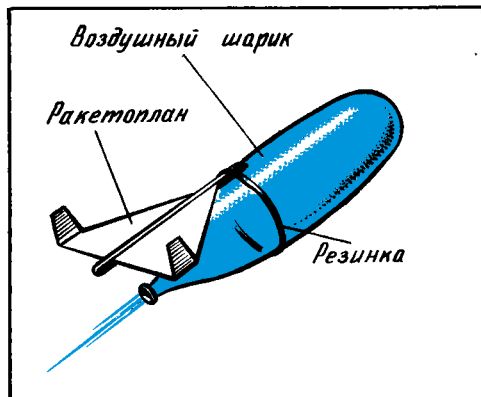


Рис. 60.

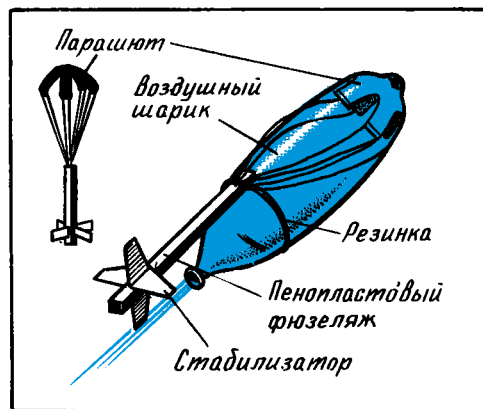


Рис. 58.

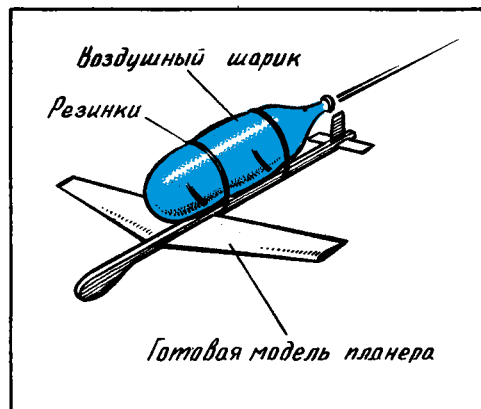


Рис. 61.

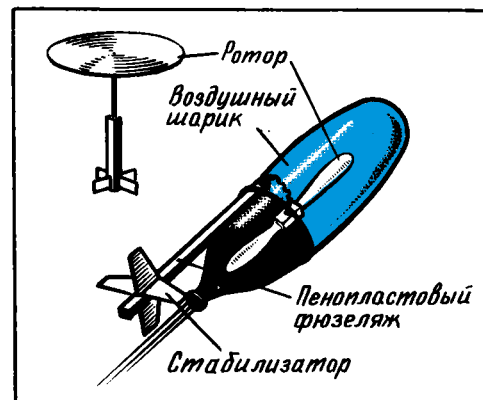


Рис. 59.

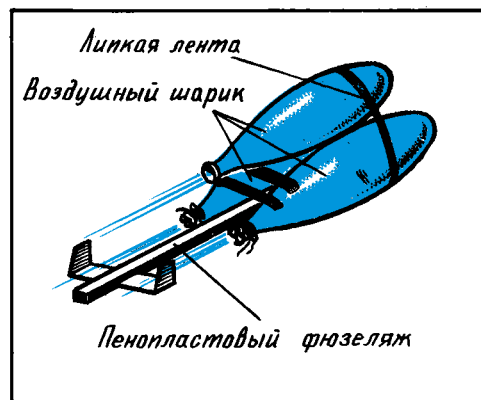


Рис. 62.



крыла самолета, и струя воздуха, создающая реактивную силу. Модель выполнена по схеме летательного аппарата с несущим корпусом. В большой авиации такие аппараты выполняют полеты на высоких скоростях и не имеют крыльев. Подъемная сила у модели создается при обтекании воздухом двух продолговатых шариков, соединенных между собой липкой прозрачной лентой. Третий шарик используется в качестве реактивного двигателя. Для модели понадобится еще стабилизатор. По опыту предыдущих моделей сделайте его из пенопласта и ватмана. Стабилизатор соединяется с несущими шариками с помощью резинки.

## Модели: летающее крыло, стриж и другие

**Летающее крыло.** Конструкция этой модели (рис. 63) необычна: у нее нет стабилизатора, а крыло 5 имеет треугольную форму. Фюзеляж 1 изготовьте из рейки сечением  $4 \times 4$  мм и длиной 320 мм. В носовой части с помощью ниток и клея прикрепите груз — пластинку из древесины. Из рейки сечением  $4 \times 4$  мм сделайте заднюю кромку крыла 3 и крепко примотайте ее нитками крест-накрест к фюзеляжу. Отрежьте нитку длиной 650 мм. Середину нитки привяжите к фюзеляжу в носовой части. Оба конца нитки оттяните так, чтобы они вместе с задней кромкой образовали равнобедренный треугольник. Концы ниток привяжите к задней кромке.

Для обтяжки крыла вырежьте треугольник из конденсаторной или папиросной бумаги, так, чтобы края его выступали за пределы передней кромки на 5—7 мм. Заднюю и переднюю кромки крыла промажьте клеем, затем наложите бумагу, а выступающие края загните по передней кромке и приклейте.

Киль 2 и рули высоты 4 вырежьте из плотной бумаги и приклейте к фюзеляжу.

Перед запуском проверьте положение центра тяжести (на чертеже обозначен ЦТ). Положение его на модели может не совпасть с указанным на чертеже, в этом случае увеличьте или уменьшите размер носового груза 6. Если в первом полете модель не полетит по наклонной прямой, подогните рули так, как это делалось при регулировке бумажных моделей.

С моделями планеров этой конструкции можно проводить интересные соревнования на продолжительность и дальность полета. Для запусков постарайтесь выбрать место, защищенное от порывов ветра.

**Стриж.** Модель (рис. 64) названа так за то, что быстро летает. При запусках с руки дальность ее полета может превышать 15 м. Технология изготовления модели проста. Фюзеляж 2 сделайте из рейки сечением  $10 \times 3$  мм и длиной 200 мм. Обработайте ее рубанком или напильником так, чтобы она постепенно сужалась к хвосту до размера  $3 \times 3$  мм.

Крыло 1, стабилизатор 3 и киль 4 вырежьте из картона толщиной 1 мм. Размеры их могут немного отличаться от указанных на чертеже, это не повлияет на летные качества модели. Крыло посередине согните так, как указано на рисунке. Это обеспечит устойчивость и прямолинейность полета.

Крыло, стабилизатор и киль приклейте к фюзеляжу клеем ПВА, нитроклеем или БФ-2. Обратите внимание на то, что крыло нужно приклеить сверху, а стабилизатор снизу под фюзеляжем. В носовой части с помощью клея и ниток укрепите груз 5, масса которого должна быть такой, чтобы центр тяжести модели находился в месте, указанном на рисунке буквами ЦТ.

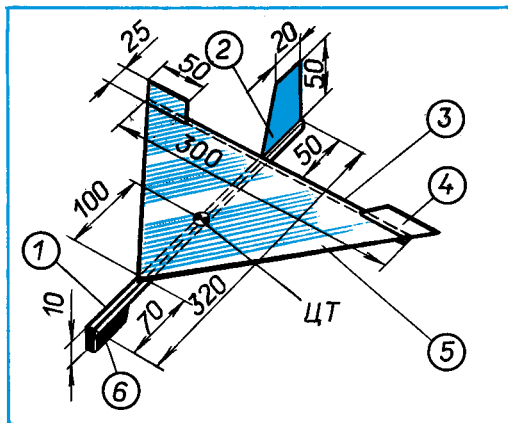


Рис. 63. Летящее крыло.

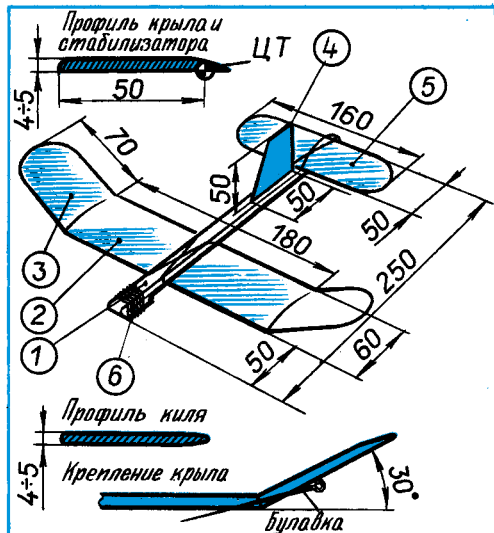


Рис. 65. Планер из пенопласта.

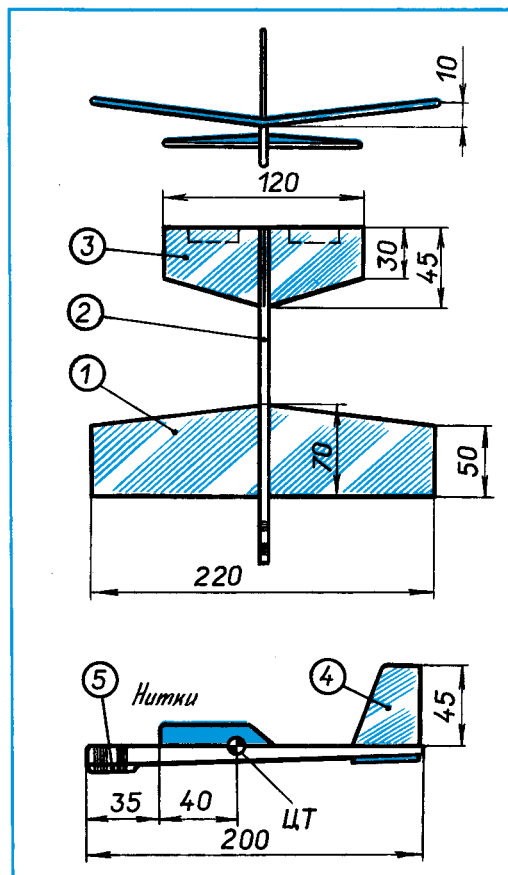


Рис. 64. Стриж.

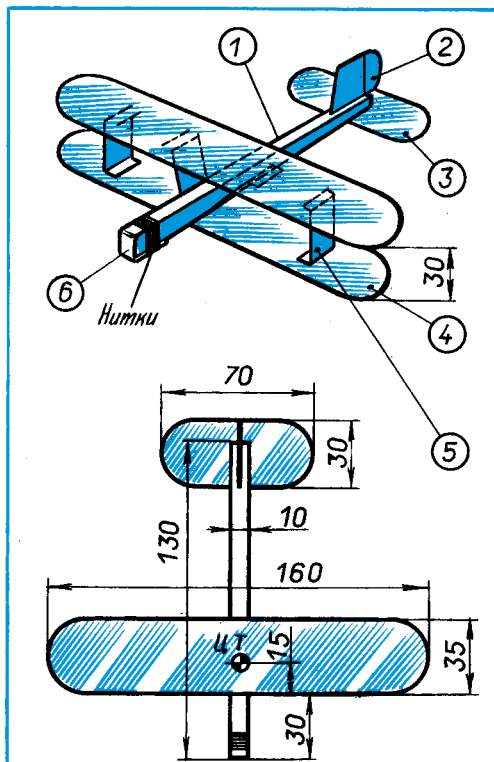


Рис. 66. Планер «Биплан».

Модель запускается в полет броском, при этом нос ее лучше немного опустить. Регулировка полета осуществляется сгибанием руля поворота или рулей высоты.

С моделями «Стриж» можно проводить соревнования на дальность полета или на точность приземления в круг определенного диаметра. Запускать ее можно в помещении или на улице.

**Планер из пенопласта.** Дальность полета планера, который вы видите на рисунке 65, достигает 20 м. Фюзеляж 1 модели сделайте из сосновой рейки сечением  $10 \times 3$  мм. Крыло 2, стабилизатор 5 и киль 4 изготовьте из пенопласта, предварительно разрезав его на пластины толщиной 4—5 мм. Верхнюю поверхность крыла и стабилизатора обработайте напильником и наждачной бумагой, как указано на чертеже. Крыло состоит из трех частей — центроплана 2 и двух ушек 3. В местах стыка эти части нужно плотно подогнать друг к другу. Киль обработайте с двух сторон так, чтобы в сечении он имел вид, как на рисунке (см. профиль кия). Готовые крыло, стабилизатор и киль приклейте к фюзеляжу.

При сборке модели используйте клей ПВА или канторский, а также канцелярские булавки, которыми жестко фиксируйте детали относительно друг друга. Когда клей высохнет, булавки нужно вытащить. Носовой грузик поставьте так, чтобы центр тяжести находился в точке, указанной на чертеже.

Модель готова. Легким толчком руки запустите ее. Необходимая регулировка осуществляется путем подбора носового грузика. С планером можно проводить соревнования на дальность полета или продолжительность его как в помещении, так и на открытой площадке.

**Биплан.** Эта модель хорошо летает, в полете она выглядит очень красиво (рис. 66). При желании размеры модели можно пропорционально увеличить — на летные характеристики это не повлияет.

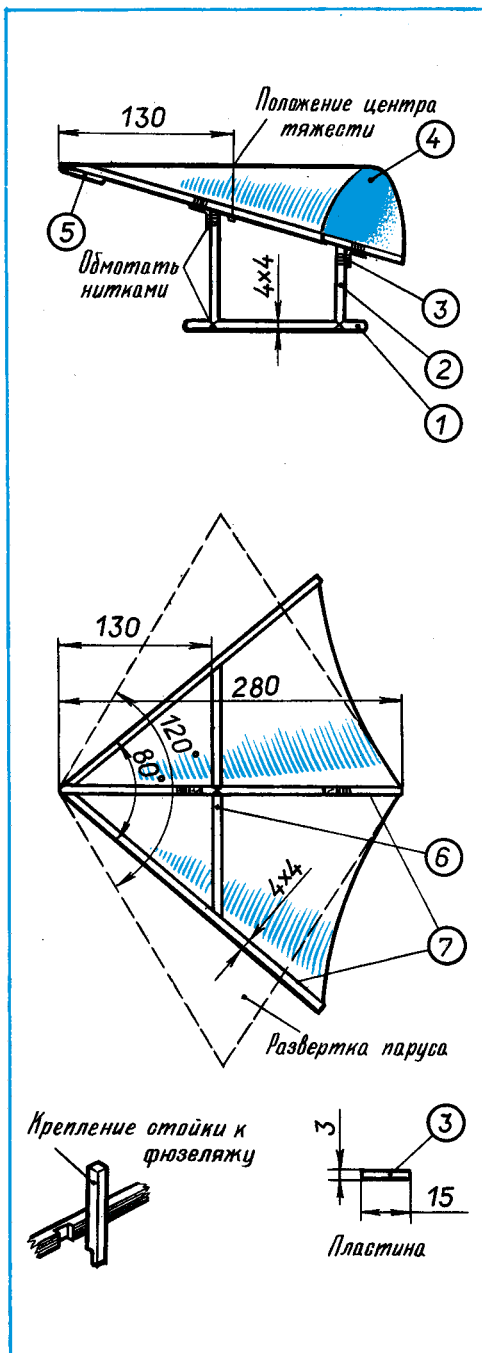


Рис. 67. Дельтаплан.

Фюзеляж 1 вырежьте из куска пенопласта сечением  $15 \times 10$  мм и длиной 130 мм. Обработайте его ножом и напильником так, чтобы сечение фюзеляжа в хвостовой части было  $10 \times 8$  мм. Лезвием бритвы сделайте паз, в который на клею позже вставьте киль.

Крыло 4, стабилизатор 3 и киль 2 вырежьте из плотной чертежной бумаги. Подкосы, которые служат для крепления верхнего крыла к нижнему, также изготовьте из плотной бумаги.

Крыло с подкосами и стабилизатором приклейте к фюзеляжу. Вставьте в паз киль. Для работы используйте клей ПВА или канцелярский. В носовой части фюзеляжа укрепите груз 6 такой величины, чтобы центр тяжести находился в месте, указанном на рисунке. Регулировку, тренировочные запуски и соревнования проводите так же, как и с другими моделями, которые вы уже построили и испытывали раньше.

Дельтаплан. Модель (рис. 67) проста в регулировке и хорошо летает. Крыло представляет собой парус, укрепленный на каркасе треугольной формы. К крылу на стойках крепится фюзеляж.

Каркас крыла изготовьте из деревянных реек 7 сечением  $4 \times 4$  мм, длиной 280 мм. Перекладину 6 из рейки сечением  $4 \times 2$  мм приклейте к каркасу, места склейки для прочности обмотайте нитками. В передней части крыла наклейте козынку 5 из плотной бумаги. Стойки 2 прикрепите к крылу с помощью клея, пластинок 3 и ниток, а фюзеляж 1 — с помощью клея и ниток. При сборке используйте клей ПВА, БФ-2 или нитроклей. Обшивку крыла — парус 4 вырежьте из тонкой конденсаторной или папиросной бумаги. Предварительно сделайте выкройку паруса на листе плотной бумаги. Парус приклейте к каркасу канцелярским клеем или разбавленным водой клеем ПВА.

Перед запуском расправьте парус. Возьмите модель за фюзеляж двумя пальцами, нос немного опустите и несильно толкните ее. Если дельтаплан пикирует или кабрирует, измените его центровку. Для этой цели используйте небольшие кусочки пластилина, укрепляя их на фюзеляже у передней или задней стойки.

## Модели с объемным фюзеляжем

Вырезать бумажную модель самолета — дело нескольких минут, а летает она, если правильно отрегулирована, совсем неплохо. Но запускать бумажные модели можно только при полном безветрии. А вот ребята из конструкторского кружка станции юных техников Северо-Кавказской железной дороги научились делать бумажные модели самолетов, которым ветер не помеха. В ветреную погоду они даже лучше летают. И не просто летают, но и выполняют фигуры высшего пилотажа, например петлю Нестерова, переворот через крыло.

Материалы — обложка от обычной ученической тетради, полоска тонкого картона, клей. Инструмент — ножницы.

От обычных бумажных моделей самолетов воздушный акробат (см. рис. 68) отличается тем, что фюзеляж у него не плоский, а объемный. Такие модели авиамоделисты называют фюзеляжными. С изготовления фюзеляжа и начинайте.

Обратите внимание, что на развертке фюзеляжа есть сплошные линии и есть прерывистые, пунктирные. По первым развертку следует вырезать ножницами, а по вторым — сгибать. Аккуратно вычертите на тетрадной обложке развертку будущего фюзеляжа, строго соблюдая указанные размеры. Карандаш

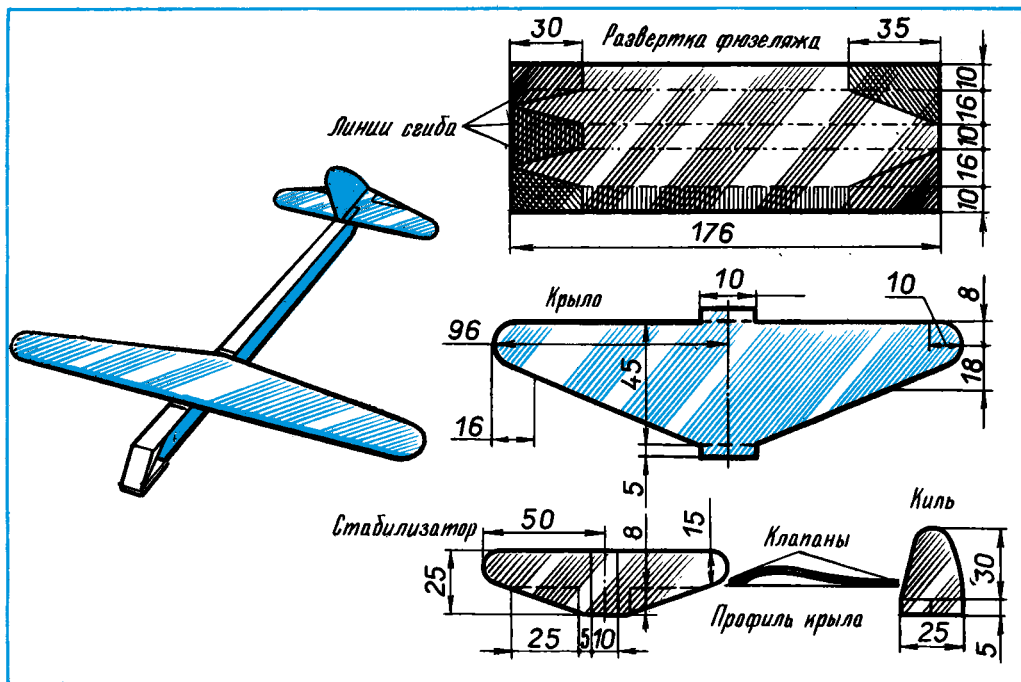


Рис. 68. Воздушный акробат.

заточите поострее, тогда линии получатся тонкие, а это значит, что точнее будут соблюдаться и размеры. Точность в авиамоделизме, как и в большой авиации, совершенно необходима.

Вырежьте развертку фюзеляжа. Согните ее по пунктирным линиям, намажьте ровным слоем клея те части развертки, которые на рисунке заштрихованы, и поочередно приклейте к смежным сторонам, обрезая края бумаги, выступающие над фюзеляжем. Готовый фюзеляж должен получиться прямоугольного сечения с заостренной носовой частью и скошенной внизу хвостовой.

Теперь вычертите и вырежьте стабилизатор и киль. Не забудьте сделать соответствующие прорезы для рулей высоты на стабилизаторе и для клапана на киле. Приклейте сначала к фюзеляжу стабилизатор, а потом к стабилизатору киль. У последнего надо отогнуть клапаны в противоположные стороны.

Остается вычертить и вырезать последнюю часть модели — крыло. Для крепления его к фюзеляжу предусмотрены, как и у киля, клапаны. Но прежде чем устанавливать крыло, определите центр тяжести модели. Это удобно сделать на лезвии ножа или ножниц. Поставьте фюзеляж на лезвие поперек и, передвигая его, найдите такое положение, при котором он будет находиться в равновесии. Это и есть центр тяжести модели. Отметьте его. Смажьте клеем клапаны крыла и приклейте их к фюзеляжу так, чтобы центр тяжести находился приблизительно под одной третью ширины крыла, если считать от его передней кромки. Пока клей не высохнет, сдвиньте чуть-чуть клапаны по направлению друг к другу, тогда крыло приобретет профиль — станет выпуклым.

Вот модель и готова. Теперь надо ее правильно отрегулировать. Это лучше сделать в помещении, чтобы не мешал ветер.

Возьмите модель двумя пальцами за фюзеляж под крылом, поднимите над головой, занесите немного назад для замаха и плавным толчком пустите вперед. Проследите за полетом. Важно подметить, как ведет себя модель в воздухе. Если она сначала взмлет вверх, а потом резко опустит нос и приземлится недалеко от вас, значит, у модели слишком облегчена носовая часть и ее надо загрузить. Вот для этого и понадобится полоска картона. Она должна быть такой же ширины, как и фюзеляж. Разрежьте ее на кусочки длиной по 30 мм и приклейте по одному к низу носовой части фюзеляжа, пока пущенная модель не полетит плавно, постепенно снижаясь. Если модель при этом будет поворачивать влево или вправо, проверьте, нет ли перекоса крыла, стабилизатора или киля в сторону разворота, так как искривление траектории может произойти только по этим причинам.

Может случиться (например, если места соединений были густо намазаны клеем), что модель, выпущенная из рук, не взмлет сразу вверх, а начнет круто снижаться. Это значит, что у фюзеляжа перетяжелена носовая часть. Облегчить ее уже невозможно, поэтому для выравнивания центровки придется утяжелить хвостовую часть, приклеивая полоски картона к низу фюзеляжа под стабилизатор.

Отрегулировав модель в помещении, можно выходить с ней на улицу. Запускать ее при боковом ветре нельзя. Модель полетит дальше, если запущена по ветру.

Чтобы модель выписывала в воздухе петлю Нестерова, отогните на стабилизаторе обе половинки руля высоты кверху. Если одну половинку отогнуть больше, чем другую, модель в верхней точке петли на мгновение зависнет, а потом перевернется через крыло и станет планировать широкими кругами.

## Бумажный планер

Такой планер выполнен только из подручных материалов и времени на изготовление требует не больше часа (рис. 69). Самое трудное — регулировка. Но если все выполнено по нашим рекомендациям, модель будет хорошо летать. Увеличение размеров крыла по размаху и по хорде несколько не скажется на прочности. Поэтому размеры модели можно смело увеличить в полтора, даже в два раза. Есть у нее еще одна особенность, характеризующая ее аэродинамические качества. Обратите внимание на профиль крыла. Его необычно большая вогнутость увеличивает подъемную силу. Вот почему при заданных размерах и массе примерно в 60 г ее летные показатели в два раза лучше, чем летные показатели у спортивной модели того же класса. Запущенный с помощью леера длиной 30—40 м планер продержится в полете более сотни секунд.

Модель планера — разборная. Она состоит из трех частей: крыла, стабилизатора и фюзеляжа. Так удобней ее хранить и транспортировать в бумажном или полиэтиленовом пакете.

А теперь познакомьтесь с технологией изготовления. Положите на стол лист ватмана. Вычертите на нем в натуральную величину контуры стабилизатора 1 и крыла 5 по размерам, указанным на рисунке. Не забудьте дать припуски на сгибы. Затем острыми ножницами вырежьте заготовки. Следите за тем, чтобы они

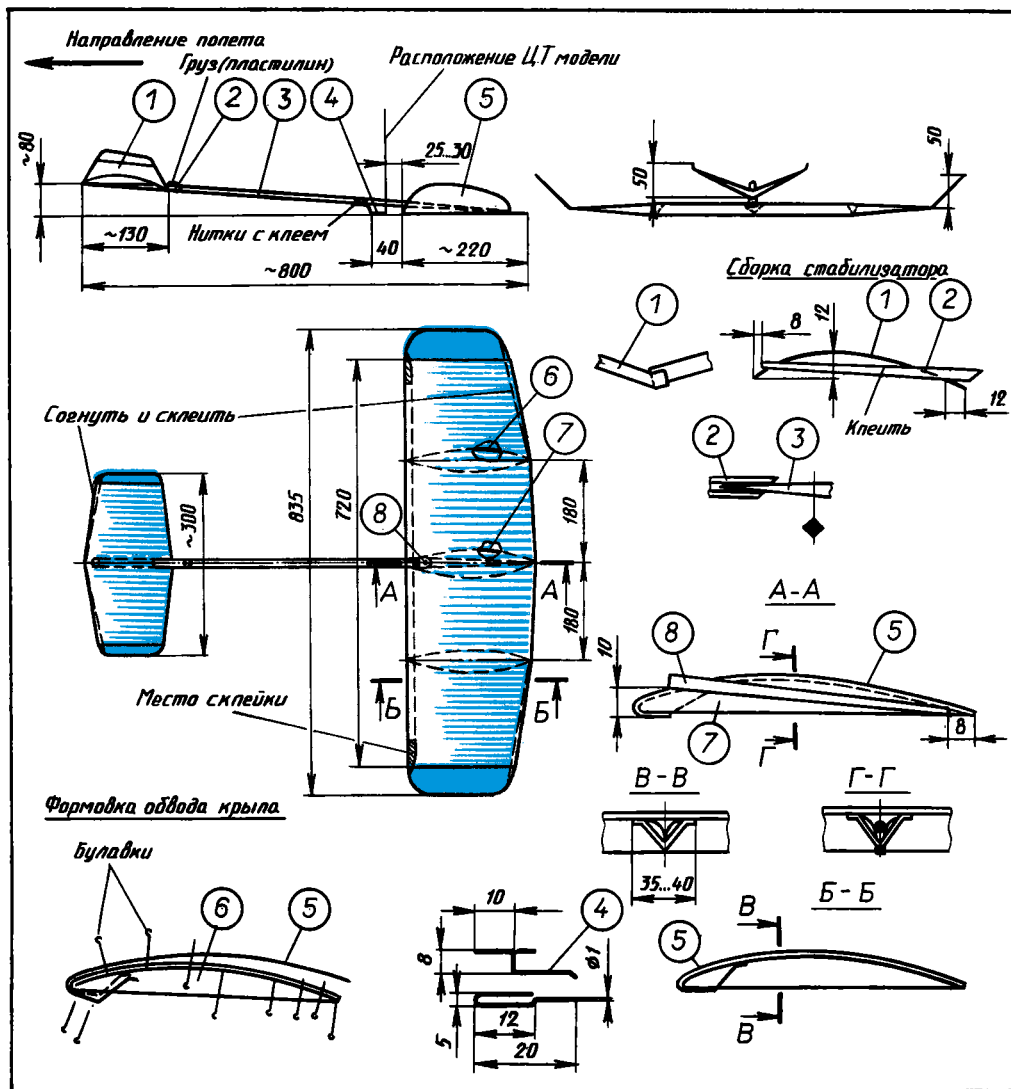


Рис. 69. Бумажный планер.

случайно не помялись. Чтобы придать крылу необходимую кривизну, заготовки следует с усилием протянуть через край стола. Делается это так. Положите заготовку на стол, чтобы передняя кромка была параллельна его краю. Лево́й рукой слегка прижмите ее к крышке стола, а правой потяните вниз, заставляя бумагу изгибаться о край. Эту операцию повторите несколько раз, постепенно увеличивая угол изгиба. Затем внешней стороной кончика ножниц легко продавите на заготовках стабилизатора и крыла линии сгиба. Крыло и стабилизатор готовы.

Далее вырежьте две бумажные заготовки для нервюр 6 и одну для нервюры 7. Придайте им форму, как показано на рисунке 69. Смажьте их канцелярским клеем или клеем ПВА и приклейте к крылу. Клеевое соединение деталей получится более прочным, если места склейки по всему периметру еще и приколоть булавками. Не рекомендуем окончательно приклеивать нервюры 6, если центральная часть крыла перекошена. При вклеивании нервюры 7 обратите внимание на нижнюю плоскость крыла — она должна быть идеально ровной. Чтобы не допустить коробления заготовок, булавки после склейки вкалывайте только сверху. После склейки нервюр сразу же положите крыло нижней поверхностью на стол. Законцовки на крыле следует изготовить, не изгибая бумагу. В противном случае они не получатся прочными, и тогда потребуются дополнительно усиливать их с помощью бумажных прокладок. Стабилизатор 1 собирают из двух заготовок, предварительно согнув край одной из них, как показано на рисунке. Переднюю кромку загнутого края приклейте и прижмите небольшим грузом.

Фюзеляж изготавливают из одной деревянной рейки сечением  $8 \times 8$  мм квадратного или круглого сечения. Концы следует снять острым ножом на конус. Готовый фюзеляж надо зачистить наждачной бумагой. Надетые на фюзеляж стабилизатор и крыло не должны прокручиваться. Чтобы этого не происходило, трубки из бумаги следует скрутить и склеить на заготовке квадратного сечения. Лучший материал для трубок — тонкая тетрадная бумага. Предварительно бумажные заготовки 2 и 8 формуют, плотно обкатав их на концах рейки. Затем закрутите трубку пальцами, разверните ее на 2—3 оборота и, смазав клеем, вновь закрутите. Заготовку замотайте нитками или резиновой лентой до полного высыхания клея. Потом наждачной бумагой необходимо зачистить жесткие от клея края. Готовые трубки вклеивают в крыло и стабилизатор. Отверстия для этих трубок предварительно прокалывают острым карандашом в местах, показанных на рисунке 69.

Чтобы обеспечить полет модели, сразу после сборки необходимо выполнить следующие условия. Плоскость стабилизатора должна быть наклеена по отношению к нижней плоскости крыла под углом  $3\text{--}5^\circ$ . Вот почему вклеивание трубок в крыло и стабилизатор необходимо провести как можно аккуратнее. Если же у вас все же получились некоторые расхождения, поправьте их, согнув рейку фюзеляжа. Конечно, для полной доводки модели потребуется более тщательное регулирование положения изогнутого относительно крыла и стабилизатора фюзеляжа.

В полете модели схемы «утка» (по такой схеме выполнен данный бумажный планер) склонны к кабрированию, т. е. задирают нос, что приводит к увеличению сопротивления и падению скорости.

В таких случаях либо изменяют угол установки стабилизатора относительно крыла, либо уменьшают площадь стабилизатора, подрезая его ножницами, либо слегка отгибают законцовки вверх.

Центр тяжести планера должен находиться впереди передней кромки крыла. Поэтому, если потребуется, на носовой части фюзеляжа прикрепите дополнительный грузик — кусочек пластилина. Необходимую центровку модели проводите, запуская ее с рук. Если планер круто пикирует, то нужно увеличить угол установки стабилизатора или уменьшить массу груза. Если модель хорошо планирует, можно приступать к ее запуску на леере. Для этого с помощью ниток и клея установите на фюзеляже крючок 4. А чтобы модель летала кругами, отрегулируйте угол наклона оперения крыла.



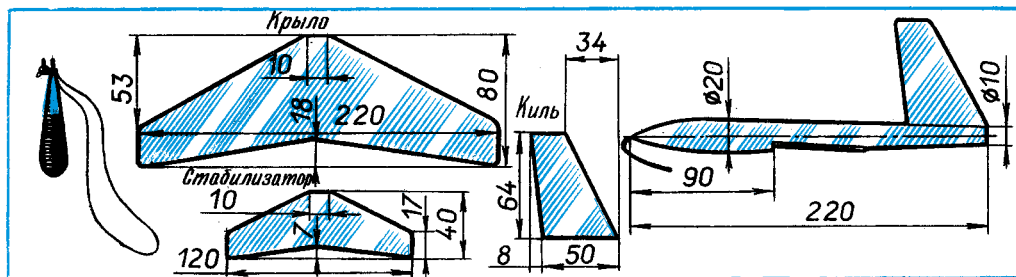


Рис. 70. Истребитель взлетает с катапульты.

## Истребитель, взлетающий с катапульты

Наборы материалов, необходимых для постройки этой модели, продаются в магазинах «Юный техник» и высылаются «Посылторгом». Но эти материалы настолько обиходны, что наверняка есть у каждого из вас. Понадобятся небольшой липовый или сосновый брусоч, фанера толщиной 2 мм для крыла и 1 мм для хвостового оперения, проволока, мелкие гвозди, клей и авиамodelьная резина. Все необходимые размеры указаны на рисунке 70.

Фюзеляж выточите из брусочка на станке или обработайте ножом вручную, только очень аккуратно. Крыло, стабилизатор и киль вырежьте из фанеры лобзиком и обработайте кромки. Сзади на фюзеляже сделайте два взаимно перпендикулярных пропила. В горизонтальный пропил вставьте на клею стабилизатор, а в вертикальный — киль.

Крыло установите в выпиленный в фюзеляже паз на клею и гвоздиках. Из проволоки согните пусковой крючок (он же служит амортизатором при посадке) и укрепите его снизу в носовой части фюзеляжа. Модель готова, осталось покрасить ее в какой-нибудь яркий цвет и запустить с катапульты.

Катапульта — это резиновая нить, сложенная вдвое и прикрепленная к деревянной рукоятке. Сечение нити  $4 \times 1$  мм, длина 500—600 мм.

Запускать модель нужно строго против ветра. Чтобы она хорошо летала, на ней не должно быть перекосов крыла и хвостового оперения. Если модель в полете задирает нос, вбейте спереди 1—2 мелких гвоздика. При запусках будьте осторожны. Следите, чтобы на траектории полета не было людей.

## Модели вертолетов

Самый практичный материал для постройки простейших моделей вертолетов — пенопласт. Вначале расскажем о том, как раскроить его на тонкие листы. Для этой цели сделайте простой станочек (рис. 71).

На ровно оструганной доске укрепите два фарфоровых ролика — они должны свободно вращаться на гвоздиках. Через ролики перекиньте нихромовую проволоку. Один конец ее жестко закрепите на клемме, другой оттяните пружиной, чтобы при нагревании проволока не провисала. Подведите напряжение около 36 В от лабораторного или иного трансформатора к клемме и к другому концу проволоки, отступя примерно на 40 мм от места соединения с пружиной.

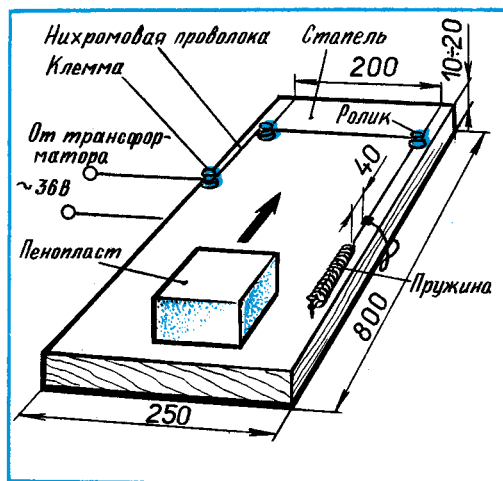


Рис. 71. Станочек для изготовления листов из пенопласта.

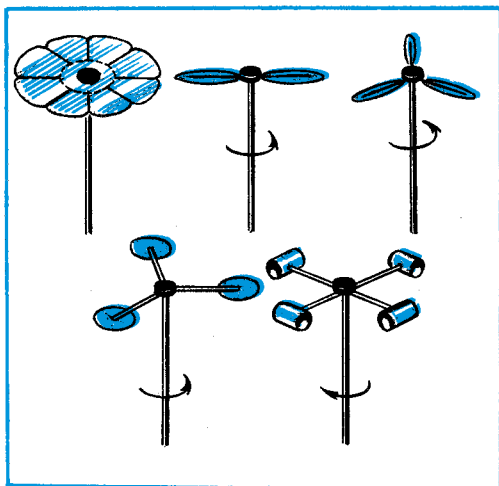


Рис. 72. Конструкции ротошюты.

кой. Проволока должна проходить параллельно доске и на такой высоте от нее, какой толщины пластина пенопласта вам потребуется. Высоту проволоки легко регулировать, подкладывая под ролики картонные или металлические шайбы. Если положить кусок пенопласта на доску и подвинуть его к проволоке, нагретой докрасна, она отрежет от куска ровную пластину.

Кроме листового пенопласта, для изготовления пенопластовых вертолетов, разработанных А. Викторчиком, вам понадобятся еще рейки из древесины сосны или липы, бамбук, соломинки или камыш, нитки, клей, стальная проволока диаметром 0,4—0,8 мм, наждачная бумага. Из инструментов — острый нож и ножницы.

Вырежьте из листа пенопласта круг диаметром 120—200 мм и сделайте прорезы так, чтобы получилась фигура, похожая на многолепестковый цветок. Края лепестков скруглите по своему усмотрению. Количество лепестков и их длина — произвольные.

Подогрейте центральную часть круга над лампочкой и отогните все лепестки вверх на 10—15° — образуется боковая поверхность конуса. Затем поверните лепестки на 15—20° в одну сторону. Получите модель упрощенного многолопастного ротора. Поднимите ее и отпустите: вы увидите плавный полет. Для более устойчивого полета в центр круга воткните соломинку длиной 200—300 мм. Чтобы закрепить ее в тонком круге, сверху наколите на нее пенопластовый цилиндрок диаметром 10 мм и высотой 10 мм. Все детали склейте.

Если теперь подвесить к ротору груз или фигурку пилота, он может заменить парашют. Такой простейший летательный аппарат называют ротошют. При запуске с балкона, например, пятого этажа он будет парить, как планер, а в восходящих потоках в солнечную погоду может даже улететь по ветру. Раскрашенные в разные цвета ротошюты можно выбросить со змея или с обрыва.

На рисунке 72 показаны разные конструкции ротошюты. Поэкспериментируйте с ними, и вы убедитесь, что наиболее плавно опускаются роторы с крыль-

видными лопастями. Именно такую форму ротора и советуем выбирать для вертолетов. Лопасты вырежьте из пенопласта толщиной 1,5—2 мм. Длина лопасти — 80—150 мм, ширина — 20—40 мм. Изготовьте лонжероны из древесины сосны или соломинок и приклейте их к лопастям, как показано на рисунке 73. Лопастям нужно придать плоско-выпуклый профиль, как у крыла планера или самолета. Бобышку для ротора изготовьте в виде цилиндра или конуса диаметром 15—20 мм и высотой 5—15 мм. Воткните лопасти в бобышку.

Ротор надо отрегулировать, как ротошют, с соломинкой-отвесом по оси. Если он при падении раскручивается и, вращаясь, плавно опускается, лопасти можно заклеить в бобышке. Для того чтобы ротор поднимался, ему надо сообщить крутящий момент, при котором подъемная сила превысит массу ротора.

На рисунке 74 показана модель вертолета-бабочки. Сделать ее нетрудно. Освободите ротор от осевой рейки или соломинки. В центре бобышки установите ось из стальной проволоки. Выстругайте рейку-фюзеляж. Изготовьте подшипник и крючок для резиномотора. В подшипник вставьте ось ротора, предварительно установив 2—3 шайбы из целлулоида. Согните на оси ротора крючок для другого конца резиномотора. Лист пенопласта обрежьте, заформуйте и приклейте к фюзеляжу. Изготовьте резиномотор из 4—6 ниток круглой резины и установите его.

Первые полеты модели произведите при небольшой закрутке резиномотора. Если, взлетая, модель отклоняется от вертикали и даже переворачивается, увеличьте угол при вершине конуса ротора или обрежьте снизу по всему размаху крыла полосу в 20—40 мм. При повторных запусках может выясниться, что модель при сильной закрутке резиномотора совершает крутой вираж. Для устранения этого явления надо уменьшить угол атаки лопастей.

Для двухроторного вертолета (рис. 75) сделайте фюзеляж с подшипником и крючком для резиномотора и сильно утонченной хвостовой частью, как у модели самолета. Один ротор установите на носовом подшипнике, второй закрепите на фюзеляже нитками и клеем на расстоянии 30—40 мм от первого. У нижних лопастей угол наклона к горизонту несколько больше, чем у верхних.

На кончике фюзеляжа приклейте пластинку из тонкого пенопласта. Согните ее под углом 90—110° по оси фюзеляжа. Это стабилизатор.

Можно расположить второй ротор в месте закрепления крючка для резиномотора (рис. 76). Тогда отпадает надобность в стабилизаторе. Такую модель труднее отрегулировать, зато по качеству и продолжительности полета она лучше других. С этой моделью можно участвовать в соревнованиях. Она устойчиво и надежно летает, даже если размеры увеличены вдвое и больше. Чтобы улучшить качество полета спортивной модели, рекомендуем изготовить фюзеляж из камыша или толстой соломинки и на обоих концах его сделать подшипники.

На рисунке 77 вы видите еще одну модель, очень похожую на настоящий вертолет. Бобышки ротора и хвостового винта одновременно служат шкивами, через которые переброшена шелковая или капроновая нить. Передаточное отношение шкивов надо подобрать практически. Нить свяжите маленьким рыболовным узлом и двумя-тремя витками охватите ею шкивы.

Фюзеляж длиной 120—150 мм и диаметром 6—8 мм изготовьте из камыша или соломины. Хвостовая балка из соломины должна быть такой длины, чтобы ось хвостового винта находилась примерно на радиусе ротора. Лопасты ротора отогните вверх, тогда они не будут задевать хвостовой винт. К фюзеляжу приклейте силуэт кабины из листа пенопласта.

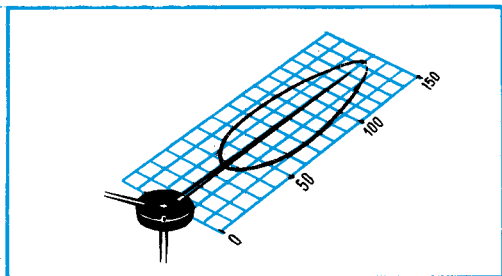


Рис. 73. Изготовление лопастей.

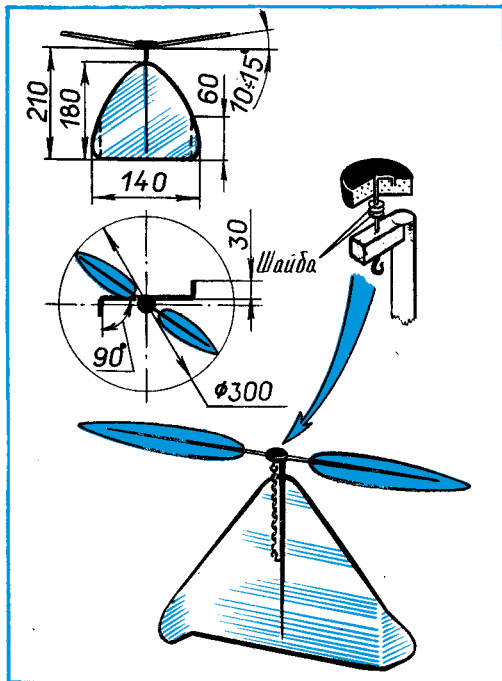


Рис. 74. Вертолет-бабочка.

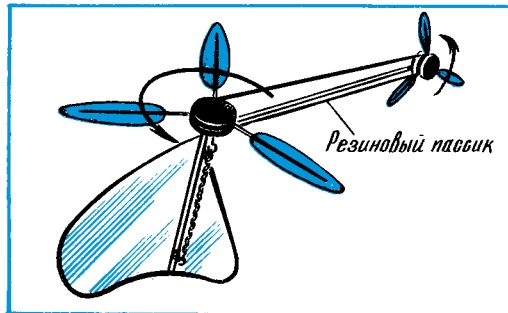


Рис. 77. Спортивная модель двухроторного вертолета.

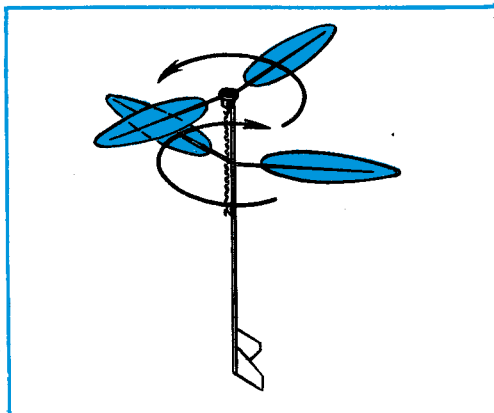


Рис. 75. Модель вертолета.

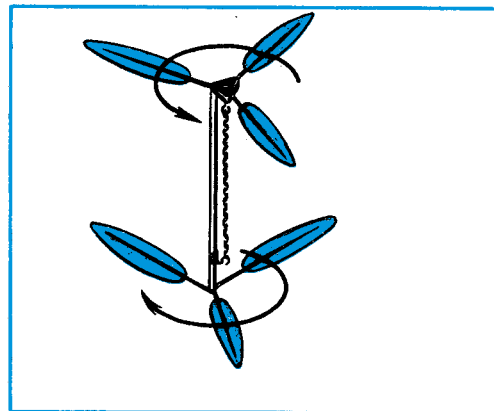


Рис. 76. Двухроторный вертолет.

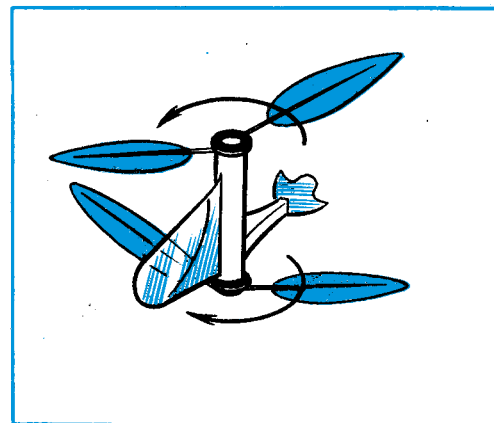


Рис. 78. Модель вертолета с соосными роторами.

Центр тяжести этой модели расположите на оси вращения ротора, иначе вы не сможете отрегулировать модель. Центровать его лучше всего наклоном оси ротора вперед.

Несколько проще в изготовлении и регулировке модель вертолета с соосными роторами (рис. 78). Склейте на оправке диаметром 10—15 мм трубку из одного слоя плотной бумаги или ватмана и для жесткости покройте на клею тонким листом пенопласта. В нее убирается резиномотор. К трубке приклейте силуэты кабины, хвостовой балки и оперения. Бобышки изготовьте из пенопласта и оклейте с торца бумагой.

Ротор может иметь не 2 лопасти, как показано на рисунке, а 3 и больше. Регулировка модели такая же, как и у предыдущих.

## Еще одна модель вертолета

У модели, которую вы видите на рисунке 79, удобная для запуска обтекаемая форма. С помощью резиновой катапульты, чем-то похожей на рогатку, вертолет забрасывается вверх на несколько десятков метров, при этом энергия растянутой резины полностью расходуется на набор высоты. Только там, наверху, лопасти раскрываются, и вертолет плавно опускается на землю.

Хорошая модель должна обладать по крайней мере двумя качествами: относительно долго служить и совершать продолжительный полет. Этим и характеризуется рассматриваемая модель, автор которой А. Бобошко. Она состоит из фюзеляжа 6 и хвостовой балки с килем 5. Последний препятствует передаче вращательного момента от лопастей и одновременно служит задним колесиком шасси. В качестве материалов для изготовления фюзеляжа и киля подойдут плотный картон или шпон, склеенный в несколько слоев.

Обратите внимание на характерные вырезы в передней части плоского фюзеляжа. Стенка здесь вдвое тоньше, чем в любом другом месте. Благодаря этим вырезам стойка ротора фиксируется в двух положениях: в горизонтальном — при запуске и в вертикальном, когда модель опускается с высоты. Стойку ротора 1 выточите из бука или другой твердой древесины на токарном станке или аккуратно выстругайте ножом. Пропил на нужную глубину выполняйте ножовкой. Резиновое кольцо 3 удерживает стойку в вертикальном положении при вращении лопастей вертолета. Проволочные ноги шасси жестко соедините со стойкой ротора, они будут перемещаться вместе с нею. К концам ног прикрепите колесики.

Шпилька, которая сверху выступает над ротором, проходит сквозь стойку ротора. Ее верхняя часть изогнута, образуя крючок. При запуске за него цепляют петлю резиновой катапульты 9.

Втулка ротора 8 — сложная, составная. Приблизительно посередине ее разделяет шайба. Благодаря внутренней полости ротор свободно вращается на шпильке. На нижней поверхности втулка имеет петли, к каждой из которых крепится лопасть винта 2. Петли изготовьте из жести, а подходящий материал для лопастей — шпон. Резиновое кольцо 7 связывает шайбу с крючками на каждой лопасти. Их назначение — удерживать лопасти в горизонтальном положении, не дать им сложиться под действием собственной массы.

В нижней части фюзеляжа закрепите стержень с резьбой. Это противовес 4. По резьбе перемещается гайка — небольшой грузик, плавное регулирующее положение центра тяжести модели относительно оси ротора.

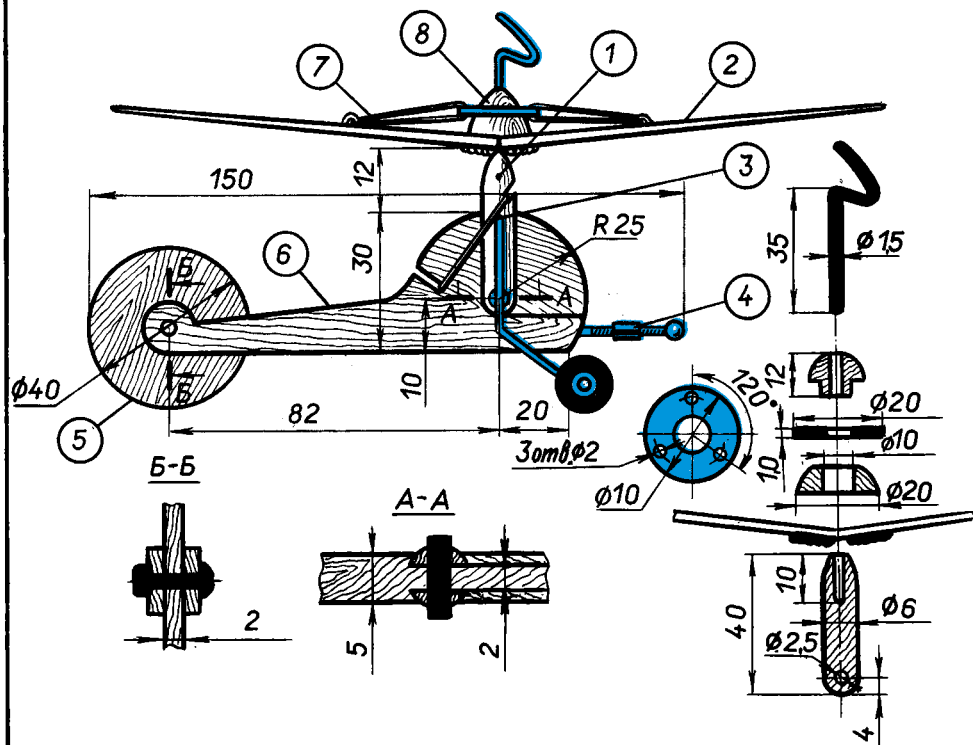
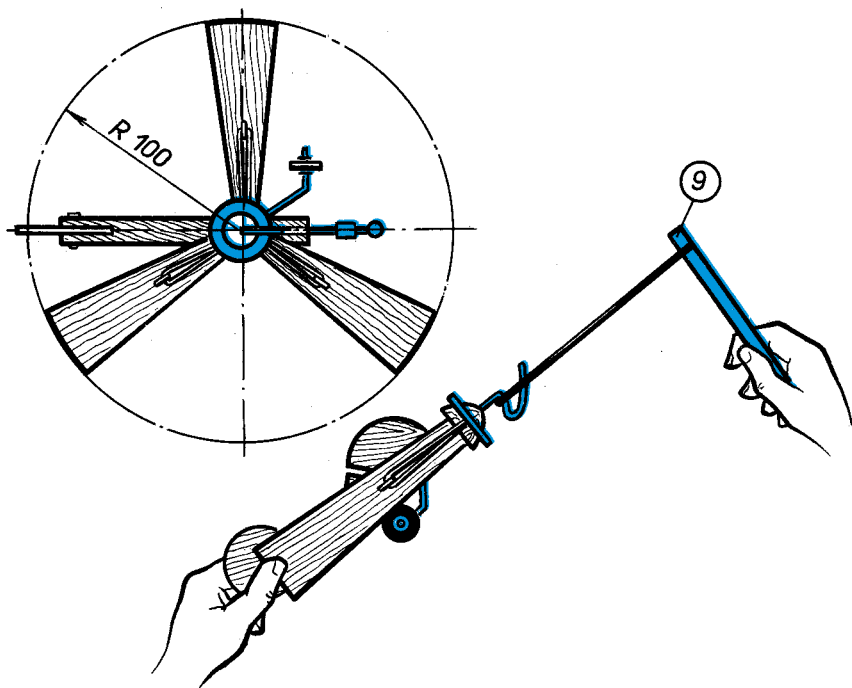


Рис. 79. Вертолет из древесины.

Чтобы придать корпусу обтекаемую форму, стойку 1 перед запуском отведите вперед, растянув при этом резинку 3. Лопастей ротора сложите вдоль фюзеляжа (резинки 7 при этом растянутся). В сложенном состоянии модель зажимается между большим и указательным пальцами левой руки так, как показано на рисунке. Резинку катапульты 9 зацепите за крючок ротора. Растяните правой рукой рогатку и запустите модель вверх. В сложенном состоянии она, словно стрела, взлетит довольно высоко. Как только набор высоты прекратится, лобовое сопротивление от набегающего потока воздуха уменьшится. Стойка ротора займет вертикальное положение. Лопастей под действием растянутых резинок раскроются и начнут вращаться — ведь модель начнет падать.

От того, где на выступающем стержне противовеса будет зафиксирован грузик 4, зависит не только балансировка игрушки. Если грузик установлен так, что хвостовая часть модели уравнивается носовой, вертолет будет опускаться почти вертикально. Но можно добиться эффектного спуска и под углом к вертикали. В этом случае гайка-грузик передвигается ближе к концу. Центр тяжести вертолета смещается к носу, тогда он приземляется на расстоянии нескольких метров от места запуска.



## Самолеты из пенопласта

Модель, изображенная на рисунке 80, летает 20—30 с. Этого достаточно, чтобы сдать нормы на получение значка «Авиамodelист СССР».

Выстругайте из сосны или липы рейку длиной около 40 см. Примерно на две трети длины рейка должна иметь сечение  $2 \times 2$  мм, затем она суживается к концу до сечения  $1 \times 1$  мм. Тщательно зашкурьте рейку, чтобы не было заусенцев. Острые углы скруглите.

Крылу и стабилизатору придайте такой же профиль, как у простейших моделей планеров. Затем над лампочкой прогрейте пенопласт и отогните на стабилизаторе два киля, а на крыльях два ушка. Можно усилить крыло, приклеив снизу полоску ватмана или тонкую бумагу.

Посмотрите на рисунок 81—здесь изображены все детали винтомоторной группы.

Воздушный винт лучше всего сделать наборным. Лопасти вырежьте из бумаги, а ступицу выстругайте из сосны, липы или сделайте из соломы.

Лопасти целесообразно делать похожими на овал, суживающийся к внешнему концу. Приклеивать лопасти к ступице можно любым клеем.

Рис. 80—82. Самолеты из пенопласта.

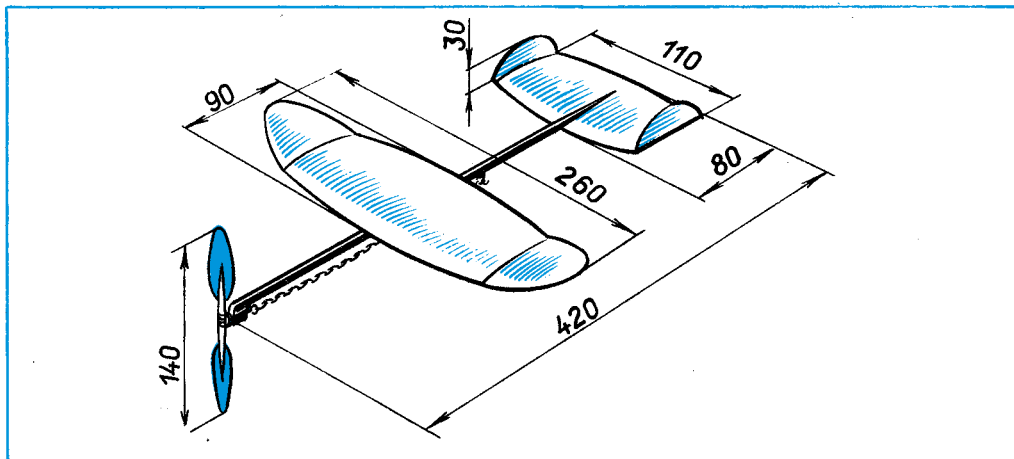


Рис. 80.

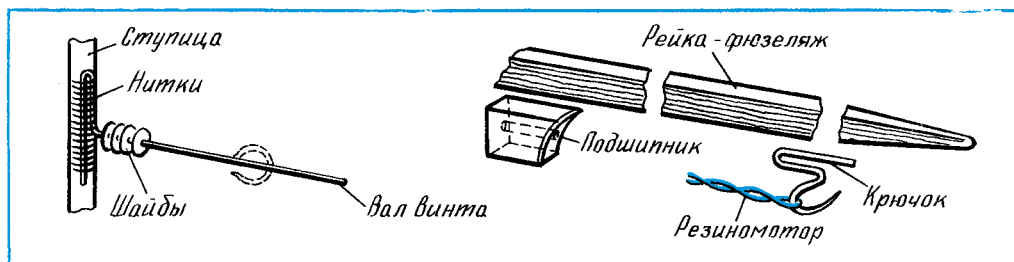


Рис. 81.

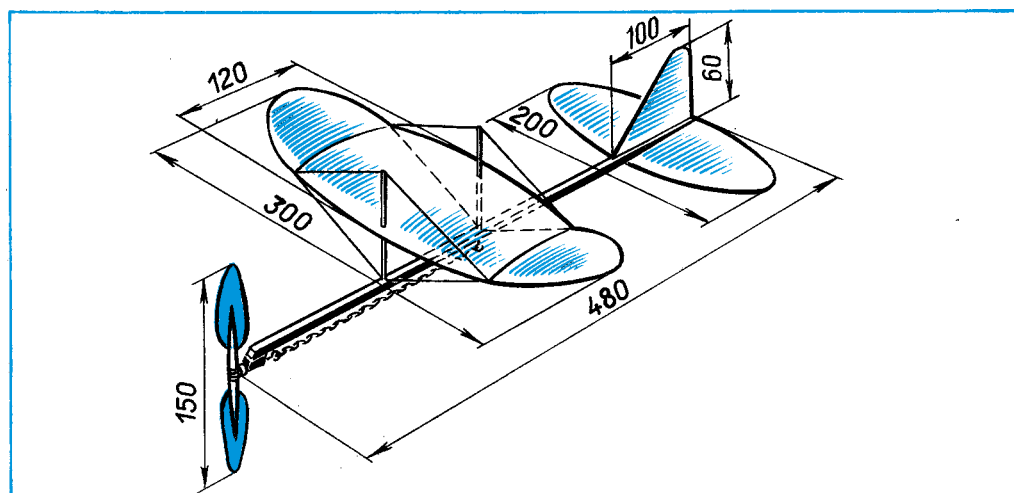


Рис. 82.



Теперь очередь за валом винта. Стальную проволоку диаметром 0,3—0,5 мм согните пинцетом или круглогубцами, как показано на рисунке. Найдите середину ступицы винта, привяжите вал нитками и промажьте нитки клеем. Вал нужно прикрепить к ступице так, чтобы лопасти загребали воздух под равными углами. Это можно проверить. Если мы поместим винт между лампой и стеной так, чтобы плоскость вращения винта проходила через лампу и была перпендикулярной стене, тени лопастей должны быть равными по ширине.

Закрепите вал на фюзеляже. Для этого возьмите брусочек липы или пенопласта толщиной 2 мм, длиной и шириной 4 мм. Это будет подшипник вала. Чтобы подшипник из пенопласта был более долговечным, спереди и сзади него наклейте полоски ватмана. Брусочек приклейте к рейке вровень с ее передним концом.

Чтобы винт легко вращался, необходимо изготовить 2—3 шайбы из фотопленки или металлической фольги. Проколите остро заточенным кусочком проволоки отверстие в подшипнике ниже его середины. Отверстие должно быть строго параллельно фюзеляжу. Наденьте на вал винта шайбы и проденьте винт сквозь подшипник. Если вал выступает из подшипника более чем на 10 мм, откусите лишнее кусачками.

Кончик вала согните в колечко диаметром 2—3 мм и поправьте его так, чтобы оно располагалось симметрично к оси вращения.

Теперь возьмите 20—30 мм такой же проволоки, что и для вала, и согните крючок. Он крепится к фюзеляжу нитками и клеем.

Резиновую нить сечением 1×1 мм (или диаметром 1 мм) и длиной раза в три большей, чем расстояние между крючком и валом, свяжите в кольцо. Повесьте резиномотор на крючки. Найдите центр тяжести модели без крыла: положите фюзеляж горизонтально на острие ножа или тонкую рейку и уравновесьте его. Место соприкосновения фюзеляжа с ножом или рейкой и будет центром тяжести. Приклейте крыло так, чтобы центр тяжести располагался на 5—10 мм ближе к передней кромке крыла, считая от его середины.

Осталось правильно отформовать лопасти винта. Дело в том, что окружные скорости комля и кончика лопасти отличаются друг от друга в 2—3 раза. Значит, условия, в которых работают разные сечения лопастей, далеко не равны. Если корневое сечение лопасти ввинтится в воздух при одном и том же угле установки лопастей на какое-то расстояние, то концы лопастей должны ввинтиться раза в два больше. Отсюда вывод: комли лопастей будут тормозить. Чтобы этого не случилось, угол в комлевой части лопасти нужно увеличить или конец лопасти заставить загребать воздух под меньшим углом. На нашей модели лучше избрать второй способ. Закручивайте резиномотор и легким толчком запускайте модель.

Модель, показанную на рисунке 82, изготовить немного сложнее, но она и летает дольше — около минуты.

Крыло, стабилизатор и киль сделайте как можно тоньше. На лист фанеры положите сложенную вдвое газету, а на газету — крыло. Закройте его листом плотной бумаги и прогладьте слабо разогретым утюгом. Поверхность пенопласта должна оплавиться, и вы получите очень тонкое и гладкое крыло. То же самое сделайте со стабилизатором и килем.

Но тонкое крыло может скрутиться. Поэтому придется укрепить его системой расчалок. Стойки сделайте из соломы или очень тонкой сосновой рейки, а расчалки — из ниток, лучше капроновых, как можно тоньше, но не в ущерб прочности.

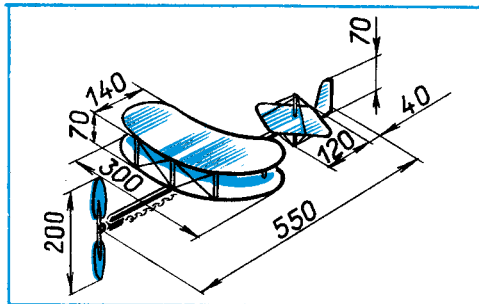


Рис. 83.

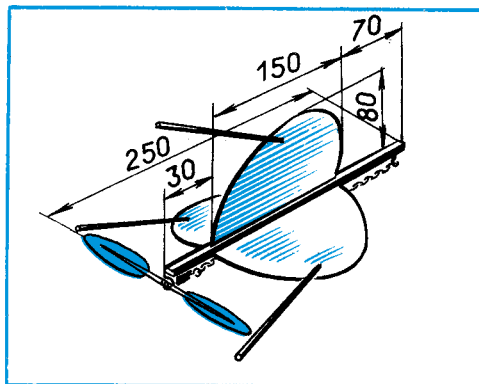


Рис. 85.

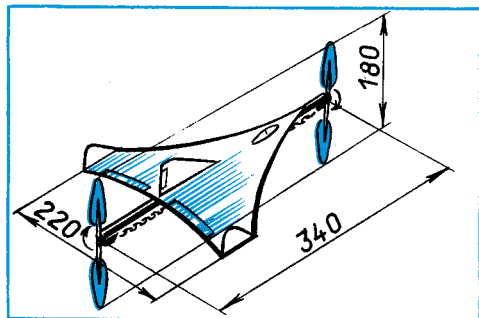


Рис. 84.

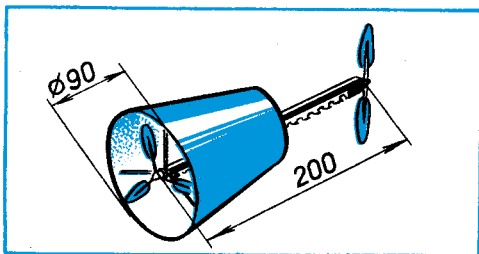


Рис. 86.

Лопасті винта теж можна зробити з пенопласту, але їх треба з обох сторін оклеїти папірною або конденсаторною бумагою. Зробляється це без клею — просто наложите бумагу на пенопласт і проведіть утюгом.

Можно заставити модель летати ще довше, хвилини півтори-дві, якщо зробити біплан, показаний на малюнку 83. Фюзеляж зроблений з міцної соломинки, крила ще тонше, ніж у попередньої моделі, стабілізатор також розчленований.

Тепер подивіться на малюнок 84. Форма цієї моделі зовсім сучасна. Але вона нестійко летить з одним винтом, тому ми передбачили два: один — тягучий, інший — толкаючий. На задній кромці крила і киля для регулювання приклейте смужки паперу шириною 10—12 мм.

Тепер ми пропонуємо вам на перший погляд незвичайні летючі апарати (рис. 85—86). Це спрощені моделі перших радянських штучних супутників. На першому супутнику встановіть 3 або 4 півкола з тонкого листа пенопласту, а на другому — конус, скручений з такого ж листа і склеєний встык або внакладку. Він встановлюється на 6 розпорок з соломинки.

Летять ці моделі так. При запуску вгору вони досягають 4—6 м висоти і починають описувати кола в горизонтальній площині. Продовжительність польоту супутників буде тим більше, ніж більше їх розміри і менше вага.

Може статися, що другий супутник полетить тільки вертикально. Тоді змістіть конус назад. Можна зробити толкаючий винт меншого діаметра і втопити його в задню порожнину конуса. Загалом серйозно віднесіться до налаштування моделей — чи правильно вони полетять одразу.

## Несколько слов о полете бумеранга

Среди множества вещей, пришедших к нам из глубокой древности, таких, как колесо, топор, стрела, бумеранг занимает особое место. Чтобы изготовить его, неизвестному древнему изобретателю пришлось немало потрудиться. Ведь законы полета бумеранга стали известны лишь в последнее столетие, с появлением авиации.

Какой бы формы ни были эти изделия, они разделяются на два вида: возвращающиеся и невозвращающиеся. По внешнему виду их почти невозможно отличить друг от друга. Как правило, возвращающийся бумеранг легче, а угол между его плечами более острый. Длина этого вида бумеранга 250—750 мм, ширина 30—50 мм, толщина до 15 мм. Угол между плечами изменяется от 80 до 140°, масса составляет около 700 г. Лучшие образцы невозвращающегося бумеранга пролетают 180 м, поднимаясь на высоту до 15 м.

Какие же силы действуют на бумеранг, брошенный горизонтально и вращающийся в вертикальной плоскости? Из-за несимметричности профиля плеч (рис. 87) у него, как и у крыла самолета, возникает подъемная сила  $\vec{F}$ . Кроме того, на плечо бумеранга действует еще сила сопротивления воздуха  $\vec{Q}$ .

Результирующая этих двух сил стремится развернуть его. Величина каждой из этих сил пропорциональна квадрату скорости, и понятно, что они не равны, если рассматривать два плеча. В верхней точке скорость полета бумеранга  $\vec{V}$  складывается со скоростью вращения  $\vec{\omega}$ , а в нижней вычитается.

Таким образом, бумеранг испытывает действие сил  $\vec{F}$  и сил сопротивления, стремящихся развернуть его вокруг горизонтальной и вертикальной оси. Но этого перемещения при запуске не происходит, потому что бумеранг, очень быстро вращаясь, приобретает устойчивость волчка или юлы.

Часто плоскость бумеранга, занимающая почти вертикальное положение в начале полета, в конце пути становится горизонтальной. Это объясняется тем, что силы, рассмотренные выше, заставляют бумеранг постепенно поворачиваться, чем и объясняется столь сложная траектория его полета. Если бумеранг запустить с вдвое большей скоростью, то скорость наклона его плоскости также увеличится вдвое. В результате бумеранг опишет почти такую же кривую. Следовательно, диаметр ее не зависит ни от скорости вращения бумеранга, ни от его начальной скорости. Таким образом, длина пути модели — величина почти постоянная. Параметры орбиты пропорциональны моменту инерции, который тем меньше, чем легче бумеранг. Поэтому, чтобы при испытаниях в комнате он описывал малую орбиту, его нужно изготовить из бумаги.

Сделайте бумажный бумеранг с длиной каждого плеча по 50 мм, шириной 10 мм и зажмите его под ногтем большого пальца, как показано на рисунке. Если теперь щелкнуть по верхнему концу модели, она полетит метров на пять, плавно опишет кривую и возвратится обратно.

Более дальнобойные бумеранги лучше делать из многослойной фанеры или картона. Такой бумеранг берут правой рукой за один из концов и чуть наклоняют влево выпуклую сторону, оба конца модели направляют вперед или назад. Бросать его нужно вперед или чуть вверх, заставив быстро вращаться. Для этого резко замедляется заключительная фаза броска. При полете бумеранга сначала кажется, что он летит прямо, но вскоре его траектория отклоняется влево, а часто и вверх. Затем он делает широкую, почти округлую петлю и возвращается к месту запуска. Точность возвращения в значительной степени зависит от мастерства метателя.

## Как изготовить бумеранг

Посмотрите еще раз на рисунок 87. На нем внизу представлен один из наиболее распространенных возвращающихся бумерангов.

Возьмите лист плотной бумаги и нанесите на него сетку со стороной квадрата, равной 50 мм. Сторона бумеранга, обращенная к читателю, — выпуклая. Тщательно перенесите контуры модели с рисунка и вырежьте. Вы получили шаблон. Симметрию плеч проверьте, перегнув его по линии  $OA$ . Контуры плеч должны полностью совпасть. Лучший и, пожалуй, самый доступный материал для изготовления бумеранга — тонкая фанера.

Резиновым клеем приклейте шаблон на лист фанеры так, чтобы наружные слои фанеры были перпендикулярны оси  $OA$ . Лобзиком вырежьте контуры плеч бумеранга. Вся последующая обработка производится только с одной стороны, указанной на рисунке. Другая сторона должна остаться плоской. С помощью плоского напильника и штангенциркуля добейтесь плавного уменьшения толщины от середины к концам. Сделав это, займитесь профилированием. Это, пожалуй, самая ответственная часть работы. Вырежьте из жести или тонкой фанеры контршаблоны для каждого сечения, указанного на рисунке. Профилирование выполните с помощью полукруглого и плоского напильников, а затем всю поверхность зачистите шкуркой. Все острые кромки округлите. Поверхность плеч тщательно обработайте, от этого будут зависеть летные качества бумеранга.

Почаще проверяйте контршаблонами правильность получаемых сечений на просвет. Очень важно также тщательно сбалансировать бумеранг. Для этого подвесьте его на нитке, прикрепив ее на сечении  $OA$ : ни одно из плеч не должно

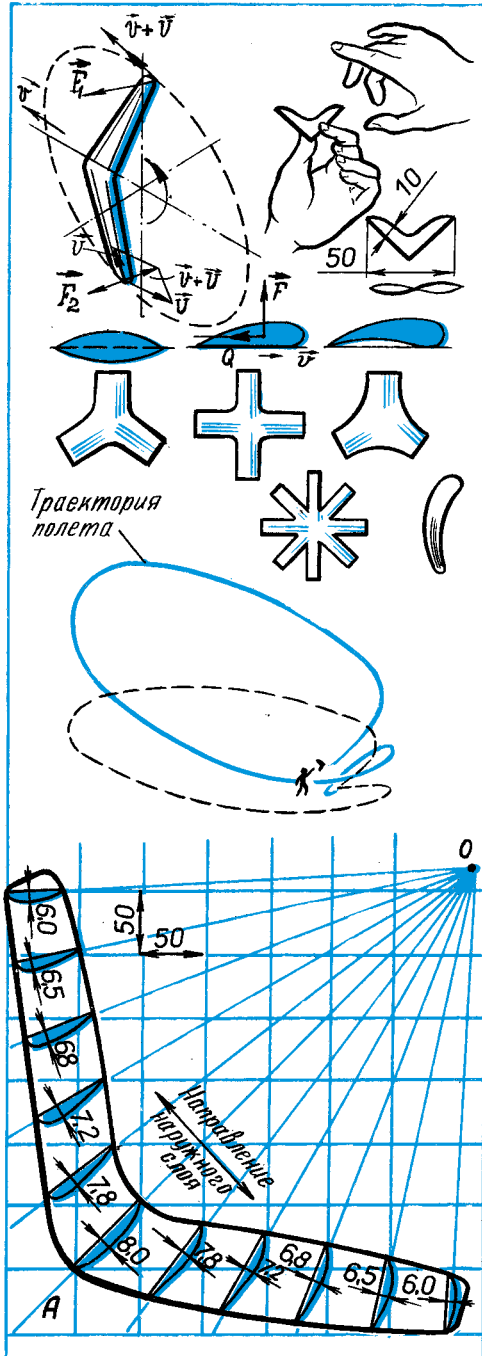


Рис. 87. Силы, действующие на бумеранг; его виды; траектория полета и чертеж.

перевешивать. Если одно плечо окажется тяжелее другого, необходимо установить причину. Это может быть вызвано либо неправильной обработкой, либо неоднородностью фанеры. В первом случае равновесия добиваются подпиливанием более тяжелого плеча, во втором — путем заделки в край легкого плеча небольшой свинцовой заклепки. Место заделки необходимо тщательно сравнять с плоскостью плеча.

**Категорически предупреждаем:** летающий бумеранг представляет опасность не только для самого бросающего, но и для окружающих. Лучше всего запускать его на большой, открытой площадке или лужайке, удалив зрителей на возможно большее расстояние. Чтобы модель была лучше видна, нанесите на плечи яркие полосы различных цветов. Необходимую водостойкость ей можно придать, покрыв поверхность плеч бесцветным лаком.

Готовый бумеранг несколько раз покрасьте яркой масляной или эмалевой краской.

## Несколько конструкций бумерангов

Ниже расскажем о наиболее интересных конструкциях бумерангов, а вы попробуйте разработать необходимые чертежи, изготовить модели и испытать их в полете.

Бумеранг с регулируемыми полетными характеристиками (рис. 88) конструкции Ч. Кливленда состоит из двух пластин со скошенными боковыми гранями и соединительной скобы. Благодаря этой скобе одна из пластин может перемещаться относительно другой в продольном направлении. Но, пожалуй, интереснее было бы закрепить лопасти бумеранга так, чтобы они имели возможность перемещаться относительно друг друга. Тогда он смог бы описывать в воздухе правый или левый эллипс.

При броске бумеранг обычно держат за длинную лопасть, а короткую направляют вертикально вверх. В заключительной фазе броска легким движением кисти его резко разворачивают, и он начинает вращаться. Полет модели существенно зависит от скорости ветра, угла наклона к горизонту, взаимного расположения лопастей и, конечно, от массы скобы.

Бумеранг Г. Редка (рис. 89) напоминает предыдущую модель, но конструктивно несколько отличается. Его лопасти соединены шарнирно, под углом друг к другу. Снизу они плоские, а сверху овальные. Для изготовления модели подойдет любой материал: древесина или пластик, плотный картон или фанера.

Траектория полета бумеранга регулируется перемещением по лопастям подвижных грузиков: чем ближе они располагаются к концам, тем выше поднимается модель. Несимметричное расположение резиновых грузиков на лопастях приводит к совершенно непредсказуемым и забавным траекториям полета. Угол раскрытия лопастей бумеранга  $\alpha$  также влияет на его полетные характеристики. Бумеранг можно раскрасить яркими красками и прикрепить к одной из его лопастей свистульку от детской игрушки: это сделает полет ещё более эффектным.

А эти модели (рис. 90) сконструировал У. Шапиро. Их смело можно отнести к разряду самых простых и доступных. Все три бумеранга: и трех-, и четырех-, и шестилопастный — устроены по одному принципу. Это прямоугольные картонные или пластмассовые полоски, скрепленные между собой не клеем, а фигурными вырезами. Бумеранги легко собираются и разбираются. Наиболее оптимальные их размеры от 50 до 300 мм.

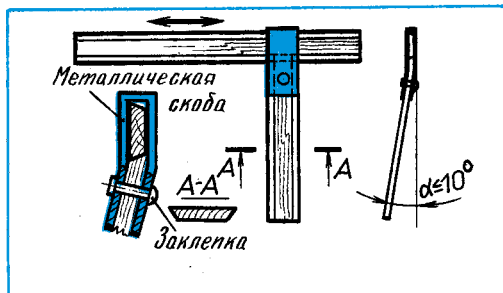


Рис. 88. Бумеранг Ч. Кливленда.

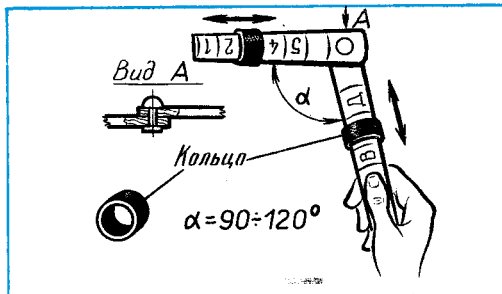


Рис. 89. Бумеранг Г. Редка.

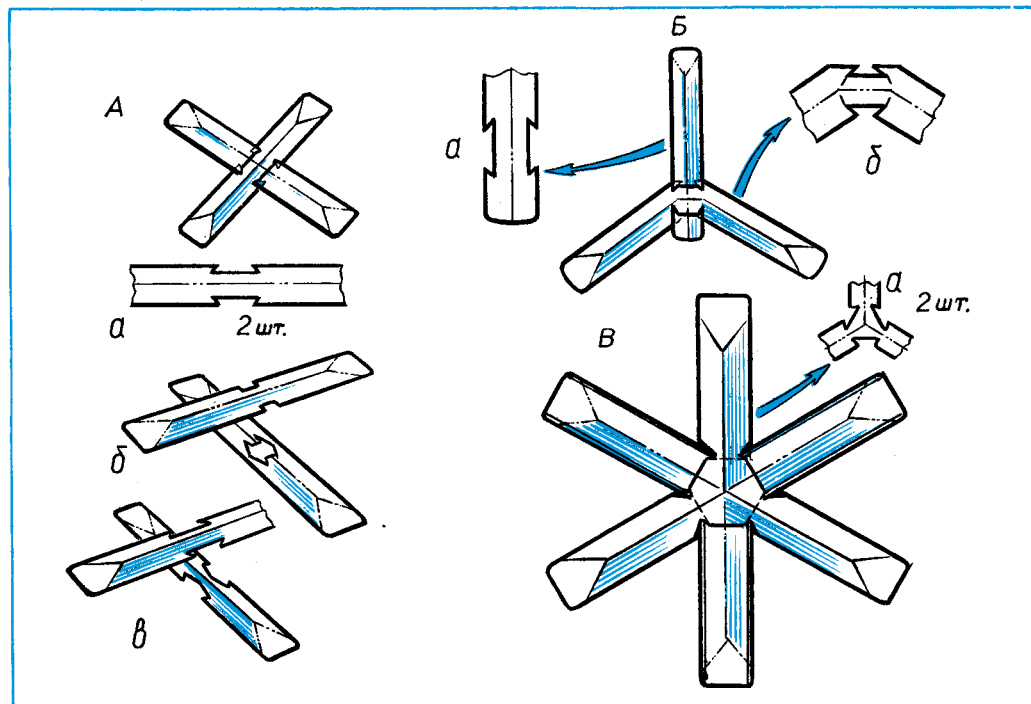


Рис. 90. Бумеранги У. Шапира.

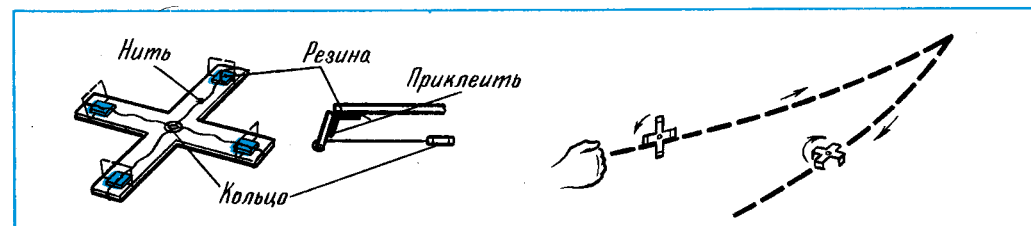


Рис. 91. Бумеранг Д. Глисона.

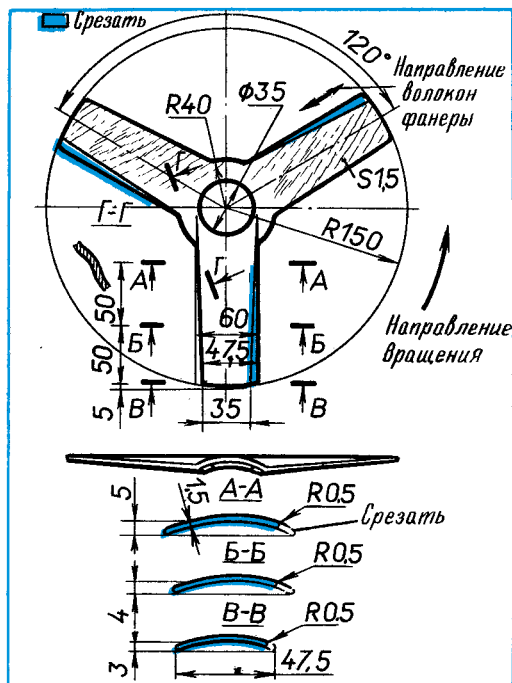


Рис. 92. Бумеранг Д. Клейкома.

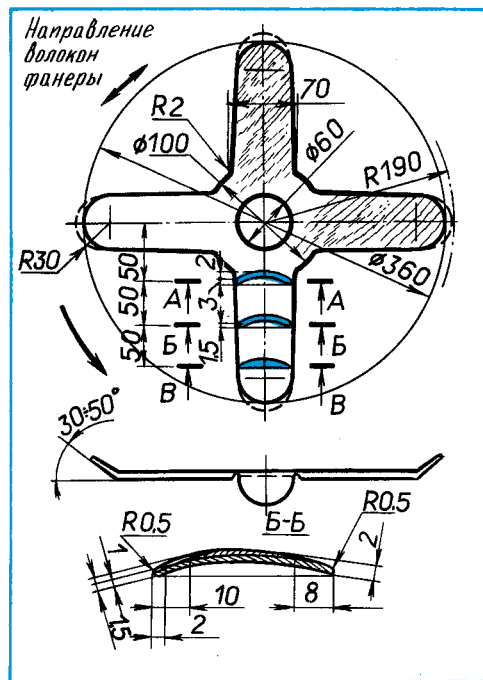


Рис. 93. Бумеранг М. Блока.

Ранее было рассказано о двух крутящих моментах, определяющих траекторию полета бумеранга. Можно усложнить взаимодействие этих моментов, введя в конструкцию дополнительную связь «грузик — шарнир». На рисунке 91 показано устройство бумеранга Д. Глисона с такой связью. Его нужно выпилить из фанеры, отрезать от вершины каждой лопасти концы (примерно пятая-шестая часть длины) и скрепить их резиновыми полосками-шарнирами. Концы таких лопастейгибаются. А чтобы консоли лопастей могли гнуться только в одну сторону, надо прикрепить к ним нитки и соединить их свободные концы с грузиком-кольцом.

В начальный период полета центробежная сила инерции удерживает грузик в гнезде, а резиновые полоски не позволяют сгибаться консолям лопастей, и бумеранг быстро набирает высоту. Когда же вращение бумеранга замедляется и уменьшается центробежная сила инерции, кольцо выпадает из гнезда, концы лопастейгибаются, и модель возвращается к месту запуска.

Итак, вы познакомились с конструкциями четырех бумерангов. Попробуйте сделать и испытать их. Правда, эта работа под силу только опытным модельстам, хорошо знающим и понимающим физику. А начинающим предлагаем подробные чертежи двух простых бумерангов.

Летающая модель Д. Клейкома (рис. 92) отличается от приведенных выше бумерангов тем, что полет ее легко предугадать — в воздухе она описывает большой круг. Изготовить такой бумеранг проще всего из тонкой фанеры. Постарайтесь точно разметить заготовку — лопасти бумеранга должны быть оди-

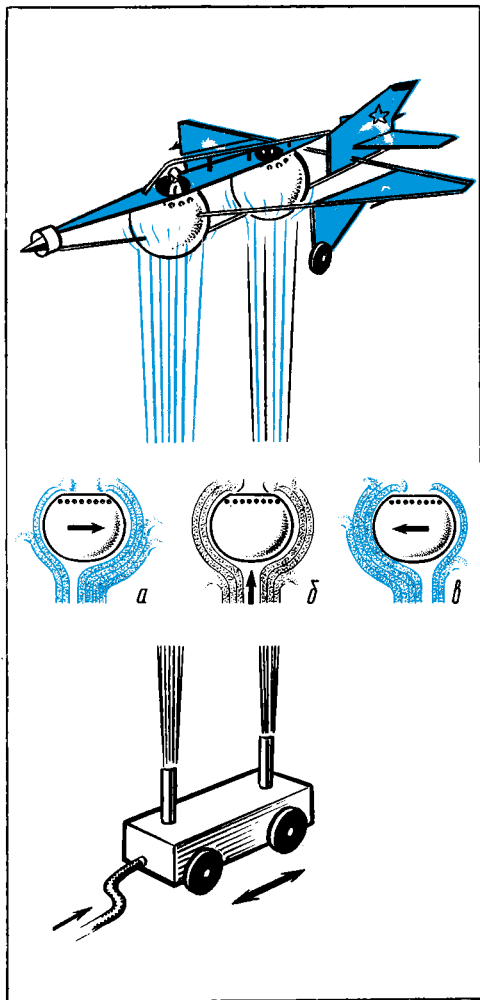


Рис. 94. Модель вертикального взлета.

то и укладывают эту модель, очертаниями напоминающую истребитель МИГ-21. Включают тумблер пылесоса. И вот самолетик дрогнул, поплыл плавно вверх, словно его подхватила невидимая сила.

Прежде чем познакомиться с физической сущностью явления, которое использовал автор модели, предлагаем проделать два простых опыта.

Один из них проведите в ванной комнате. Наполните ванну более чем наполовину водой. В струю воды, вытекающую из крана, бросьте шарик от настольного тенниса. Легкий шарик не всплывет, как следовало бы ожидать, а погрузится в воду. Струя воды будет топить его, не выпуская из своих цепких объятий.

Другой опыт еще проще. Возьмите короткую трубку с воронкой на конце.

наковые. Даже небольшая ошибка в размерах может существенно повлиять на аэродинамические качества модели. Вырежьте в центре отверстия диаметром 35 мм. Кромки выпиленной заготовки зачистите наждачной бумагой. Чтобы придать лопастям бумеранга необходимый профиль, показанный на рисунке, они подвергаются тепловой обработке. Для этого их необходимо подержать некоторое время над разогретым жалом паяльника. Чтобы у бумеранга был необходимый угол атаки, срежьте с каждой лопасти одну из кромок (см. рисунок), заклейте отверстие плотной бумагой и покройте бумеранг нитроэмалью, а лучше аэролаком.

Бумеранг М. Блока (рис. 93) изготавливают по той же технологии, что и предыдущий. Разница лишь в том, что его корпус склеивается не из одной, а из двух фанерных заготовок.

## Модель вертикального взлета

Эта модель (рис. 94) собрана из тоненьких проволоочек и папиросной бумаги. И хотя она не имеет двигателя, может самостоятельно взлетать, зависать, как вертолет, и плавно приземляться.

Автор модели — свердловский школьник В. Чистов. Интересна процедура запуска этой необычной модели. К пылесосу подсоединяют шланг, а к нему — прямоугольную коробочку. На коробочке, словно на игрушечном паровозике, установлены две высокие трубы. На них-



Положите в воронку тот же шарик и подуйте в трубку. Шарик взлетит над горловиной, да так и будет висеть, пока у вас хватит воздуха в легких.

Оба опыта раскрывают сущность физического явления, объясненного в свое время Д. Бернулли. Чтобы лучше его уяснить, обратимся к рисунку 89. Воздушная или водяная струя (неважно, какая среда) обтекает шарик (положения *а*, *б*, *в*). По закону Бернулли известно, что в тех местах, где скорость потока ниже, давление больше, и наоборот. Самой высокой скоростью в нашем случае обладают частицы в центральной части потока, на краях она меньше, посему поток там подтормаживает неподвижные частицы среды, окружающие струю. Следовательно, давление во внешней части потока больше, чем в центре. Вот и получается, что шарик находится словно в лунке — стоит ему невзначай отклониться от центра, как возрастающая боковая сила давления возвращает его назад.

А теперь вернемся к модели истребителя. На фюзеляже размещены две сферические кабины пилотов. Вся хитрость именно в них. Струи сжатого воздуха ударяют в эти сферические поверхности и, как в опытах с целлулоидным шариком, приподнимают модель.

Правда, устойчивое положение имеет тело, которое опирается на три точки, а на модели их вроде бы только две. Между тем самолет в воздухе не опрокидывается. Третью точку опоры сразу и не заметишь. Но она у модели есть. Вспомним запуск воздушного змея-парашюта. Если в купол его направить несколько очень сильных струй воздуха от мощных вентиляторов, то он взлетит вверх. Так вот, роль такого парашюта, а стало быть, и третьей точки опоры выполняет узкая, оклеенная папиросной бумагой верхняя рамка фюзеляжа.

Предлагаем вам поэкспериментировать с описываемой моделью. Размеры ее любой, даже начинающий, моделист может выбрать по своему вкусу. Но прежде чем браться за изготовление, советуем поразмыслить над своей конструкцией. В том варианте, о котором мы рассказали, модель может только подниматься и парить в воздухе. А нельзя ли научить ее еще и летать? Словом, поле деятельности перед вами открывается тут широкое.

## Камбалолет

На соревнованиях по ракетомоделизму можно увидеть, как ракета, достигнув наивысшей точки подъема, вдруг выбрасывает какой-то предмет, который затем превращается в планер. Сама ракета плавно спускается на парашюте, а планер долго еще кружит над головами зрителей. Это ракетоплан.

Среди моторных ракетопланов особый интерес представляют модели с необычными движителями, например с машущими крыльями. Однако сделать такую модель трудно. Куда проще изготовить ракетоплан, похожий по форме на камбалу: к складывающейся модели дельтаплана добавить машущий движитель, тоже складывающийся, — вот вам модель камбалолета.

Она была изготовлена инженером Н. Вожеговым совместно с литовским авиа-моделистом А. Ковальонасом и при испытаниях показала неплохие результаты. Несущая плоскость проста (рис. 95). Каркас крыла образуют 3 рейки: центральная 1 сечением  $4 \times 4$  мм и 2 боковые  $4 \times 1,5$  мм. К последним крепится резинка 2. Все рейки изготовлены из древесины сосны. Боковые рейки крепятся к центральной на шарнирах. Круглая резинка, укрепленная на боковых рейках, расправляет свою поверхность после броска модели с руки. Движитель

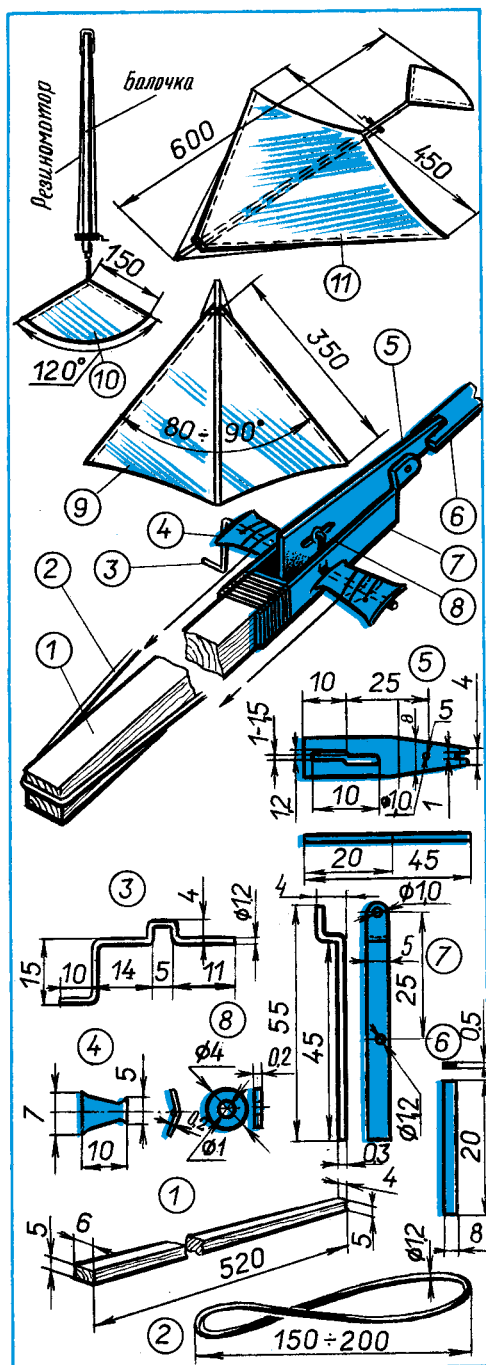


Рис. 95. Камбалолет.

установлен на хвосте камбалолета. Каркасы крыльев 9 и хвоста 10 оклеиваются волокнистой авиамодельной бумагой.

С устройством привода двигателя следует разобраться очень внимательно. Это автоколебательный привод с механической обратной связью между двигателем и колеблющейся поверхностью. Здесь ленты резиномотора работают не на скручивание, а на растяжение. Вот почему к коленчатому валу 3 прикреплены пластинки 4 и качающаяся кулиса 5, имеющая зигзагообразный паз. Коленчатый вал вращается в двух неподвижно закрепленных щеках 7. Для снижения трения коленчатого вала о щеки между ними поставлены шайбы 8. Роль упругого торсиона выполняет гибкая стальная пластинка 6, которая соединяет хвост 10 с кулисой 5. Усилие растянутого резиномотора передается через намотанные на пластинки резиновые нити коленчатому валу, который, вращаясь, перебрасывает кулису то в верхнее, то в нижнее положение. В обоих положениях кулисы коленчатый вал стопорится и вновь начинает движение только после того, как хвост дойдет до своего крайнего верхнего или нижнего положения. При этом благодаря силам инерции движущегося хвоста кулиса освобождается и передает ему очередной импульс от резиномотора.

Устройство и размеры деталей привода двигателя показаны на рисунке.

После изготовления и отладки крыла и привода двигателя соедините их вместе и скрепите центральную рейку крыла с балочкой привода двигателя шпильками, пропустив их в 2 предварительно просверленных отверстия.

Собранная модель с незаведенным резиномотором должна устойчиво планировать. Может случиться так, что в полете она задирает нос или, наоборот, пикирует. Устраните это, сместив крыло относительно балочки привода-двигателя немного вперед или назад.

## Махолет

Конструкцию летательного аппарата, именуемого махолетом, разработал еще Леонардо да Винчи. Но до сих пор никому не удалось построить машину, которая, махая крыльями, могла бы подниматься в воздух. Даже создание маленькой модели-копии такой машины сопряжено с большими трудностями.

Существует два типа моделей махолета: центропланные, центральная часть крыльев которых неподвижна по отношению к корпусу, и бесцентропланные с движущимися крыльями. Второй тип махолета — наиболее интересный по конструкции и самый сложный в изготовлении.

Приступая к изготовлению модели бесцентропланного махолета, многие из вас наверняка будут пытаться использовать уже известные принципы построения моделей, в частности заставлять работать резиновые жгуты своих моделей на скручивание. Но применять скрученную резину для создания тяги на моделях, масса которых измеряется десятками грамм, нецелесообразно. Попробуем объяснить это. Каждый из вас знает, что винт самолета вращается очень быстро: с частотой 50 об/с и более. Крылья же махолета движутся вверх и вниз значительно медленнее. Подсчитано, что для махолета, поднимающего людей, частота взмахов должна колебаться в пределах 0,5—1 взмах в секунду. Очевидно, что такой же, но в обратной пропорции должна быть разница в величине механических усилий, которые при одной и той же мощности двигателя воздействуют на движители самолетной и махолетной систем.

Модель махолета В. Федотова (рис. 96) уверенно набирает высоту. Крутящий момент на валу ее приводного механизма превышает 500 Н · м. А крутящий момент винта для полета самолета такого же размера и массы должен быть в 20—25 раз меньше. Отсюда следует вывод: пучки резиновых нитей в моделях махолетов должны работать не на скручивание, а на растяжение. Только при этом условии резиновый двигатель допустимой массы без особых дополнительных устройств способен создавать на валу достаточный крутящий момент. Однако такой способ использования резинового двигателя обладает существенным недостатком. Сильно растянутый жгут резины очень быстро расходует всю запасенную механическую энергию, и модель махолета успевает сделать 12—13 взмахов крыльями и пролететь по горизонтали всего 5—6 м.

Второе, что следует учитывать при изготовлении таких моделей, — способ работы машущего крыла. В движении крылья махолета должны периодически поворачиваться вокруг своих продольных осей, поэтому передняя кромка крыла по отношению к задней занимает разное положение. Для чего это нужно? Опускаясь, крылья давят на воздух, отбрасывая его к хвосту (см. рисунок). Силу давления крыльев можно разложить на две составляющие: подъемную силу и силу тяги. Поднимаясь, крыло занимает уже иное положение (см. тот же рисунок). Набегающий поток встречного воздуха ударяет в него, и снова возникает подъемная сила. Таким образом, подъемная сила создается не только тогда, когда крылья опускаются, но и когда они поднимаются.

Отсюда становится ясно, что при постройке махолета следует добиваться поворачивания крыльев в нужный момент навстречу набегающему потоку.

И еще одно обстоятельство, о котором необходимо помнить, создавая модели махолетов. Имеются в виду особенности приводного механизма. Винт самолета работает равномерно. В любой момент установившегося горизонтального полета он совершает максимум полезной работы. Машущие же крылья работают не-

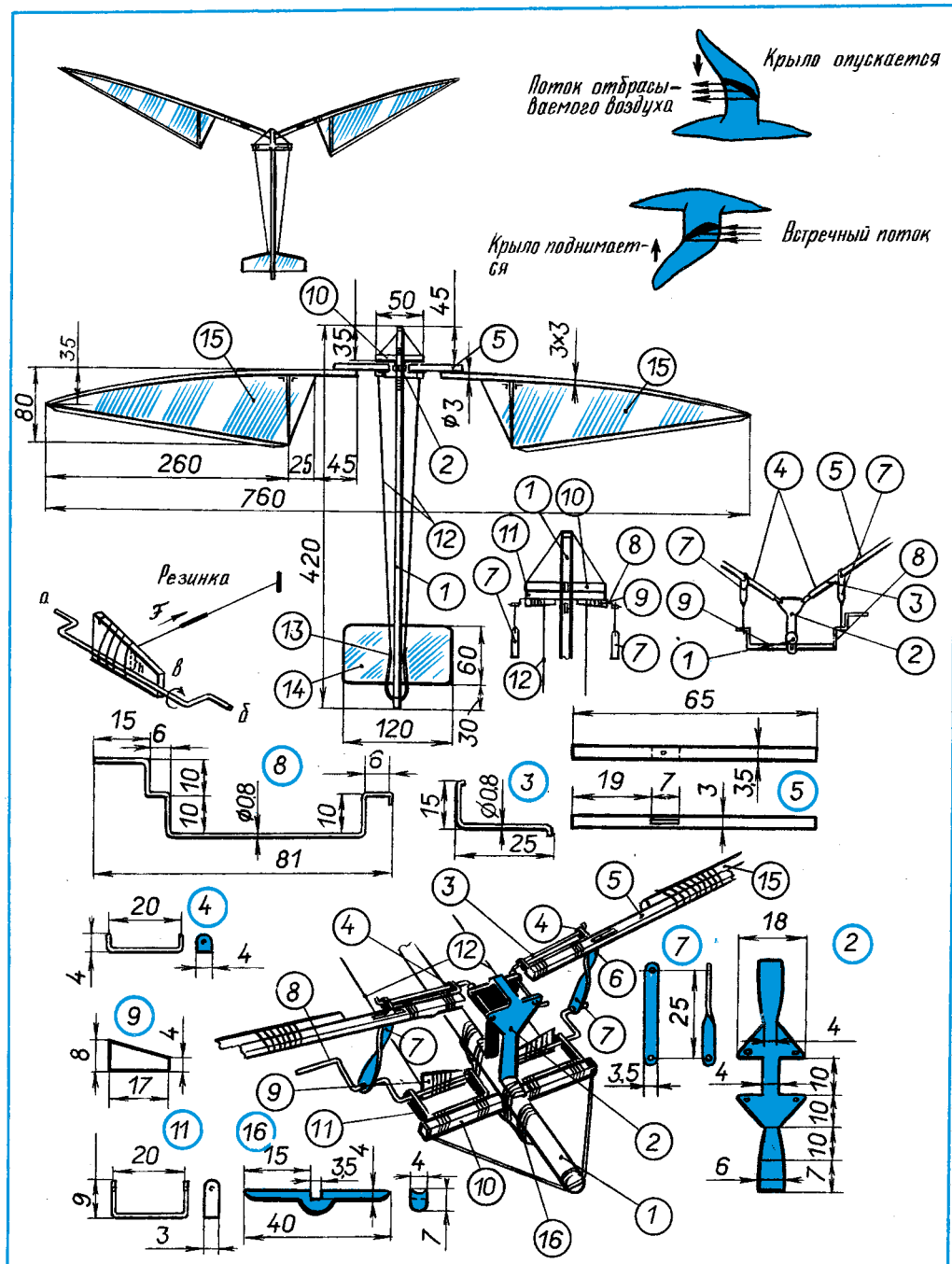


Рис. 96. Махолет.

равномерно, периодически. Самое большое количество полезной работы они совершают, когда опускаются. Очевидно, что приводной механизм моделей должен действовать также периодически. Обратимся к рисунку привода. На металлическую пластинку, припаянную к коленчатому валу модели и являющуюся его воротом или рычагом, наматывается нить. Она связана с резиновым жгутом двигателя модели. Максимальный крутящий момент на валу определяется по формуле:  $M = \bar{F} \cdot h$ , где  $\bar{F}$  — сила натяжения резинового жгута, а  $h$  — плечо ворота (рычага). Величина  $h$  при вращении коленчатого вала непрерывно меняется, поэтому меняется и величина крутящего момента на валу модели. За один полный оборот вала крутящий момент всего лишь раз, да и то на короткое время, достигает максимального значения. Вот почему привод подобного рода более всего подходит для модели махолета.

Основу всей модели (см. рис. 96, общий вид) составляет круглая деревянная палочка 1, которая служит фюзеляжем модели. К ней прикреплены жестяная кобылка 2 и деревянная поперечина 10, удерживающаяся на фюзеляже деревянной накладкой 16. Кобылка и накладка скреплены с фюзеляжем нитками с клеем. К поперечине 10 нитками с клеем прикреплены подшипники 11, вырезанные из тонкой жести. В отверстия этих подшипников и накладки 16 вставлена стальная проволока диаметром 0,8 мм, концы которой загнуты по форме коленчатого вала 8. Две косоугольные пластинки 9, вырезанные из жести, припаяны к валу.

Крылья модели 15 сделаны из деревянных палочек (длинная — лонжерон, короткая — нервюра), соединенных нитками с клеем. Для увеличения прочности соединения можно использовать узкие полоски жести, согнутые под прямым углом.

К свободным концам палочек прикреплена стягивающая нить. Лонжерон изогнут наподобие лука. К нему надо приклеить авиамодельную бумагу (можно использовать и папиросную). После того как бумага приклеена, ее обрезают по форме рамки. Так получается легкое и достаточно гибкое крыло. Свободный конец лонжерона на длине 30—40 мм обструган по форме круглой палочки. Это нужно для того, чтобы подобрать нужный установочный угол крыла. Крыло соединено с фюзеляжем модели стальной махалкой 3, жестяной скобкой 4 и деревянной махалкой 5. Стальные махалки 3, вставленные в отверстия жестяной кобылки 2, способны совершать машущие движения. Жестяные скобки 4, надетые своими отверстиями на стальные махалки 3, позволяют прикрепленным к ним деревянным махалкам 5, а значит и крылу 15, совершать вращательные движения вокруг продольной оси лонжерона. Движениями крыльев управляют шатуны 7. Каждый шатун одним концом надет на колено коленчатого вала 8, а другим вставлен в вырезы деревянных махалок 5. В махалке шатун закреплен с помощью металлической шпильки 6. Скобочки 4 наглухо скреплены с махалками 5 нитками с клеем, а крылья к махалкам 5 прикреплены только нитками. Это позволяет опытным путем подобрать наивыгоднейший установочный угол для обоих крыльев.

Двигателем модели 13 служит пучок из трех или четырех параллельно связанных круглых резиновых нитей диаметром 1 мм. Длина каждой нити 100—120 мм. К обоим концам пучка прикреплены две суровые нитки 12 длиной по 250 мм. Свободные концы их с помощью петелек и крючков, сделанных из жести, закреплены на косоугольных пластинах 9. Пучок резиновых нитей сложен пополам и своим перегибом надет на конец деревянной палочки (фюзе-

ляжа). Для этого на конце палочки перочинным ножом сделана выемка. Чтобы резиновый пучок не соскакивал с фюзеляжа, кончик последнего обмотан ниткой.

Стабилизатор — руль 14 поворотов махолета лучше изготовить отдельно, прикрепив кусочки писчей бумаги к небольшой соломинке или тонкой лучинке, а затем лучинку нитками с клеем примотать к фюзеляжу модели.

Особое внимание обратите на устройство шарнирных соединений приводного механизма модели. Соединяемые детали, например шатун 7 и коленчатый вал 8 или коленчатый вал и подшипники 11, фиксируются относительно друг друга толстыми шайбами или муфтами. Последние изготавливаются из узкой дюралюминевой полоски и плотно насаживаются на одну из соединяемых деталей, как, например, коленчатый вал махолета.

Умение правильно и красиво запускать модель махолета в воздух дается не сразу. Заведите мотор и возьмите модель за правый шатун тремя пальцами правой руки. Крылья при этом должны быть приподняты. Слегка подкинув модель вверх, быстро отнимите пальцы руки от приводного механизма. После первого же взмаха крыльями она устремится вперед. Изменяя установочный угол машущих крыльев и мощность резинового двигателя, можно добиться, что модель махолета будет не только летать в горизонтальном направлении, но и подниматься вверх, делать красивые виражи.

На модели махолета В. Федотова установлен резиновый двигатель, пучки резиновых нитей которого работают на растяжение. Это обстоятельство значительно сокращает, как уже отмечалось прежде, продолжительность полета. Нельзя ли сделать полет более продолжительным? Можно, если заставить пучки резиновых нитей работать на скручивание — тогда количество взмахов крыльями увеличится более, чем в десять раз. Выигрыш существенный. Только достигается он ценой значительного усложнения всей конструкции махолета. Этим и объясняется, почему таких моделей создано еще не так много. Основные направления, по которым здесь следует идти, — снижение массы модели, конструирование более совершенного (и в то же время простого) механического привода, создающего в различные фазы вращения оси разные по величине крутящие моменты. И последнее. Размышляя над тем, какой махолет лучше, не забывайте, что природа неистощима в своих «технических» находках, помогающих живым существам наилучшим образом приспособиться к среде обитания. Вот почему использование «патентов» природы помогает создавать еще более совершенные летательные аппараты.



### III. НИЧЕГО НЕТ ПРОЩЕ КОЛЕСА

Природа не создала живого прототипа колеса — весьма удобного средства передвижения по хорошим дорогам.

И в этом нет ничего удивительного. Обитатели нашей планеты появились тогда, когда на Земле не было ни асфальтовых, ни железных дорог. Откройте атлас автомобильных дорог нашей страны. Вы увидите, что и по сей день огромные пространства еще остаются непроходимыми для колесных машин (самолеты и вертолеты тут, конечно, не в счет). А как необходим такой вид транспорта, который мог бы одинаково легко передвигаться по горным кручам и арктическим торосам, ходить по океанскому дну, а в будущем и по неведомым тропам далеких планет. В этой главе мы познакомим вас не только с традиционными колесными, но и другими движителями. Кто знает, может, когда-нибудь они тоже будут применяться на транспортных средствах.

#### На крыльях, но по земле

Долгое время пружинный механизм был почти единственным двигателем для игрушек и моделей. Еще в 1754 г. М. В. Ломоносов построил модель вертолета с двумя винтами, вращающимися туго скрученной пружиной. Свою модель он назвал аэромической машиной.

Создатель первого в мире самолета А. Ф. Можайский изучал законы полета на модели, три винта которой вращали пружины. И до сих пор пружинные механизмы широко применяются в заводных игрушках, часах, приборах, где нужно обеспечить работу устройства в течение продолжительного времени при небольшой мощности привода.

Игрушечные автомобили, снабженные пружинными механизмами, движутся сравнительно медленно и недалеко. Однако при некоторых условиях можно создавать скоростные модели заводных автомобилей. Что же это за условия? Как известно, скорость движения модели зависит в основном от удельной мощности, которая представляет собой отношение мощности двигателя модели к ее массе. Следовательно, чтобы удельная мощность была высокой, нужно или уменьшить массу модели, или повысить мощность двигателя.

Три автомоделей, разработанные инженером В. Губиным, которые предлагаем вам построить, приводятся в движение пружинным механизмом от заводной игрушки, отслужившей свой срок. Удельная мощность двигателя такой игрушки невелика, но ее можно увеличить за счет уменьшения времени работы. Сделать это нетрудно. Разожмите лапки, соединяющие детали корпуса и осторожно удалите две последние оси с зубчатыми колесами. Эти оси обычно устанавливаются

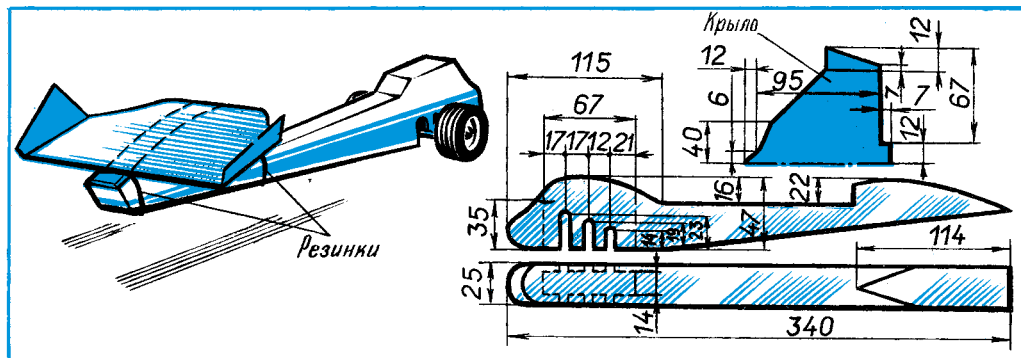


Рис. 97. Модель, использующая экран-эффект.

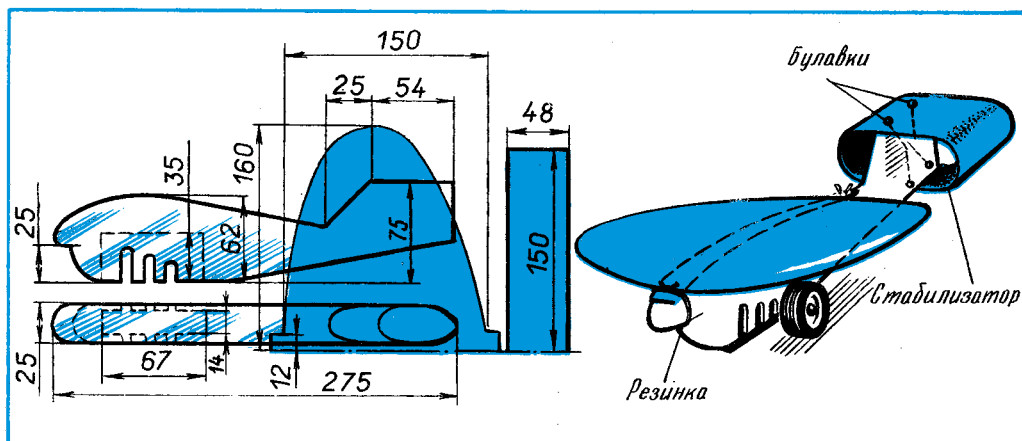


Рис. 98. Автомобиль-самолет.

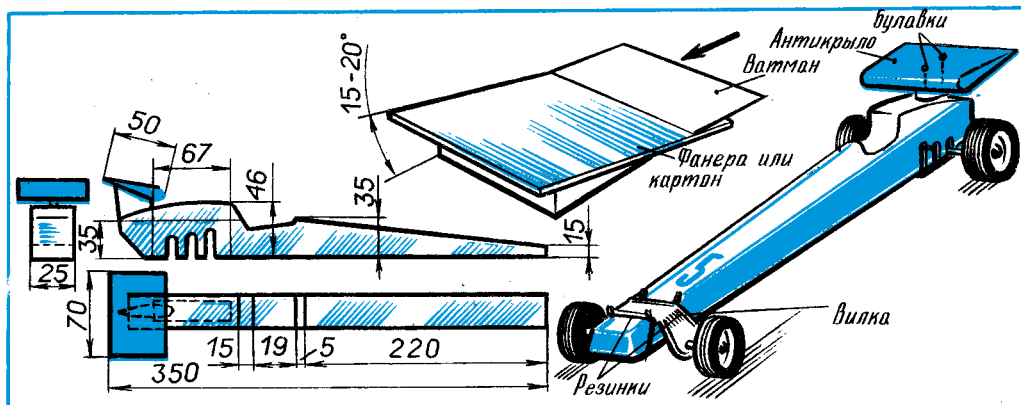


Рис. 99. Автомобиль с антикрылом.



для увеличения времени работы заводной игрушки. Теперь соберите корпус. Пружинный двигатель, которым теперь вы располагаете, можно ставить поочередно на все модели.

Начните работу с двухколесного автомобиля с несущим крылом. Схема такого автомобиля отличается от традиционной, в которой колеса располагаются так же, как у велосипеда. Равновесие в автомобилях велосипедного типа достигается выдвигаемыми боковыми колесами или с помощью массивного маховика, который вращается под днищем машины. Автомобиль с несущим крылом приводит в движение передние колеса, а задних колес вовсе нет. Их заменяет небольшое крыло, с помощью которого приподнимается задняя часть автомобиля над дорогой. На рисунке 97 показана модель такого автомобиля. Крыло имеет небольшие размеры, поскольку создаваемая им подъемная сила значительно больше у земли, чем на высоте. Происходит это оттого, что крыло как бы спрессовывает под собой воздух и образует воздушную подушку. Такое аэродинамическое явление называется экран-эффектом.

Корпус модели вырежьте из пенопласта толщиной 25—30 мм. В передней части корпуса сделайте гнездо для установки пружинного двигателя. В боковых стенках корпуса предусмотрите прорезы, через которые наружу выводятся ось с колесами и заводная ручка. Крыло изготовьте из ватмана и прикрепите к задней части модели с помощью резинок. Колеса для модели лучше взять готовые — от старого игрушечного автомобиля.

Модель, которую вы видите на рисунке 98, своими внешними очертаниями напоминает самолет, но предназначена она не для полетов. Модель может совершать прыжки с трамплина. Пружинный двигатель разгоняет ее до высокой скорости по горизонтальному участку поверхности, затем она выходит на трамплин. Наличие крыла позволяет значительно увеличить дальность прыжка. Объясняется это тем, что при прыжках с трамплина возникает составляющая скорости, направленная вверх. Кроме того, набегавший на крыло встречный поток воздуха увеличивает подъемную силу.

А теперь приступайте к изготовлению этой модели прыгающего автомобиля. Корпус изготовьте из пенопласта таким, как показано на рисунке. Поскольку пружинный механизм утяжеляет конструкцию, придется увеличить поверхность крыла. Крыло вырежьте из ватмана и прикрепите к корпусу резинками. Для этой модели необходим стабилизатор. Сделайте его из полоски ватмана. Готовый стабилизатор прикрепите к корпусу булавками с головками. Трамплин изготовьте из картона или фанеры.

Последняя модель — драгстер (рис. 99). Наверное, не все из вас знают, что драгстерами называют скоростные автомобили для езды на короткие дистанции. Стартуют они с места, а чтобы старт их был резким, почти вся масса машин сосредоточена у задних, ведущих колес. Самым мощным драгстерам удается меньше чем за 6 с «пролететь» дистанцию, превышающую 400 м.

Данная модель также имеет крыло, с помощью которого создается не подъемная сила, а прижимающая, которая увеличивает сцепляемость колес с дорогой. Поэтому оно и называется антикрылом. Как видно на рисунке, антикрыло похоже на небольшое крыло самолета, только перевернутое.

Корпус модели и антикрыло вырежьте из пенопласта. В задней части корпуса прорежьте гнездо под пружинный механизм и пилон для крепления антикрыла. Эта модель имеет четыре колеса. Переднюю ось вставьте в вилку от какого-нибудь сломанного игрушечного автомобиля или трактора. Вилку в передней части

прикрепите к корпусу резинками. Колеса используйте готовые. Советуем задние колеса подобрать большего диаметра, чем передние. Чтобы модели не пробуксовывали, важно обеспечить хорошее сцепление колес с поверхностью, по которой запускается модель. Лучшее сцепление получается у широких колес из мягкой резины по шероховатой поверхности. Кроме того, над ведущей осью можно установить небольшой груз.

## Модель шагохода

Уже много лет ученые и конструкторы разных стран занимаются разработкой конструкции шагающих машин и их механизмов. Но как технически осуществить принцип движения, заимствованный у природы? И не рано ли попрощаться с колесом, столько веков верно служившим человеку?

Оказывается, нет. Колеса остаются колесами. Они незаменимы при больших скоростях на дорогах с плотным покрытием. Но в труднопроходимых местах — по сыпучему песку и глубокому снегу — колеса бессильны. Вот здесь-то на помощь человеку и могут прийти шагающие машины. Да и не только здесь, на Земле. Представьте себе, что на другую планету отправляется научная экспедиция. Ей не обойтись без вездехода, машины, которая сможет постепенно, шаг за шагом двигаться по бескрайним районам неизвестной планеты и передавать исчерпывающую информацию на станцию.

Построив модель шагающей машины, вы тоже сможете присоединиться к инженерам-испытателям, работающим над этой проблемой. Попробуйте и вы ответить на вопрос: что лучше и практичнее в трудных условиях неисследованной планеты — шагающая машина или колесный вездеход?

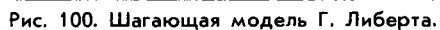
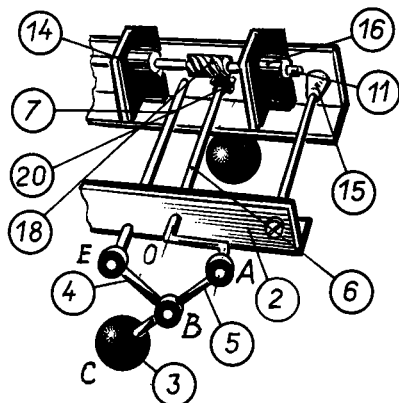
Шагающие механизмы строят давно. Еще в прошлом веке известный русский математик П. Л. Чебышев разработал и построил оригинальный механизм, который можно смело назвать шагающим. Идея Чебышева использована в приведенной здесь модели, которую разработал Г. Либерт.

Кривошип механизма  $OA$  (рис. 100) равномерно вращается вокруг точки  $O$ . С кривошипом через шарнир связана «нога»  $AC$ , к средней части которой тоже на шарнире подсоединена пластина  $EB$ . Второй конец этой пластины может вращаться вокруг точки  $E$ . При вращении кривошипа «нога» перемещается по эллипсоидной траектории и делает шагающее движение. В определенной точке «нога» опирается на землю, приподнимает корпус модели и переносит его вперед на некоторое расстояние, затем она отрывается от земли и перемещается вперед для очередного шага.

Размеры деталей шагающего механизма  $OA = 8$  мм,  $EB = AB = BC = 20$  мм,  $EO = 16$  мм.

Для того чтобы модель хорошо сохраняла устойчивость, она должна опираться как минимум на три точки. Поэтому в модели применены три моста, каждый с двумя «ногами». Три «ноги», опираясь на землю, переносят корпус модели вперед, а остальные «ноги» в это время перемещаются по воздуху. Кривошипы каждого моста смещены на  $180^\circ$  относительно друг друга. Поэтому при движении одной «ноги» вперед вторая идет назад.

Все мосты приводятся в движение ведущей осью  $11$  через червячную передачу  $18$ . Сама же ось  $11$  связана тоже червячной передачей  $19$  с приводом от электродвигателя  $9$ . Общее передаточное отношение рассчитывается так, чтобы коленчатый вал  $6$  мог вращаться с частотой  $60 \text{ мин}^{-1}$ .



Ведущая ось с червячными передачами вращается в бронзовых втулках 16, запрессованных в стойках 14. Стойки крепятся винтами 13 к раме 2. В раме вращается ось 7, на концах которой крепятся пластины 4. Рама с двух сторон фиксируется распорками 15 и винтами 1. Изготавливается она из дюралюминиевого уголка  $25 \times 25$  мм, распорки также дюралюминиевые. Коленчатый вал выгнут из стальной проволоки диаметром 3 мм. Прежде чем сгибать кривошип, наденьте на коленчатый вал червячное колесо 20. Припаивать его можно после того, как собрана модель и отрегулировано положение кривошипов. Рабочее положение их показано на рисунке. Только при таком расположении мостов модель всегда будет опираться на три точки.

Теперь прикрепите «ногу» 5 к коленчатому валу 6, а пластину 4 к оси 7. Крепление шарнирное — болтами М3, гайками и шайбами. Чтобы модель могла плавно двигаться, снабдите ее «обувью» — шариками 3 из губчатой резины.

Шагающая машина приводится в движение электродвигателем МУ-30. Двигатель 9 крепится к раме уголком 8 и четырьмя винтами 12. Ведущий червяк 19 жестко посажен на валу электродвигателя, а ведомая шестеренка 10 крепится на ведущей оси 11. Подобрать такую готовую ось с тремя червяками 18 вам вряд ли удастся, поэтому ее придется выточить на токарном станке.

Корпус модели спаяйте из жести, а фонарь выгните из оргстекла.

## Оленеход

Модель, которую пытались построить В. Красинов, О. Поповский и И. Стещенко из г. Анадыря, думается, может заинтересовать и многих из вас. Вы можете назвать ее оленеходом, верблюдоходом или механическим конем. Любое название будет верным потому, что в основе движителя лежит тот же принцип, что и у животных, — рычажная система с суставами. Именно поэтому опоры каждой «ноги» такой модели состоят из двух частей: верхней и нижней, шарнирно соединенных между собой. Сверху «ноги» крепятся к общей несущей раме, а еще выше — к параллелограммам тяг с шарнирами по углам. Вся система представляет собой, по сути дела, кривошипно-шатунный механизм.

У модели шагохода-оленехода (рис. 101) четыре опоры («ноги»), соединенные таким образом, что их кривошипы образуют параллелограмм. Каждая из «ног» преобразует вращательное движение кривошипа АС в почти прямолинейное движение точки М (см. схему привода). Максимальное отклонение от прямой при соответствующем подборе соотношения между длинами звеньев механизма составляет доли процентов от длины кривошипа. Многое из того, что вы видите на рисунке, следует додумать и доделать. Ниже рассказано только об основных узлах модели.

Для сборки модели вам потребуется: пластина из органического стекла размером  $110 \times 50 \times 3$  мм, стандартный микроэлектродвигатель 3 с редуктором 4, 2 колеса с коленчатыми валами 5 и 12 скоб.

Колеса вырежьте из оргстекла или фанеры толщиной 3—4 мм, а коленчатый вал согните из стальной проволоки диаметром 2 мм. Для изготовления скоб можно использовать листовое железо, дюралюминий толщиной 1 мм или элементы из набора «Конструктор-механик».

Монтаж начните с установки на несущей раме микродвигателя с редуктором. Расположить их необходимо так, чтобы вал редуктора проходил над центром

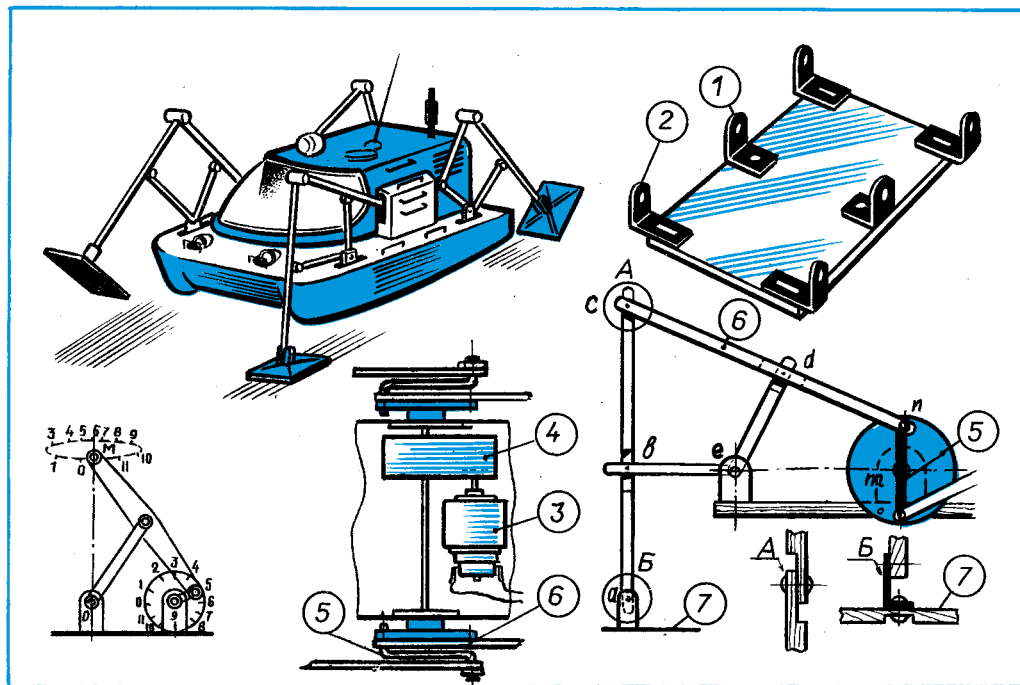


Рис. 101. Оленеход.

пластины. Наденьте на вал редуктора центральные скобы 1 и закрепите их так, чтобы не выступали головки винтов. Крайние скобы 2 делают несколько большего размера с проточкой под винт, чтобы регулировать выступ скобы над торцевой поверхностью рамы. Шарнирные оси центральных и боковых скоб должны располагаться на одной горизонтали.

Траектория движения стопы 7 при работе модели зависит от соотношения длин звеньев, которые лучше всего подобрать опытным путем. Эту работу советуем проводить на картонных полосках. Если длину звеньев принять равной 115—120 мм, то два оставшихся будут равны 70 и 50 мм. Соедините готовые звенья между собой шарнирно. Роль шарниров могут выполнять кнопки. Закрепите получившуюся рычажную систему на листе картона или фанеры в точках *c* и *m*, лучше всего швейными иголками. При вращении точки *n* относительно *m* точка *a* должна описывать траекторию, близкую к показанной на рисунке. Изменяя длины звеньев в точках *b* и *d*, можно подобрать необходимую высоту подъема стопы и ширину шага.

Теперь приступайте к изготовлению рычажной системы «ног». Их лучше всего сделать из старых пластмассовых линеек. Вырежьте полоски шириной 4—6 мм и толщиной 1,5—2 мм. Посередине звеньев *ac* и *cn* надфилем выполните пропилы шириной 15—20 мм на глубине, равной половине толщины пластин. Аналогичные пропилы должны быть на краях длинных пластин в месте их шарнирного крепления (в точке *c*). На пластинах *be* и *de* пропилы по краям надо сделать на противоположных поверхностях.

Стопы шагохода — из оргстекла или фанеры размером  $20 \times 30$  мм. К стопе жестко крепится скоба, которая в свою очередь шарнирно соединяется с рычажной системой в точке *a*. Чтобы обеспечить шарнирное соединение в точках *a*, *b*, *c*, *d*, используйте медные заклепки диаметром 1 мм. Отверстия под заклепки сверлятся чуть большего диаметра. Можно использовать также кусочки медной или алюминиевой проволоки.

Порядок сборки такой: к звену *ac* крепится стопа и звено *be*, к звену *cn* крепится звено *de* и далее звенья соединяются между собой.

Навесьте и жестко закрепите колеса на валу редуктора. Установите коленчатые валы. Соедините рычажную систему с коленчатым валом шарнирно, установите шайбы. Концы коленчатого вала необходимо расклепать. Соберите «ноги» попарно. Если «ноги» I и III закреплены в верхнем положении колеса, то «ноги» II и IV — в нижнем.

Навесив рычажную систему, подгоните и закрепите гайкой скобы 2. Батарейку разместите сверху на несущей раме. Регулировать ход можно, изменяя попарно точки закрепления звена *cn* на колесе.

## Черепахоход

Для создания совершенного шагающего движителя природа предлагает инженерам обширный набор различных бионических систем, достойных подражания. Здесь можно найти немало простых и в то же время интересных идей, оригинальных в конструктивном отношении решений.

На рисунке 102, *a* изображен общий вид черепахохода или насекомохода с шагающим движителем на присосках. Его авторы японские изобретатели М. Аоки и О. Кимура из Токио. Они предлагают установить движители с присосками на игрушки-шагоходы, способные лазить по наклонным и вертикальным стенкам, оконному стеклу и даже потолку.

Как видите на рисунке, главный элемент игрушки — лапка с присоской. Всего их четыре — это минимальное количество, потому что передвигается модель попеременно, присасываясь к опорной поверхности парами присосок. Пары-двойки образуются так: правая передняя и левая задняя лапки, потом левая передняя и правая задняя.

Познакомимся с устройством шагающего механизма (рис. 102, *б*). Под гофрированной оболочкой в жестком корпусе (на рисунке корпус не показан, чтобы лучше был виден сложный механизм) установлены микроэлектродвигатель и редуктор с шестеренчатой и червячной передачами. Редуктор значительно понижает частоту вращения двигателя, зато крутящий момент на выходном валу существенно возрастает. На концах выходного вала (см. отдельный рисунок) посажены два диска со штифтами, эксцентрично установленными относительно оси вращения. Верхний штифт входит в прорези двух Т-образных подвижных пластин, на которых закреплены присоски. Пластины имеют возможность качаться вокруг неподвижных осей *A* и *B*. Нижний штифт входит в прорезь рычага, который пропущен через середину воздушного насоса двойного действия. Его роль в механизме выполняет гофрированная пластиковая трубка. Рычаг имеет возможность качаться относительно неподвижной оси *C*. Из торцовых пластинок насоса выходит по паре гибких трубок. Они соединяют насос с присосками.

Электрические проводники соединяют игрушку с пультом управления — небольшой коробочкой, в которой установлены батарейка и выключатель.

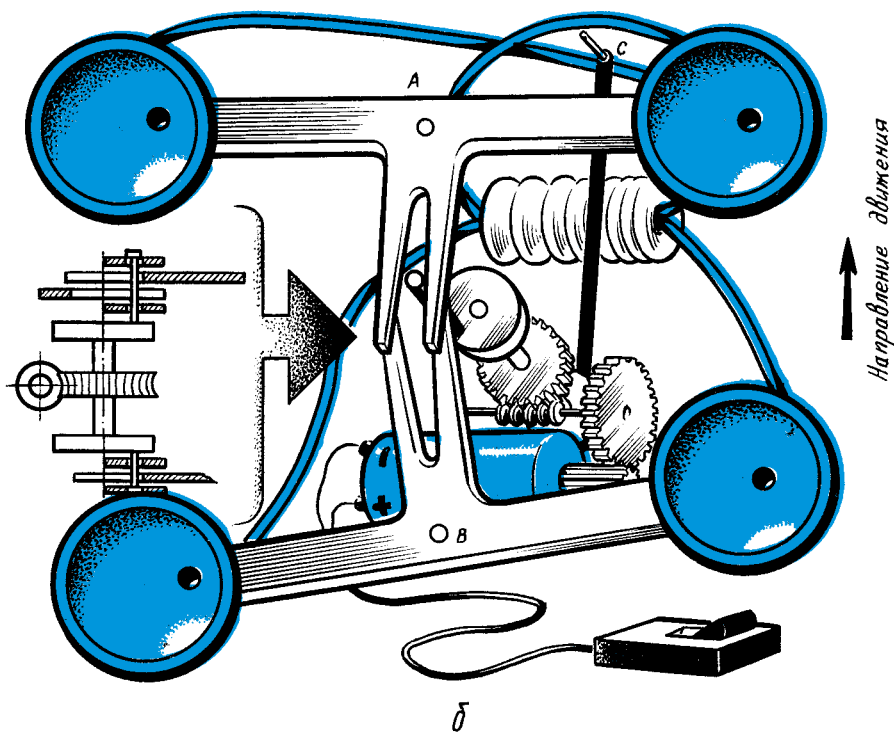
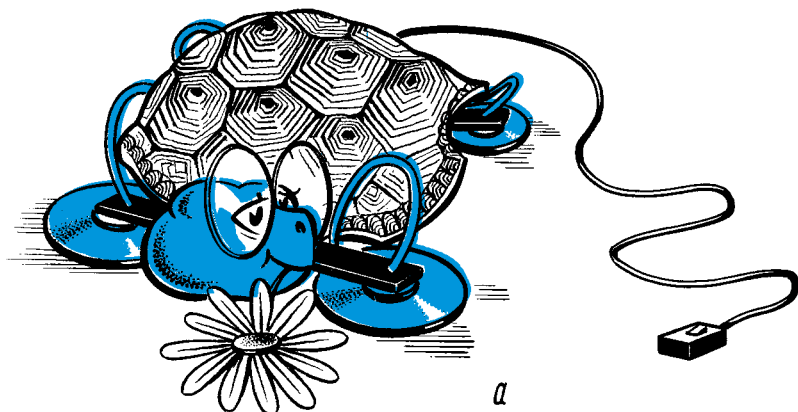


Рис. 102. Черепаход.

Разберем принцип действия шагающего механизма черепахохода. Чтобы игрушка не только удерживалась, но еще и удерживалась передвигаясь, находясь на наклонной или вертикальной стенке, она должна иметь надежное зацепление с опорной поверхностью. Поэтому пары присосок попеременно должны присасываться к этой поверхности. Но в начальный момент игрушку нужно установить на стене.

Что нужно сделать? Игрушку следует несильно прижать лапками к опорной поверхности и перевести выключатель в положение «включено». Начнет работать электрический двигатель. Вращение с его вала через шестеренчатую, а потом и червячную передачи будет передаваться на выходной вал, на концах которого посажены диски со штифтами. На рисунке показано вращение по часовой стрелке. Штифты начнут перемещать пластины так, что левая передняя и задняя лапки с присосками передвинутся вперед на шаг, длина которого зависит от эксцентриситета штифта относительно оси вращения и размеров плеч пластины. Другая пара присосок остается на своем первоначальном месте — они присасываются к опорной поверхности. Происходит это потому, что рычаг перемещается вправо, вынуждая левую половину гофрированной оболочки насоса растягиваться, а другую сжиматься. Таким образом в левой оболочке воздух разрежается и связанная с ней пара присосок прочно присасывается к опорной поверхности.

Чтобы игрушка сделала следующий шаг вперед, двигатель не отключают. Выходной вал повернется еще на пол-оборота. Далее все повторится в той же последовательности.

Как видите, модель черепахохода передвигается подобно четвероногим насекомым и животным. Идея интересна и может быть использована для постройки шагающей бионической игрушки. Мы умышленно не приводим ее размеров и не даем подробного описания технологии изготовления. Думается, что многие, внимательно разобравшись в принципе ее действия, сделают эту модель.

## Спортивный автомобиль

Нехитрое дело научить модель двигаться вперед-назад. Куда сложнее сделать ее управляемой, заставить подчиняться командам. Моделисты накопили в этом деле значительный опыт. Каких только физических явлений не используют они для управления моделями. Вспомним хотя бы управление по световому лучу. Но, согласитесь, применение электронных приборов привело к усложнению конструкции. А оправдано ли оно? Думается, не сказал еще последнего слова надежный и проверенный не один десяток лет механический способ управления. Хотя бы тот, что использован на модели спортивного автомобиля изобретателя А. Тимченко (рис. 103).

Рама модели собирается из деталей обычного конструктора: металлических планок, скоб и пластин. Вначале соедините детали болтами, как показано на рисунке. Угол поворота передней скобы ограничивается головками поставленных на пластине болтиков. Для изготовления колес модели можно использовать, например, пластмассовые крышки от аптечных флаконов. В центре каждой крышки просверлите отверстия диаметром 4 мм. Чтобы найти центр крышки, измерьте точнее ее внутренний диаметр и на куске картона вычертите циркулем круг такого же диаметра. Вырезанный круг вложите внутрь крышки и через



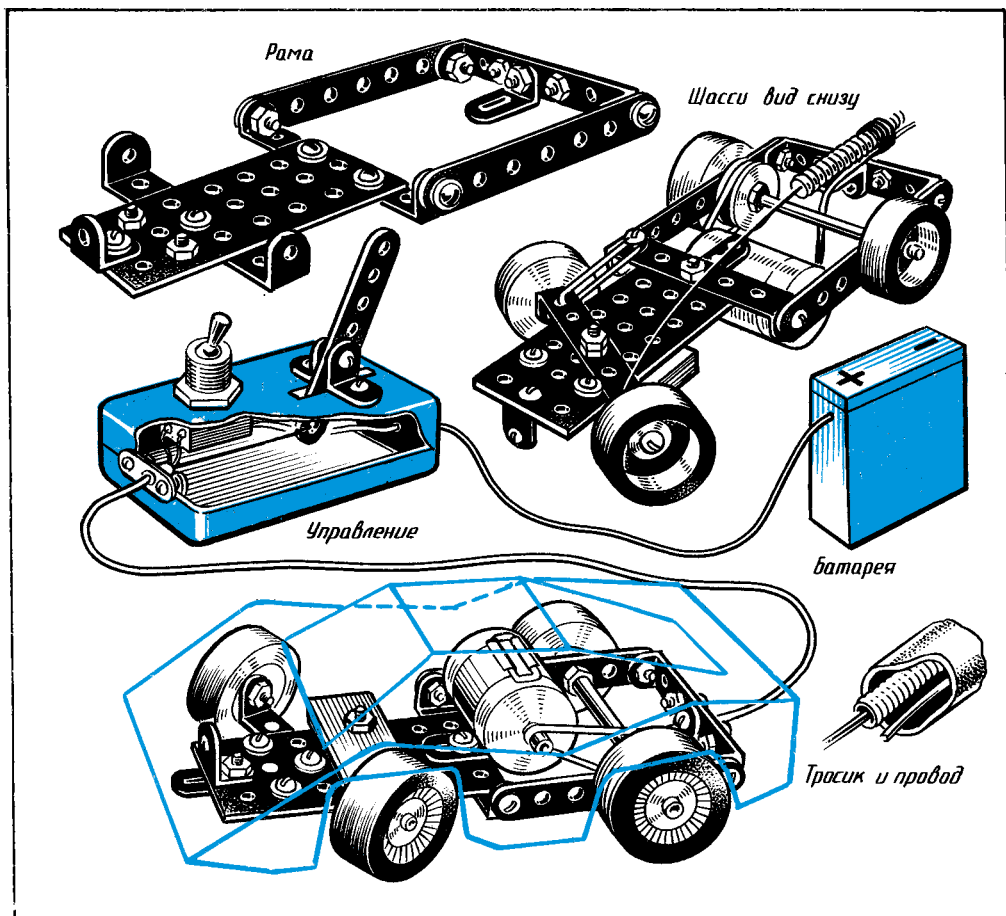


Рис. 103. Спортивный автомобиль.

отверстие, оставленное иглой циркуля, наколите шилом центр. От старой велосипедной камеры отрежьте четыре колечка шириной 10 мм и, смазав ободок колеса резиновым клеем или клеем «Момент», натяните их. Это шины. Передние колеса вращаются на винтах-полуосях. Чтобы отверстия при вращении колес не разбалтывались, приклейте к ним эпоксидным клеем или клеем «Момент» ступицу (шайбу или втулочку из конструктора). Вставьте в ступицу винт, наверните почти до упора гайку, затем установите винт в отверстие на отогнутом конце скобы и затяните второй гайкой. Колесо должно вращаться свободно, но не болтаться.

Для задней оси используют ровный пруток диаметром 4 мм и длиной 80 мм. Такую ось тоже можно взять из конструктора. На концах оси нарезают резьбу: с одной стороны длиной 10 мм, с другой — 30 мм. Из органического стекла или фанеры толщиной 5 мм изготовьте шкив диаметром 28 мм; в центре просверлите отверстие диаметром 4 мм, а по окружности ребром трехгранного

напильника пропилите канавку. Пассик шириной 2 мм вырежьте из старой велосипедной камеры.

Задний мост модели собирают в следующей последовательности. На конце оси с короткой резьбой закрепите между двумя гайками колесо и вставьте ось в отверстие металлической планки. На длинную резьбу наверните гайку, наденьте шкив с пассиком, наверните еще одну гайку, установите ось в отверстие второй планки и наденьте второе заднее колесо.

На вал двигателя наденьте кусочек снятой с провода изоляции, чтобы уменьшить проскальзывание пассика. Для крепления двигателя к раме нужно изготовить хомут. К полоске жести шириной 20 мм и длиной 100 мм припаяйте посередине металлическую планку из конструктора. Перемычка между двумя из трех ее дырочек перепиlena. Этим хомутиком обхватывают корпус двигателя и стягивают тонким медным проводом отогнутые концы жестяной полоски. Прорезь, пропиленная в припаянной к хомутику планке, позволит перемещать двигатель, регулируя тем самым натяжение пассика.

Для управления моделью подойдет любой гибкий тросик с металлической оболочкой. В качестве тяги используют стальную проволоку диаметром 0,3 мм (авиамодельный корд). Один конец оболочки следует припаять к заднему уголку рамы, а другой — к планке, прикрепленной двумя болтиками к пульта управления. Это может быть пластмассовая коробочка или просто мыльница. На ее крышке установлены уголки, а между ними — поворачивающийся рычаг (металлическая планка с девятью дырочками). Рядом с рычагом помещается выключатель. Тягу пропустите через оболочку и закрепите на поворотной скобе модели и на конце рычага внутри пульта управления.

Связанный в кольцо кусочек авиамодельной резины оттягивает скобу с передними колесами в крайнее положение, при котором модель будет поворачиваться влево. Если наклонять рычаг вперед, модель сможет двигаться прямо или поворачивать вправо. Чтобы модель на больших скоростях не заносило на поворотах, на пластине рамы установите свинцовый грузик, масса которого подбирается опытным путем.

Тонкий многожильный провод прикрепляют в нескольких местах изоляционной лентой к оболочке тросика или пропускают их сквозь гибкую полихлорвиниловую трубку. Один конец провода припаяйте к выводу щетки на задней крышке двигателя, другой пропустите через коробку пульта управления, оставив конец длиной около 0,5 м, чтобы подключить его к блоку питания. Вторым проводом электрической цепи служит металлическая оболочка тросика. Поскольку оболочка припаяна к раме, то и все ее металлические детали, в том числе хомут, станут токопроводящими. Поэтому оставшийся пока незадействованным вывод щетки двигателя надо соединить проводником непосредственно с хомутиком. Еще один кусок тонкого провода длиной около 0,5 м припаяйте к выключателю на пульте управления. Другой его конец, выпущенный наружу, тоже пойдет к батарее. Второй контакт выключателя соедините с планкой на пульте управления, к которой припаяйте оболочку тросика. Вот и весь электромонтаж. Можете подключить батарейку и испытать модель. Если она поедет не вперед, а назад, поменяйте местами провода на полюсах блока питания. Блок питания лучше всего составить из нескольких элементов типа «Марс» или «Сатурн».

Детали кузова вам придется изготовить самостоятельно из картона миллиметровой толщины.

## Виброходы

Используя принцип вибрации, вы можете построить несколько интересных моделей. Запаситесь маленькими электромоторчиками, которые работают от батареек для карманного фонаря. Но прежде немного истории. Началось все в 1963 г., когда вокруг машины американского изобретателя Н. Дина поднялся ураган споров. Еще бы. Механик-самоучка построил модель странного аппарата, получил на него патент. Необычно выглядел герметичный корпус этого аппарата. Снаружи не было ни колес, ни гусениц, ни других движущихся частей. По замыслу изобретателя машина должна двигаться за счет внутренних сил — в корпусе установлены два маховика. На каждом из них с краю симметрично друг к другу закреплены гири — дебалансы. При вращении маховиков в противоположные стороны корпус начинал вибрировать взад-вперед с частотой, равной скорости вращения маховиков. Правда, аппарат дрожал и подпрыгивал, но оставался на месте.

Познакомившись с идеей Н. Дина, большинство ученых высказались вполне определенно: инерционную машину построить нельзя, так же как и вечный двигатель. Однако В. Брагин, московский инженер, не разделял эту точку зрения. Он считал, что при определенных условиях аппарат должен двигаться по поверхности. Но какие это условия? Молодой инженер познакомился с экспериментами академика Н. Кочина, проведенными им еще до войны. Один эксперимент был прост. Н. Кочин с помощником садился в лодку без весел, и оба они плавно откидывались назад, а затем резко наклонялись. Лодка заметно продвигалась вперед. После долгих раздумий В. Брагин нашел этому объяснение. Все дело в том, что сопротивление воды при резком и слабом толчках различно. Значит, можно предположить, что и аппарат Дина может передвигаться, если его поместить на поверхность, двигаясь по которой вперед он будет встречать меньшее сопротивление, чем при движении назад.

Свою гипотезу В. Брагин проверил на модели. Ее легко повторить. Возьмите шестеренки от старого будильника, привинтите по краям каждой по гайке. Установите на дощечку микромоторчик. Через маленькие зубчатые колесики подведите вращение на главные шестеренки. Снизу на дощечку приклейте кусочек старого мехового воротника с ворсом, приглаженным в одну сторону. Включите моторчик. Дощечка поползет вперед. Эта модель была первой моделью внутрихода и виброхода, как его теперь называют.

Предлагаем вам собрать несколько моделей виброходов, конструкции которых разработали юные техники Устиновской станции юных техников под руководством А. Сенюткина.

**Модель из мыльницы (рис. 104).** Не торопитесь выбрасывать старую полистироловую мыльницу и сломанные зубные щетки — это материалы для модели. Если заставить щетки, ворс которых заглажен в одном направлении, вибрировать (для этого понадобится, конечно, двигатель), то они поползут вперед и потянут за собой то, что на них закреплено. Наша маленькая модель способна передвигаться по полу или гладкому асфальту.

Для изготовления модели (рис. 104), кроме щеток и мыльницы, вам потребуются два микроэлектродвигателя, работающих от батареек. Из инструментов для работы понадобится прежде всего электровыжигатель (можно использовать и паяльник) — с его помощью можно сварить части корпуса, а мелкие детали лучше соединить клеем «Уникум», «Момент-1» или нитроклеем.

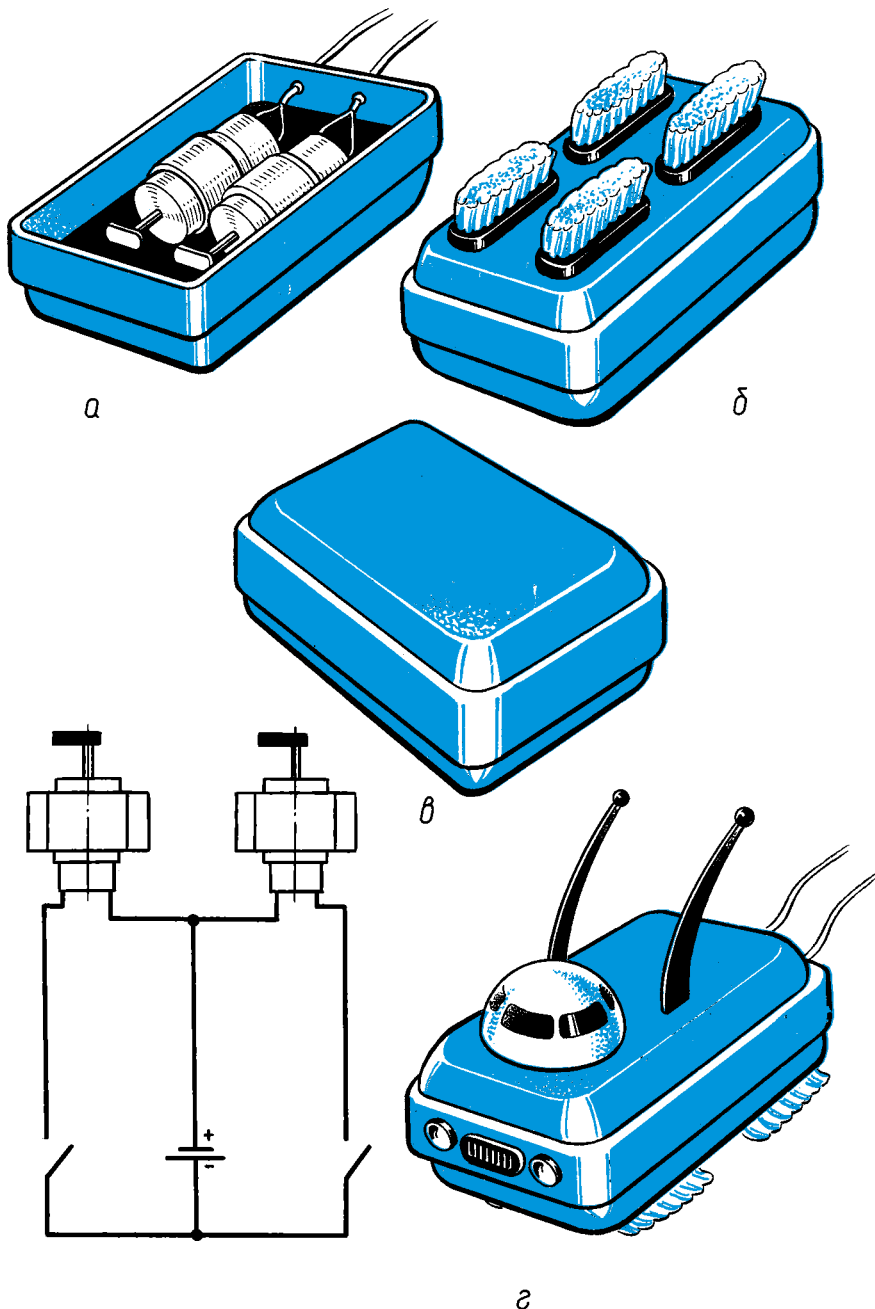


Рис. 104. Виброход из мыльницы.

Приступим к работе. Аккуратно приварите двигатели к дну мыльницы (или к стенкам, если позволяют размеры). Валы двигателей должны быть направлены в одну сторону (рис. 104, а). На концы валов наденьте одинаковые продолговатые кусочки ластика так, чтобы при работе двигателей они могли свободно вращаться, не задевая друг за друга. Эти резинки выполняют роль эксцентриков и при вращении вызывают вибрацию, которая и заставляет вездеход двигаться вперед. Неплохо бы еще утяжелить кусочки резинки болтиками и гайками от «конструктора».

Зубные щетки нужны без ручек. Опустив их предварительно в кипящую воду, под прессом заглайте их ворс в одном направлении. Осталось приварить их к корпусу снизу, как показано на рисунке 104, б. Направление изгиба ворса у них должно быть, естественно, одинаковым. Сколько нужно щеток — зависит от размеров мыльницы.

К клеммам двигателя присоедините провода, ведущие к батарейке. Сделать это следует в строгом соответствии с прилагаемой схемой (см. рис. 104) — это позволит включать оба двигателя либо сразу (виброход тогда поползет вперед), либо по отдельности (виброход сможет поворачивать в любую сторону).

Теперь присоединим батарейку. Для облегчения конструкции лучше вынести ее за пределы корпуса. Поместить ее можно в какую-нибудь коробочку, укрепив на ней же выключатели. Получится блок управления, с помощью которого можно запускать виброход.

Необходимо учесть одно замечание: хорошо, если мыльница будет именно полистироловой — детали из этого материала очень легко свариваются, чего не скажешь о других видах пластмассы.

Украсить машину можно деталями от разных пришедших в негодность игрушек. Например, колпак кабины хорошо получается из половинки треснувшего шарика от настольного тенниса (рис. 104, г). Только не нужно увлекаться: ведь никакую машину, даже игрушечную, не стоит оснащать ненужными деталями.

**Космическая танкетка** (рис. 105). Вместо колес у этой машины установлены капроновые щетки для чистки одежды. Поэтому и названа она щеткоходом.

Платформу 1 вырежьте из фанеры толщиной 3—4 мм. Щетку с капроновой щетиной 2 пропарьте в горячей воде и придавите чем-нибудь тяжелым, чтобы щетина наклонилась в одну сторону так, как показано на рисунке. Щетки крепятся к платформе четырьмя винтами или шурупами.

На платформу установите микроэлектродвигатели 3, на их оси насадите кусочки ластика. Двигатели, батарейку и кнопки включения соедините проводами 4. Спереди приклейте к платформе половинку шарика от настольного тенниса 5. Это кабина космонавтов. Пульт управления представляет собой фанерный ящик, в котором помещены две батарейки, соединенные последовательно. На ящике установите кнопки включения правого и левого двигателей. Один провод от батарейки соедините с общим концом, идущим к двум контактам электродвигателей. Второй провод — к контактам кнопок включения.

Провод, идущий от одного двигателя, подсоедините к оставшемуся свободным второму контакту кнопки. Провод от второго контакта второго двигателя подведите к свободному контакту второй кнопки. Пульт управления готов.

Если вы нажмете правую кнопку, заработает правый двигатель, модель повернет влево. Если же левую — заработает левый двигатель, и модель повернет вправо. Если вы нажмете на обе кнопки одновременно, модель пойдет прямо.

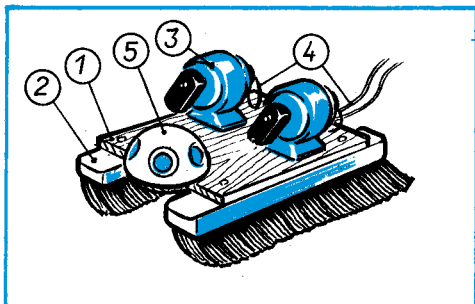


Рис. 105. Космическая танкетка.

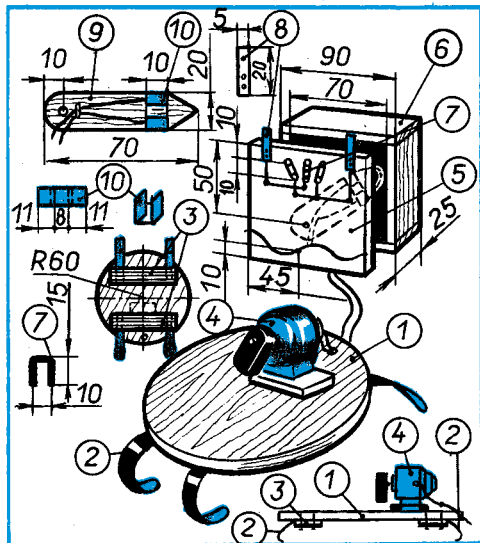


Рис. 106. Виброход.

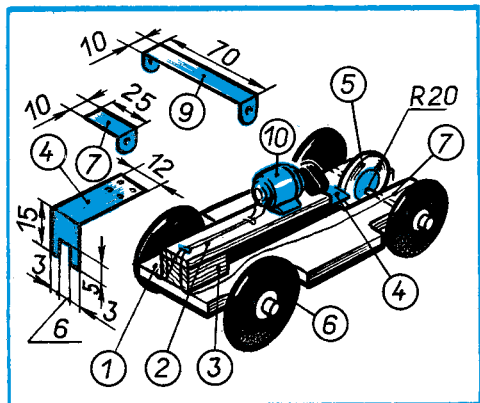


Рис. 107. Колесный виброход.

Другая модель виброхода, которую вы видите на рисунке 106, как и первая, движется благодаря вибрации корпуса от микроэлектродвигателя, на валу которого насажен груз-резинка.

Платформу 1 вырежьте из фанеры толщиной 3—4 мм. К платформе прикрепите фанерные пластинки 3, которые будут держать кусочки пружины от механизма старых часов 2. На вал двигателя 4 наденьте кусочек ластика. На платформу можно наклеить половину пластмассового мяча.

Теперь дело за механизмом управления. Он состоит из крышки — фанерной пластинки 5, на которой размещены детали переключения хода модели; ящичка 6 (размером 80×25 мм) с батареей и крышкой с рычагом переключения (концы провода от батарейки выведите наружу).

На крышке ящичка просверлите отверстия диаметром 1 мм, вставьте в них кусочки очищенной от изоляции медной проволоки диаметром 0,8—1 мм. Это контакты переключателя, к ним припаяйте кусочки провода. Крайние контакты соедините с одной из полосок 8, вырезанных из жести. Провод от среднего контакта припаяйте ко второй полоске.

Рычаг переключателя 9 — фанерный. Он крепится к крышке гвоздиком. По краям отверстия вставьте скобочки 10 и загните их, как показано на рисунке. К ним припаяйте концы проводов, идущих через отверстия от батареи в крышке.

Вспомните, что, когда меняешь местами концы проводов, идущих от двигателя к батарейке, вал его начинает вращаться в другую сторону. Рычаг переключателя и служит для этой цели.

Контакты переключателя припаяйте к проводам от батарейки. Вложите батарейку в ящичек, прибейте крышку 5 к ящичку 6 с контактами и переключателем. К полоскам жести 8 подсоедините провода от моторчика модели. По-

верните рычаг 9 так, чтобы его контакты касались крайних контактов на ящичке 7. Вал двигателя будет вращаться в одну сторону. Если передвинуть рычаг к среднему контакту, полярность электротока изменится и вал двигателя начнет вращаться в обратную сторону, машина изменит направление движения.

**Колесный виброход** (рис. 107) назван так потому, что вибрация заставляет двигаться его рабочее колесо.

Раму 1 выпилите из фанеры толщиной 10 мм, а еще лучше из доски. Размеры даны на рисунке: платформа 2 для мотора-вибратора 10 — полоска фанеры размером  $130 \times 30$  мм (ее выпилите обязательно поперек волокон). Раму и платформу соедините брусом 3 из древесины. Его размеры  $30 \times 30 \times 15$  мм. К платформе прибейте гвоздями толкатель из жести 4. Его конец входит в прорези рабочего (ходового) колеса 5. Колесо радиусом 20 мм вырежьте из фанеры толщиной 3—4 мм. К колесу прибейте круг из жести и припаяйте его к задней оси. Колеса 6 можно взять от старых игрушек. Подшипники задних 7 и передних 9 колес вырежьте из жести. Оси передних и задних колес сделайте из проволоки толщиной 2—3 мм. На ось микроэлектродвигателя 10 наденьте груз-ластик.

Когда двигатель с ластиком начнет вращаться и вибрировать, толкатель 4 заставляет работать колесо 5 — модель поедет вперед.

Кузов этой модели вы можете сделать из бумаги, картона или жести. Его форму пусть вам подскажет воображение.

## Управление виброходом по световому лучу

Как сделать виброход, вы уже знаете. Попробуйте оснастить его системой управления с помощью светового луча. Ее разработали А. Шуклин и Н. Ибрагимов из лаборатории полупроводниковой автоматики и кибернетики при школе № 3 г. Глазова Удмуртской АССР.

Так же как и в предыдущих моделях, динамической частью виброхода служит щетка с отогнутой в одну сторону щетиной и двумя электродвигателями, на оси которых закреплены массивные грузики. Принципиальная схема управляющего устройства модели, а также схема расположения на виброходе основных деталей и узлов приведены на рисунке 108.

Принцип действия модели сводится к следующему. Луч от источника света попадает на фототранзисторы  $V1$  и  $V2$  и через транзисторные усилители воздействует на электродвигатели  $M1$  и  $M2$ . При одинаковом освещении обоих фототранзисторов включаются оба двигателя, что приводит к вращению обоих эксцентриков. Они создают равномерную относительно луча света вибрацию площадки виброхода, и он движется в направлении источника света. Если свет от источника попадает на один фототранзистор, то срабатывает только один электродвигатель, связанный с этим фототранзистором. Другой отключается. При вращении одного грузика площадка виброхода колеблется так, что аппарат поворачивается к источнику света до тех пор, пока оба фототранзистора не будут вновь освещены. После этого виброход снова движется прямо на источник света.

В электрической части устройства использованы фототранзисторы типа ФТ-1, но вместо них можно применить и обычные транзисторы типа МП16. В этом случае в корпусах транзисторов со стороны, противоположной выводам, надфилем пропилите окошко размером  $4 \times 5$  мм. После удаления струей воздуха опилок окошко аккуратно заклейте прозрачной пленкой.

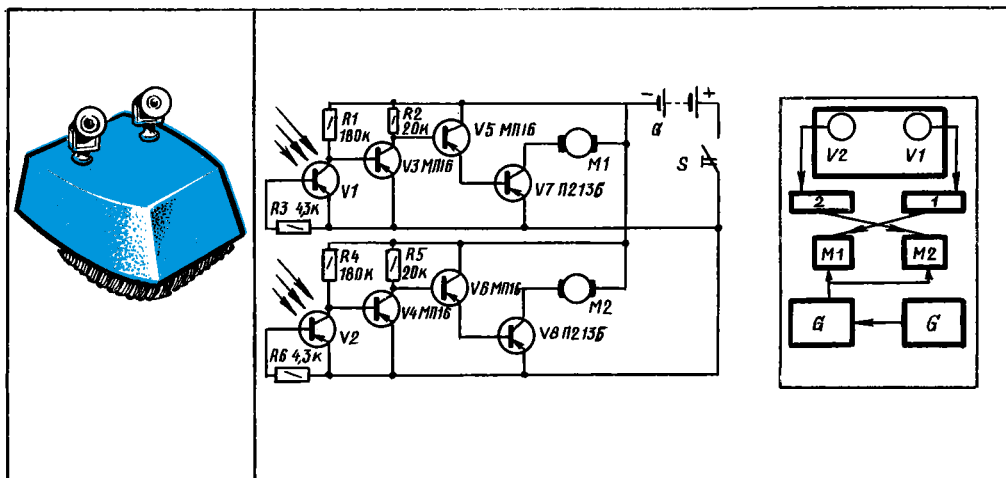


Рис. 108. Виброход идет на свет.

В качестве транзисторов  $V4$  и  $V5$  используются транзисторы типа МП16; транзисторы  $V3$  и  $V6$  — типа П213Б. Микроэлектродвигатели  $M1$  и  $M2$  с редукторами — типа МД и 2А, часто используемые в электрических игрушках; источниками тока служат две батареи типа 3336Л.

При испытании модели поставьте ручку выключателя в положение «Включено», установите модель на гладкую поверхность и включите источник света. Остановка модели осуществляется поворотом ручки выключателя в положение «Выключено».

## Тележка-кибер

Модель тележки-кибера (рис. 109) сделали также Н. Ибрагимов и А. Шуклин.

Электрическая схема ее аналогична той, которая используется в некоторых следящих устройствах. Она представляет собой два симметричных усилителя, на входе которых установлены датчики — фототранзисторы  $V1$  и  $V2$ . На выходе усилителей имеются микроэлектродвигатели  $M1$  и  $M2$  типа МД42А.

Принцип управления по световому лучу подробно был рассмотрен в предыдущей статье. Поэтому здесь мы не будем останавливаться на нем. Скажем только, что вместо фототранзисторов типа ФТ-1 можно использовать обычные транзисторы типа МП16, предварительно переделав их. Вы уже умеете это делать. Все элементы схемы такие же, как у предыдущей модели. Исключение составляют две лампочки  $H1$  и  $H2$ , появившиеся в новой схеме.

Расположение основных деталей и узлов тележки-кибера представлено на рисунке.

Модель кибернетической тележки движется на гусеничном ходу, получая энергию от электродвигателей, питающихся от двух батареек типа 3336Л. На тележке установлено автоматическое управляющее устройство, обеспечивающее ее движение вдоль специальной дорожки. Последняя выполнена в виде черной



ленты, окаймленной белыми полосками. Форма дорожки может быть произвольной, т. е. иметь различные изгибы, повороты и т. д. Автомашин, сделанные по тому же принципу, что и эта модель, уже используются на промышленных предприятиях.

Принцип действия модели сводится к следующему. Лампочками  $H1$  и  $H2$ , установленными на тележке, освещаются белые участки трассы. Над ними находятся фототранзисторы  $V1$  и  $V2$ . Отраженный свет падает на фототранзисторы и через транзисторные усилители воздействует на электродвигатели  $M1$  и  $M2$ . При освещении обоих фототранзисторов включаются оба двигателя. Каждый из них приводит во вращение по одному ведущему колесу, тележка движется прямо. Если «дорожка» имеет какой-либо изгиб, то при движении тележки один из фототранзисторов окажется над черной лентой трассы и на него не будет падать отраженный свет. Это вызовет отключение связанного с ним электродвигателя, в то время как другой электродвигатель будет продолжать работать. Поэтому тележка начнет поворачиваться до тех пор, пока оба фототранзистора не будут вновь освещены. После этого тележка снова будет продолжать двигаться прямо вдоль черной ленты.

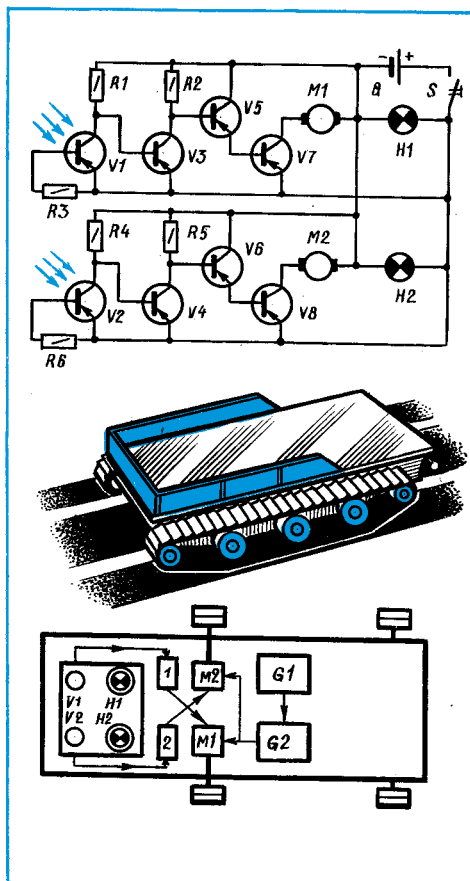


Рис. 109. Тележка-кибер.

## Моделью управляет воздух

Управлять автомоделью можно по-разному. Например, по радио. В этом случае на ней устанавливается радиоприемник и исполнительный механизм. А управляющий моделью передает команды с помощью радиопередатчика. Способ интересный, но сложный. Значительно проще в управлении трассовые автомоделели. Траектория движения их задается формой дорожки (трассы), а электродвигатель получает питание от двух проводов-тоководов, вделанных в дорожку. Подавая или снимая напряжение на тоководах, «водитель» изменяет скорость модели на отдельных участках трассы. Способ простой, но требует изготовления громоздкой трассы.

Предлагаем вам поработать над управлением моделями сжатым воздухом. Для него не нужен ни радиопередатчик и приемник, ни специальная трасса. Кстати, трассу, используемую для этих моделей, можно подготовить за несколько

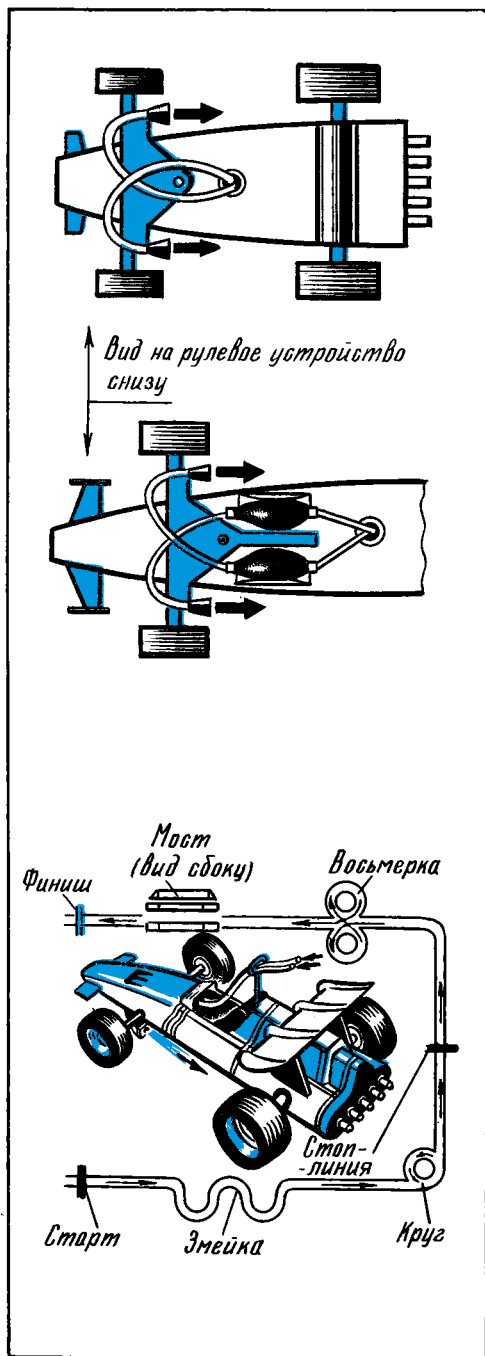


Рис. 110. Моделью управляет воздух.

минут на полу комнаты или на асфальтированной площадке под открытым небом.

Внимательно познакомьтесь с первой моделью (рис. 110) и попытайтесь разобраться, за счет чего она движется и как можно управлять ее движением. Модель соединена с камерой от футбольного мяча — источником энергии (на рисунке камера не показана). Для удобства камеру следует укреплять на спине — в этом случае руки будут свободны. Камера до предела надута воздухом. В сосок камеры вставлен тройник, из которого выходят две тонкостенные резиновые трубки. Они перекидываются через плечи и спускаются вниз к модели. Каждую трубку моделист держит еще и рукой и, пережимая большим и указательным пальцами ту или иную из них, управляет расходом воздуха. Концы трубок пропущены сквозь кольцо стойки и отверстие в раме модели и надеты на воздуховоды, установленные на передней оси (см. «вид снизу» на рисунке). Воздуховоды заканчиваются «выхлопными» соплами. Сжатый воздух вырывается под напором из сопел, создает реактивную тягу и толкает модель вперед. Если тяга левого и правого сопла одинакова, модель движется прямо. Если же пережать правой рукой трубку и уменьшить тем самым тягу правого сопла (при этом тяга левого сопла не изменяется), колеса модели начнут поворачиваться вправо. И наоборот, если пережать левой рукой левую трубку, колеса модели повернут влево. Пережимая трубки с одинаковой силой, можно управлять движением модели.

Размеры и устройство корпуса вашей модели, очевидно, подскажут и другие варианты размещения ее главных узлов. Возможно, окажется более удобным разместить рулевой механизм так, как показано еще на одном рисунке, где для управления им используются пневматические груши. Их можно изготовить, отрезав палец от резиновой перчатки или

используя оболочку воздушного шарика. Размеры элементов рулевого механизма и «выхлопных» сопел во многом зависят от конструкции корпуса вашей модели. Поэтому на приведенных ниже рисунках показано только их устройство и отсутствуют размеры.

Заметим, что реактивная тяга двух струек сжатого воздуха не такая уж большая, чтобы модель могла развивать высокую скорость. Поэтому при изготовлении модели следует максимально снижать ее массу. Кроме того, надо добиваться, чтобы трение в подшипниках было возможно меньшим.

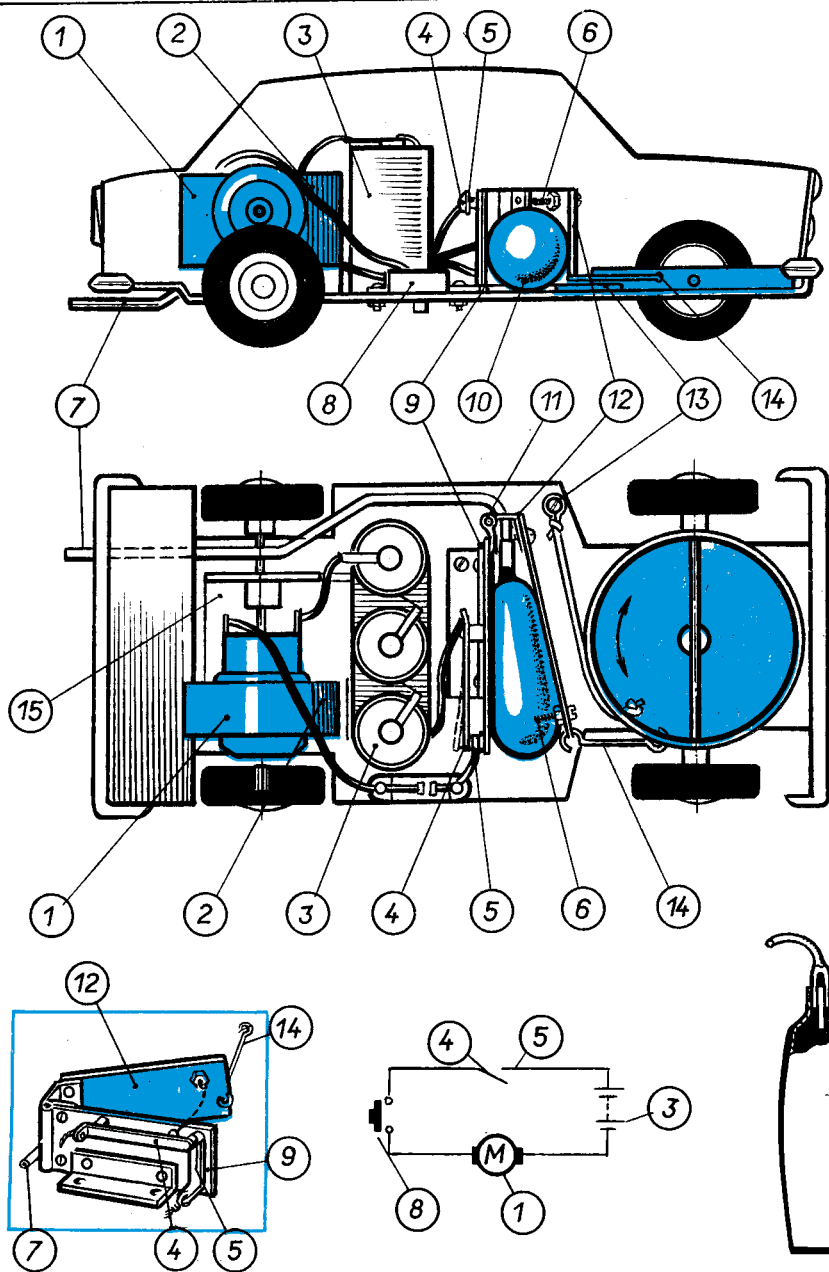
А теперь посмотрите на рисунок 111. В качестве командного устройства такого привода, разработанного курским инженером М. Тодоровым, использована пластиковая бутылочка из-под силикатного или канцелярского клея. В ее горловину заделан конец эластичной резиновой трубки — велосипедный ниппель. Второй конец трубки надет на «выхлопную» трубку 7 модели — металлическую трубочку, которая играет роль жесткого воздухопровода. С другой стороны воздухопровода укреплен баллон 10 из тонкой резины.

В механизм управления, кроме элементов воздушного привода, входят створки 9 и 12, рулевая тяга 14 и контакты 4 и 5. Створка 9 жестко соединена с шасси модели. В исходном положении резинка 13 сжата — она удерживает передние колеса повернутыми вправо; подвижная створка 12 сдвинута рулевой тягой 14 к неподвижной створке 9; болт 6 упирается в пружинный контакт 4, цепь питания электродвигателя 1 разорвана. Но как только вы начнете сжимать рукой пластиковую бутылочку, вытесняемый из нее воздух будет наполнять резиновый баллон 10, расположенный между створками. Болт 6 освободит контакт 4, и он через контакт 5 замкнет цепь питания электродвигателя (при этом контакты выключателя 8 должны быть замкнуты). Модель повернет вправо. Меняя усилие сжатия, можно плавно менять угол раскрытия створок, а значит, и угол поворота передних колес.

Корпус модели может быть самодельным или от готовой игрушки. Длина его 200—250 мм, тогда в нем несложно разместить все узлы. Один из вариантов размещения узлов в модели показан на нашем рисунке. Основу этой модели составляет пластмассовый корпус игрушечного автомобиля с пружинным заводом. Заводной механизм удален, оставлена только скоба, в которой вращается задняя ось. К скобе припаяна прямоугольная латунная петля 2, которая удерживает электродвигатель ДП-10 в нужном положении. На вал электродвигателя надет кусок резиновой трубочки. Вращение от двигателя на колеса передается за счет трения между колесом и трубочкой. Обычная плоская батарейка типа 3336Л не помещается по высоте, поэтому использованы три элемента типа 332, соединенные последовательно. Контакты 4 и 5 взяты от старого телефонного реле. Створки изготовлены из гетинакса толщиной 1 мм. Их можно сделать и из любого другого изоляционного материала. При транспортировке передние колеса модели могут случайно отклониться от крайнего правого положения, и включится электродвигатель.

Чтобы этого не произошло, на модели установлен дополнительный выключатель 8. Его включают перед стартом.

Размеры и устройство корпуса вашей модели зависят от размещения ее узлов. Возможно, окажется удобным разместить створки механизма управления вдоль шасси. Размеры элементов механизма управления также зависят от конструкции корпуса вашей модели. Поэтому здесь показано только размещение всех узлов и не проставлены размеры.



Пластиковый баллончик

Рис. 111. Еще одна модель, управляемая сжатым воздухом.

Если построить с друзьями несколько таких управляемых моделей, то потом можно провести интересные соревнования по фигурному вождению. Договоритесь между собой, сколько моделей будет участвовать в соревновании: выступит ли каждый участник со своей моделью или же с одной моделью выступит целая команда. Трасса для таких соревнований (рис. 110) должна иметь несколько фигур: змейку, круг, восьмерку, мост, стоп-линию. В начале трассы сделайте прямой участок длиной около 1 м. Радиусы поворотов должны быть не менее 0,5 м. Трасса должна иметь ширину около 200 мм и на всем протяжении (15—20 м) обозначаться вешками, например катушками от ниток. Вешки отстоят друг от друга на 150—200 мм. Трасса на асфальте может быть дополнительно обозначена двумя сплошными линиями.

Старт дается одной машине. Других машин на трассе в это время не должно быть. Участник соревнования ставит свою модель передними колесами на стартовую линию и сообщает судье о своей готовности. Тот дает команду «Внимание» и через 1—2 с — «Старт!». Одновременно включаем секундомер.

Результаты каждого участника определяются по времени прохождения его моделью трассы. Секундомер выключают в момент, когда передние колеса пересекают линию финиша. Победителем считается тот, чья модель прошла трассу за наименьшее время. За каждую сбитую вешку добавляется штрафное время. Если участник не смог остановить модель передними колесами точно на стоп-линии или не сумел проехать по мосту, то за невыполнение каждого из этих упражнений к его времени добавляют по 10 с штрафного времени. Если модель выехала за пределы трассы, участник должен вернуть ее на трассу точно в место выезда. Застрявшей на мосту или на сбитой вешке модели можно помочь рукой. Вешки, сбитые не моделью, а, например, соединительной резиновой трубкой, не учитываются.

Двигатель ДП-10 обладает достаточной мощностью, позволяющей изменять скорость модели в широких пределах. Нужную скорость можно подобрать путем замены на валу двигателя резиновых трубочек с разным наружным диаметром.

Конечно, заманчиво пройти фигурную трассу быстрее всех. Но, чем быстрее движется модель, тем труднее управлять ею. При этом может увеличиться количество сбитых вешек, и тогда штрафное время перекроет выигрыш в чистом времени. Ведь в процессе прохождения трассы участник не имеет возможности регулировать скорость своей модели. Поэтому лучше заранее подобрать такую скорость, при которой вы, зная свои возможности, сумеете без штрафных секунд пройти все фигуры.

## Ролик задает маршрут

И такой способ управления моделью тоже хорошо известен. Только вначале предлагаем познакомиться с одним из возможных и широко применяемых юными модельстами способом изготовления самой модели. На рисунке 112 показаны контуры деталей кузова автомобиля, наложенные на квадратную сетку с ячейкой 20×20 мм. Сначала изготовим эти детали. Возьмите лист плотного картона. Карандашом нанесите на него сетку, а затем тщательно перенесите контуры всех деталей с рисунка на картон. Учтите: деталей 1, 2 и 3 нужно будет заготовить по две — они пойдут на правый и левый борта модели. Для рамок переднего и заднего стекол нужно будет вырезать две одинаковые детали 8, а вот дета-

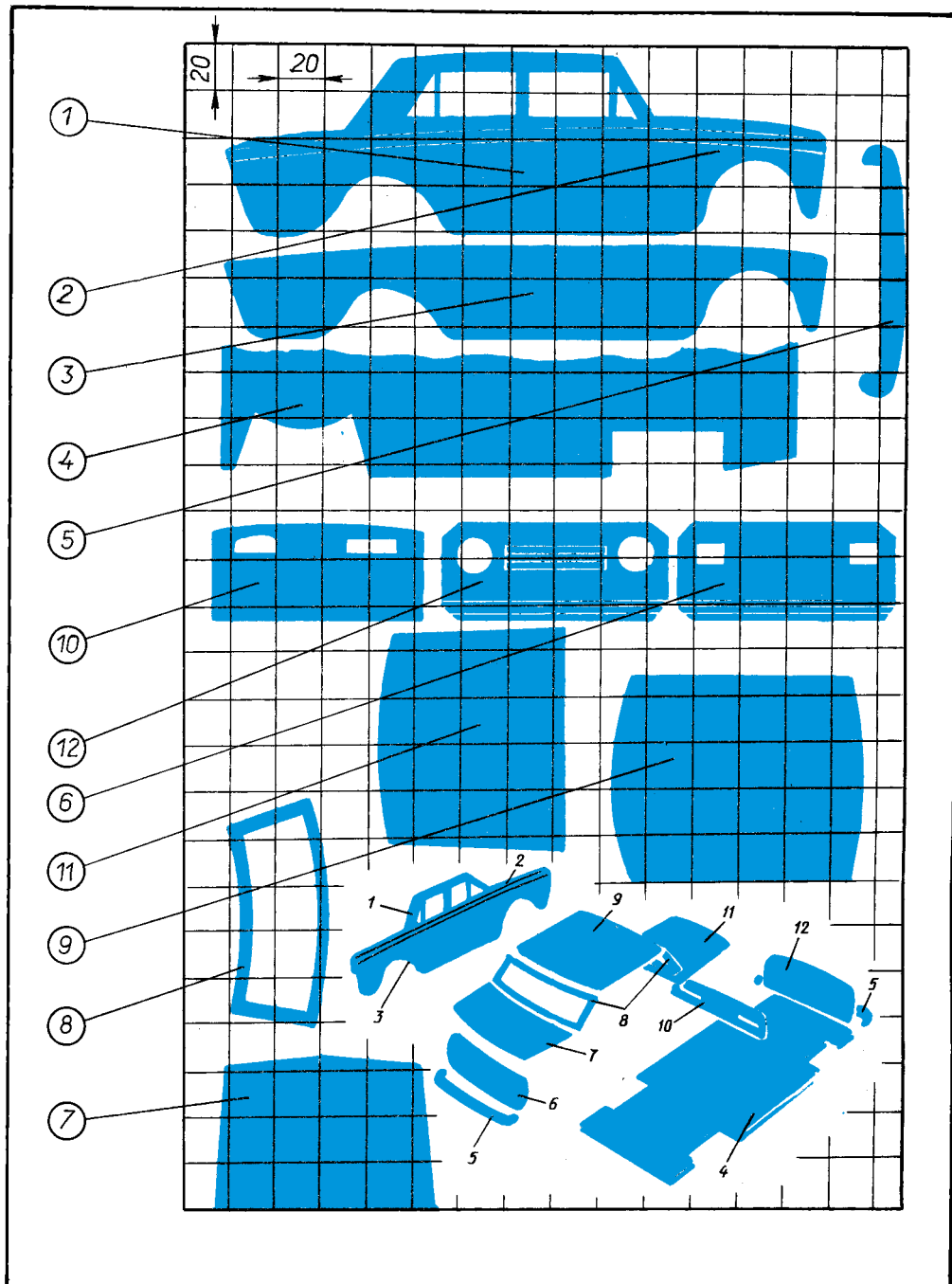


Рис. 112. Контуры деталей кузова автомобиля.

лей 5 заготовьте сразу восемь — из них надо будет склеить два бампера. Каждую деталь аккуратно вырежьте острыми ножницами по контуру.

Сделаем так, чтобы модель выглядела красиво. Для этого используем склонность картона к короблению — свойство, обычно доставляющее одни лишь неприятности. Заготовки 1 (их нужно вырезать две, в зеркальном отражении), 6, 7, 8, 9, 11 и 12 положите на плоскую стальную болванку и последовательно, начиная от центра заготовки и далее по спирали к краям, аккуратно отбейте короткими и частыми ударами молотка. Картонные заготовки постепенно примут слегка выпуклую форму. Приборный щиток 10 — единственная деталь кузова, которая избежит этой операции. Чтобы ее перегнуть, лезвием бритвы осторожно сделайте надрез на половину толщины картона.

Теперь можно приступать к склейке кузова. Пользуйтесь клеем БФ-2 или ПВА. Узкие картонные полоски 2 наклейте на борта модели с внешней стороны, а заготовки внутренних стенок салона 3 — изнутри, тщательно совместив соответствующие углы. Остальные детали кузова приклеиваются к бортам в такой последовательности: сначала — крыша 9 салона, потом — рамки переднего и заднего стекла 8, далее — капоты 7, 11, передняя и задняя стенки 6, 12 и, наконец, приборный щиток 10. Склеивание производите встык. Для дополнительной прочности с внутренней стороны по линиям склейки приклейте узкие бумажные полоски. Дайте клею просохнуть.

Еще одна необходимая операция — тщательная зачистка швов между деталями и отделка наружной поверхности кузова. Для этого понадобится нитрокраска, неразведенная и разведенная растворителем. Порядок отделки следующий: отшлифуйте стыки наждачной бумагой средней зернистости, зашпаклюйте всю наружную поверхность кузова неразведенной краской и дайте ей просохнуть. Затем еще раз отшлифуйте кузов прямо по краске, но теперь уже наждачной бумагой мелкой зернистости, окрасьте его разведенной краской и, дав ей просохнуть, отполируйте поверхность жидкой пастой ГОИ, предварительно разведенной керосином. Для улучшения внешнего вида окрасьте кузов еще раз обычной разведенной нитрокраской.

С помощью краски того же цвета наклейте на кузов радиаторную решетку, бамперы, фары, подфарники, ручки, стоп-сигналы и сигналы поворотных огней.

Для изготовления рамы ходовой части (деталь 4) потребуется фанера толщиной 4 мм. Начертите на ней сетку и перенесите с рисунка контуры. Лобзиком аккуратно выпилите деталь. Напильником, а затем наждачной бумагой выровняйте края. На рисунке 113 показана «начинка» модели.

Познакомимся с работой запоминающего устройства. Вначале обратите внимание на привод. Электрический двигатель связан с задними колесами без понижающего редуктора (как говорят механики, напрямую). На вал двигателя надета резиновая трубка, образующая фрикционную пару с резиновым колесом. Тем же способом с колесами напрямую связан еще один приводный вал. Он передает вращение посредством резинового пассика на ролик. Нетрудно догадаться, что частота вращения ролика в несколько раз меньше частоты вращения колеса (ведь соотношение это зависит только от их диаметров). На верхней стороне имеются штыри — подойдут обычные гвозди. Забиты они не где попало, а в строго определенных местах. При вращении ролика гвоздь подойдет к рычагу и надавит на него. Рычаг повернется на некоторый угол, передвинет рулевую пластинку и повернет передние колеса. Другой гвоздь, вбитый ближе или дальше от оси вращения ролика, может повернуть модель на меньший или больший угол или

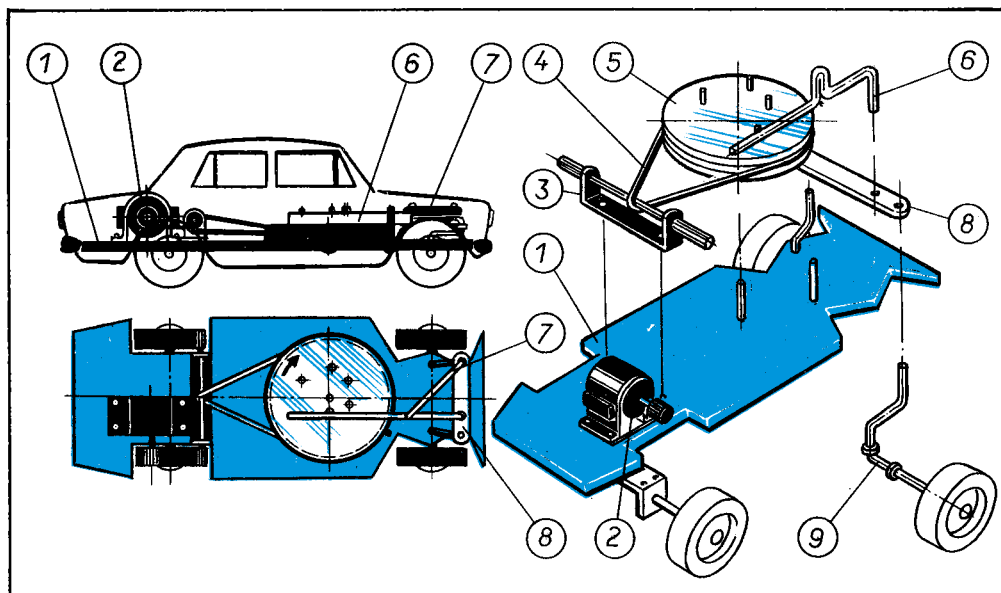


Рис. 113. «Начинка» модели.

снова вынудить ее двигаться по прямой. Таким способом модель можно «научить» ездить по кругу, эллипсу, восьмерке или даже более извилистой трассе. Ролик при этом служит как бы своеобразной «перфокартой», на которой штырями «записана» траектория движения модели. Ролику можно придать сходство с ножом-сеткой мясорубки, насверлив в нем отверстия одинакового диаметра, в которые затем можно вставлять винты, тем самым задавая модели различные маршруты. Конечно, в этом случае ролик следует выточить на токарном станке из металла — лучше всего из сплава алюминия.

На рисунке не приведены конкретные размеры деталей — их придется подбирать опытным путем. Сделать это будет несложно: ведь размеры рамы, габариты салона, электрического двигателя и плоской батарейки известны. Пластины и кронштейн советуем вырезать из дюралюминиевого листа толщиной 2 мм, а оси и валы изготовить из стальной проволоки диаметром 3 мм.

## Автомодель с механической «памятью»

На рисунке 114 изображена модель микроавтобуса американского изобретателя А. Бешовера, хотя в принципе это может быть модель грузового или легкового автомобиля. Внимательно рассмотрите ее механизм. Внутри салона нетрудно заметить плоскую батарейку 1. Две упругие пластины надежно обхватывают и прижимают ее к раме. К клеммам батарейки подсоединены провода, соединяющие выключатель 2 и микроэлектродвигатель 4 в единую электрическую цепь.

Если повернуть рычажок выключателя, цепь замкнется и вал электродвигателя



начнет вращаться. Через систему шестеренок понижающего редуктора 3 вращение передается на удлинненный вал. Такая многоступенчатая передача нужна для того, чтобы уменьшить частоту вращения и увеличить крутящий момент на валу.

А теперь обратите внимание на важную деталь передачи — соединительную муфту. Она состоит из диска 5 и бобины 7. Диск плотно посажен на выходной вал и вращается вместе с ним как единое целое. Бобина же, наоборот, имеет скользящую посадку. Это означает, что она может вращаться в любом направлении независимо от вращения выходного вала. Только вот эта независимость вращения используется определенным образом. Сама бобина изготовлена из дисков и трубочки. Левый диск имеет 3 зуба. В рабочем положении они входят в зацепление с зубьями диска выходного вала (см. рис 114, а), и вращение с выходного вала передается на бобину. И наоборот, в нерабочем положении (см. рис. 114, б) зубья выводятся из зацепления, бобина свободно вращается на валу. Включение и выключение соединительной муфты производится механическим переключателем 6, рукоятка которого выведена через крышу модели.

Давайте попробуем разобраться, что означают слова «рабочее» и «нерабочее» или «включенное» и «выключенное» положения соединительной муфты. Чтобы лучше понять работу механической передачи, посмотрите еще раз на переднюю и заднюю оси модели автобуса. Передняя ось — сложная. Поворот колес осуществляется системой тяг (см. рис. «вид снизу») и поворотным рычагом 10, вращающимся вокруг оси. Конец длинного плеча имеет отверстие, сквозь которое пропущена капроновая нить 9 диаметром 0,3—0,4 мм. Ось заднего колеса 8, нить, поворотный рычаг и бобина образуют механическую передачу, выполняющую две функции. Рассмотрим их подробнее.

На рисунке 114, б рукоятка механи-

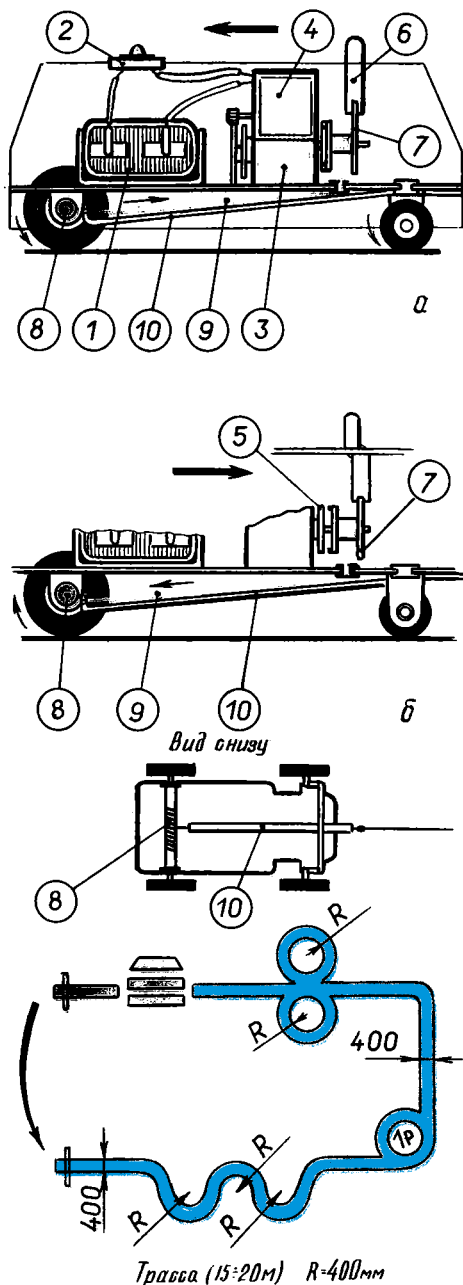


Рис. 114. Модель с механической «памятью».

ческого переключателя переведена в выключенное, нерабочее положение. Двигатель модели не работает. Бобина свободно вращается на валу. В таком состоянии модель устанавливается на финишной черте и задним ходом медленно перемещается рукой мимо препятствий на трассе. При этом нить не только сматывается с бобины, но и наматывается на заднюю ось, причем ее положение на оси находится в строгой зависимости от угла поворота передних колес, а значит, от положения поворотного рычага. Запас нити на бобине 15—20 м и соответствует длине трассы. Пройдя таким образом всю трассу, модель ее «запоминает» своей механической «памятью».

А теперь посмотрите на рисунок 114, а. Рукоятка механического переключателя здесь переведена во включенное, рабочее положение. Бобина вошла в зацепление с диском. Итак, модель устанавливается на стартовой черте трассы. Включается электрический двигатель. Бобина начинает вращаться и наматывать на себя нить. Другой конец нити сматывается с оси задних колес, тем самым вынуждая их вращаться и двигать модель вперед. Но это еще не все. В зависимости от своего положения на оси задних колес нить по-разному воздействует на поворотный рычаг и, следовательно, изменяет угол поворота передних колес. Так работает модель с механической «памятью» — при своем движении по трассе она в точности копирует все ее изгибы.

Размеры и форма корпуса вашей модели подскажут вам и другие варианты размещения электрического двигателя и редуктора, например, чтобы привод осуществлялся на передние колеса. Размеры механизма управления поворотом колес зависят от конструкции корпуса модели. Поэтому здесь, как и на рисунках предыдущей модели, не проставлены его размеры. Полагаем, каждый из вас сам установит их для своей модели. Сделав несколько моделей с механической памятью, вы можете провести интересные соревнования.

Устройство трассы и возможные условия соревнований были подробно описаны выше. Напомним только, что ширина трассы около 400 мм, а радиусы поворотов не менее 400 мм.

Старт дается только одной модели. Участник ставит ее задними колесами вперед на финишную линию и сообщает судье о готовности. Судья дает команду «Старт!» и одновременно включает секундомер. Нужно сначала рукой провести модель по трассе, чтобы ее механическая память запомнила характер трассы. После этого модель уже находится в исходном стартовом положении и тщательно устанавливать ее не нужно. Включите электродвигатель — дальше по трассе она движется самостоятельно.

Результаты каждого участника соревнования определяются по времени прохождения трассы. Победителем считается тот, кто пройдет трассу в «нерабочем» и «рабочем» режимах за наименьшее время.

## Из катушек и спичечных коробков

Просматривая научно-популярные журналы, книги и фильмы, многие из вас обратили, наверное, внимание на движители вездеходов. Пока их можно разделить на два класса: гусеничные и колесные. У каждого есть свои достоинства и недостатки. Но до сих пор еще не создан такой, который одинаково легко преодолевал бы топи болот, каменные завалы, зыбучие пески и глубокий рыхлый снег.

Но только ли колесо и гусеница способны помочь перемещению вездехода? Вероятно нет. В этом вы уже могли убедиться, ознакомившись с моделями необычных машин. На рисунке 115, *а, б* показаны еще две модели вездеходов, разработанных В. Шпаковским. Не правда ли, уж как-то странно выглядят их движители. Тем не менее модели обладают завидной для своих небольших размеров проходимостью. А первая, вообще, способна двигаться как по твердому грунту, так и плавать в воде.

Для работы понадобятся ножницы, металлическая линейка, нож или специальный резак для картона, электровыжигатель и паяльник. Основной строительный материал — это одинаковые по размерам катушки ниток, пустые спичечные коробки, картон из наборов для детского ручного труда, цветная бумага, детали от поломанных или пришедших в негодность игрушек, фанера или полистирол толщиной 3 мм для деталей корпуса, пенопласт от упаковок. Соединить детали рекомендуем клеем «Момент-1», «Марс», «Суперцемент» или БФ-2. А красить — поливинилацетатной темперой или нитроэмалевыми красками в аэрозольных упаковках.

Наша первая модель — вездеход с гусеничным движителем из спичечных коробков (рис. 115, *а*). Для повышения проходимости на их внешнюю, соприкасающуюся с грунтом поверхность наклеиваются кусочки водостойкой наждачной бумаги. Все коробки приклеиваются к ленте, вырезанной из прочной ткани. Внешний вид такой модели может быть различен, поскольку зависит не только от фантазии и имеющихся в наличии материалов, но и выбранного количества коробков в гусенице, размеров электрического двигателя и редуктора.

Ведущие колеса — шестигранные призмы. Проще всего их можно изготовить из пенопласта или картона. Для прочности колес их торцовые поверхности следует оклеить полистиролом или фанерой. Чтобы гусеница посередине не провисала, необходимо установить поддерживающий блок. Его лучше всего вырезать из пенопласта или, как и ведущие колеса, склеить из картонных заготовок. Их прочности вполне хватит, чтобы обеспечить гусеницам жесткость, а самому вездеходу дополнительную плавучесть и устойчивость. С обеих сторон гусеницы следует прикрыть фальшбортами из фанеры, картона или полистирола так, как показано на рисунке. Их необходимо приклеить только к поддерживающим блокам. Проследите, чтобы оси ведущих колес, пропущенные сквозь отверстия в фальшбортах, вращались без трения.

На нашем вездеходе каждая гусеница имеет свой привод, состоящий из редуктора Р-1 (его выпускает московский школьный завод «Чайка») и микроэлектродвигателя МДП-1. Между собой двигатель и редуктор соединяются резиновой или хлорвиниловой тубочкой-втулкой. Можно использовать и напаянную на валы пружину.

Нетрудно догадаться, что размеры привода определяют размеры модели. Постарайтесь сделать ее компактной, что в конечном итоге повлияет на расход материалов.

Использованный в модели редуктор Р-1 имеет один недостаток — у него короткий вал. Избежать этого недостатка можно, если удлинить вал металлической трубочкой подходящего диаметра. Ее длина подбирается с учетом толщины ведущего колеса и фальшборта. Перед тем как вставить вал редуктора в трубку, просверлите в ней поперечное отверстие диаметром 1 мм на расстоянии 5 мм от края. Затем, смазав вал клеем, вставьте ее в трубку, а через отверстие пропустите раскаленный гвоздик или булавку — она надежно соединит трубку и вал и не

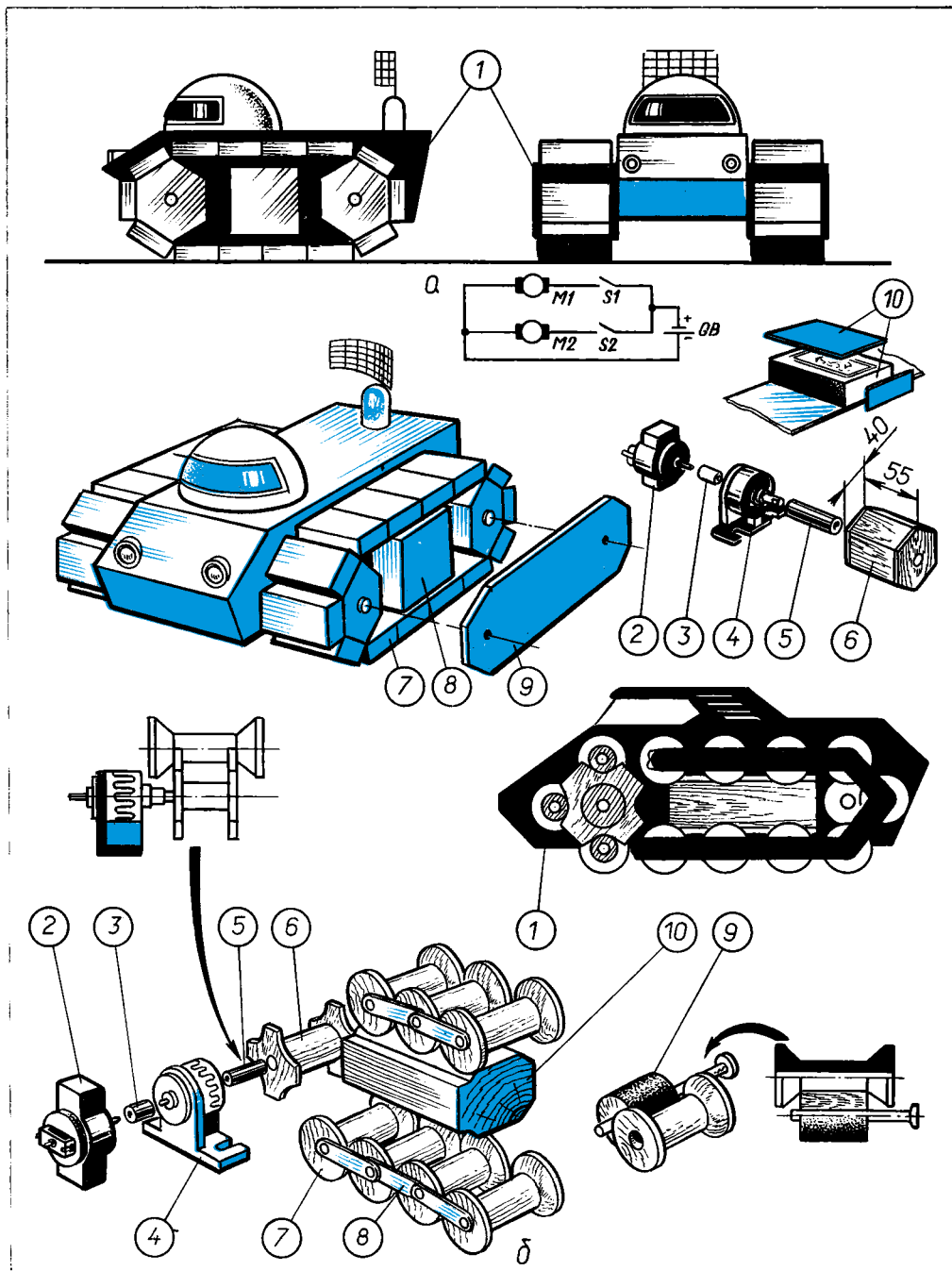


Рис. 115. Модели вездеходов В. Шпаковского.

позволит им проворачиваться друг относительно друга. Ведущие колеса закрепите на осях клеем.

Корпус модели вырезается из картона. Развертки деталей корпуса мы не приводим — выполните эту работу самостоятельно. Кабину космонавтов сделайте из елочного полистиролового прозрачного шарика. Остается покрасить корпус или оклеить его цветной бумагой.

Гусеницы другой модели (рис. 115, б) собираются из одинаковых по размеру катушек от ниток. Они соединяются осями с помощью пластин-звеньев, вырезанных из миллиметрового картона или выпиленных из фанеры, полистирола. Оси — полистироловые вязальные спицы или литниковые стержни от сборных моделей самолетов, танков, кораблей.

Ведущие звездочки вырезают из картона или выпиливают из фанеры, а втулку, скрепляющую звездочки, — из катушки, у которой опилены «щечки». Все детали ведущих звездочек соединяют клеем. Для прочности их дополнительно скрепляют мелкими гвоздиками.

Фальшборты для этой модели не нужны, гусеница из катушек не спадает. А вот без поддерживающего блока здесь не обойтись. Необходимо только продумать способ его крепления к корпусу модели, чтобы он не мешал движению гусеницы. На рисунке приведен вариант блока с продольными прорезями.

Остается надеть на валы редуктор, ведущие звездочки, установить на оси катушки и оформить ее внешний вид.

## Мотор-колесо

В современных автомобилях особо большой грузоподъемности, например в карьерных самосвалах БелАЗах, инженеры объединили электродвигатель, силовую передачу, тормозное устройство и колесо в одно целое. Так удалось приблизить двигатель одновременно ко всем движителям и тем самым уменьшить потери энергии при передаче и существенно увеличить тягу. А энергию на каждое мотор-колесо дает генератор, вращаемый обычным двигателем внутреннего сгорания.

Но рассказ, конечно, не о мощных самосвалах. Совмещение мотора и колеса в одном узле используется иногда и в механических моделях и игрушках. Рассмотрите четыре таких конструкции. Саму модель можно сделать какую угодно, например автомобиль-пикап. Вырезать соответствующие развертки из плотной бумаги, картона или жести труда не составит.

У модели, показанной на рисунке 116, а, нет характерных для любого автомобиля четырех колес. Вместо них две жестяные банки из-под консервов. Одна банка заменяет передние колеса, другая — задние. Обратите внимание на отверстия, имеющиеся в доньшках. Вскрывая, скажем, банку со сгущенным молоком, постарайтесь сделать так, чтобы отверстия получились именно такими, какие изображены на рисунке. Полностью срезать доньшко не надо — обечайка банки может деформироваться.

Раму проще всего согнуть из стальной проволоки диаметром 3 мм. Проволоку меньшего диаметра применять не рекомендуем, потому что она не выдержит натяжения скрученных резиновых нитей двигателя и согнется. Размеры рамы на рисунке 116 не даны — они зависят от высоты и диаметра банок. Но все же советуем сделать ширину рамы на 15—20 мм больше высоты банки, а длину — примерно в четыре раза больше ее диаметра.

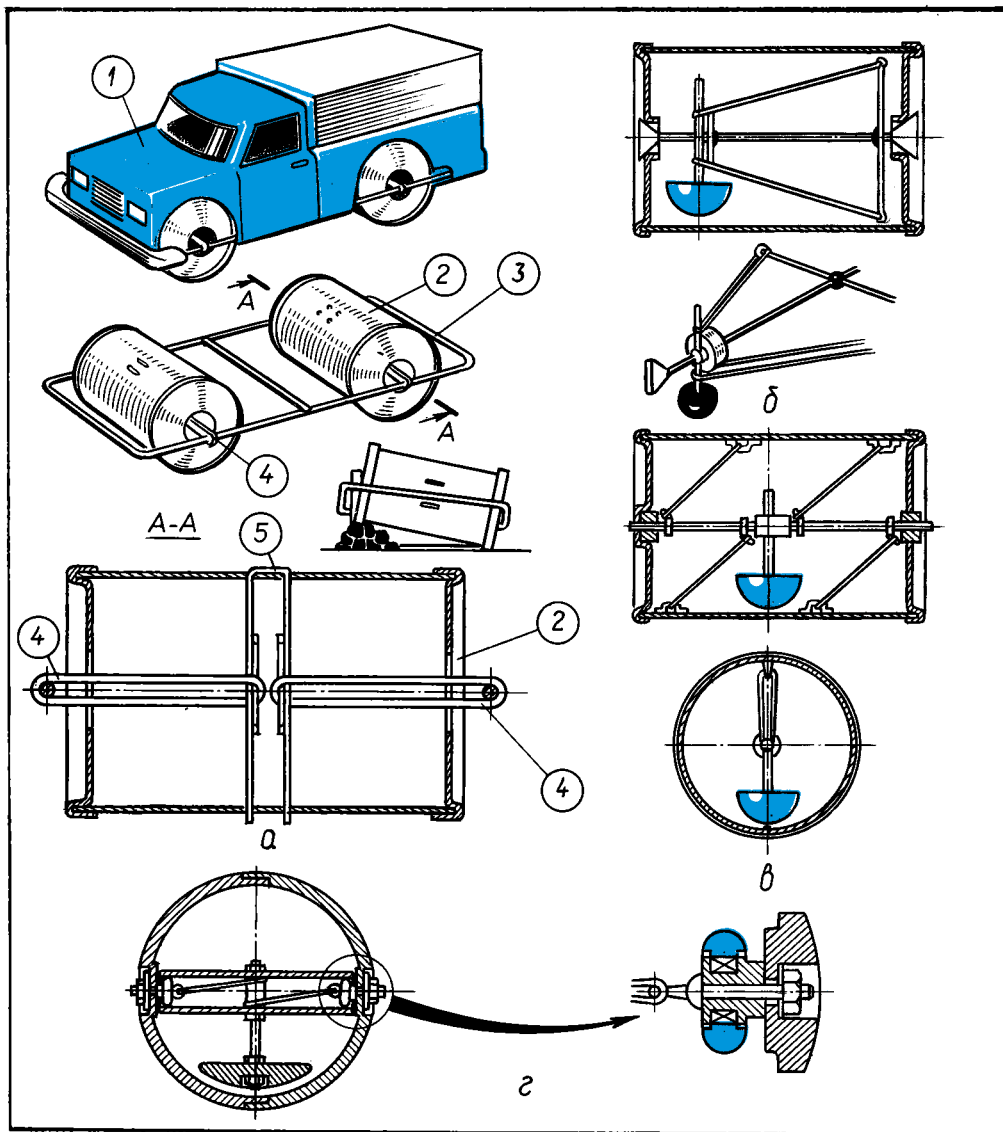


Рис. 116. Четыре конструкции мотор-колеса: 1— кузов модели; 2— колесо; 3— рама; 4— резиновый двигатель; 5— скоба.

Внутри каждой банки устанавливают по два резиновых двигателя. Каждый из них изготовляют из 6 витков авиамодельной резины, намотанной на круглой болванке. Диаметр болванки подберите так, чтобы длина петли и резинового жгута, снятая с нее, в слегка растянутом состоянии была на 5 мм меньше половины высоты банки. Внутри банки петли резинового двигателя крепятся с помощью

двух скоб, изготовленных из стальной проволоки диаметром 2,5 мм. Так как суммарная длина двух петель меньше высоты банки, то они держат раму во взвешенном состоянии, словно на пружинящих рессорах. Кроме того, такая подвеска позволяет модели легко преодолевать препятствия, как показано на рисунке.

Иначе передается вращение от резинового двигателя к движителю в трех других конструкциях мотор-колеса. Здесь крутящий момент зависит не столько от числа нитей в резиновом жгуте двигателя, сколько от массы груза (дебаланса), центр тяжести которого смещен от оси вращения.

На рисунке 116, б показан мотор-колесо, в котором ось вращается совместно с банкой. У одного края оси перпендикулярно ей припаяно коромысло с петлями на концах. У другого конца оси расположена втулка, через которую пропущен шток с дебалансом (рис. 116, б, слева). Но на практике шток придется сделать из двух половин, каждая из которых входит во втулку (рис. 116, б, справа). Втулка должна свободно вращаться на оси, а чтобы она не съезжала от натяжения резиновых лент, на ось насажен и припаян диск-ограничитель. Петли резиновых жгутов перекинута через шток и закреплены на концах коромысла.

Как работает такой двигатель? Закрученный на несколько десятков оборотов резиновый жгут стремится повернуть и банку и дебаланс в разные стороны. Груз отклоняется от вертикали — при этом одна половина мотор-колеса становится тяжелее другой. Банка, стремясь уравновеситься, будет вращаться, пока хватит завода у двигателя.

Конструкция, показанная на рисунке 116, в, отличается от предыдущей конструкции тем, что сила натяжения четырех резиновых двигателей, установленных в мотор-колесе, полностью уравновешена вдоль оси. Поэтому ось свободно вращается в подшипниках, расположенных в донышках банки. А в остальном принцип действия этого мотор-колеса такой же.

Последняя конструкция мотор-колеса (рис. 116, г) отличается от предыдущей не только своим внешним видом, но и усложненной подвеской. Прежде всего обращаем ваше внимание, что двигатель размещен не в цилиндрическом колесе, а в шаре. Такой шар может послужить основой для интересной механической игрушки, он может кататься и самостоятельно — это уже само по себе любопытно.

Внимательно разберитесь с устройством двигателя. С помощью двух болтов к корпусу крепятся две втулки. На них посажены шарикоподшипники. На подшипники надеты резиновые ободы, на которых держится концами металлическая трубка. В середине трубки перпендикулярно ей просверлено отверстие, в которое пропущен шток с дебалансом на конце. Два резиновых жгута перекинута через шток и закреплены на крючках, припаянных к головкам болтов.

Чтобы завести такой двигатель, нужно просто вращать шар в руках вокруг оси, образуемой металлической трубкой, до тех пор, пока груз будет способен удерживать натяжение резины. Если теперь поставить шар на пол, он покатится по прямой, перпендикулярной его оси.

Преыдушие модели заводятся примерно так же — мотор-колесо закручивается рукой в направлении, противоположном вращению колеса.

## Вездеход с тарельчатым двигателем

Такой необычный двигатель, мы думаем, вы видите впервые. Автор его американский изобретатель Б. Сандерлен. Он не только предложил этот двигатель, но и сконструировал модель нового вездехода, которую мы предлагаем вам построить и испытать в действии.

Прежде чем приступить к ее изготовлению, давайте поговорим о достоинствах и недостатках нового двигателя. Посмотрите на рисунок 117, *а*. Все четыре тарелки у модели ведущие и имеют благодаря спиральным ребрам надежное зацепление с грунтом. Двигатели изобретатель расположил на модели горизонтально, чтобы повысить ее проходимость. Ведь масса вездехода теперь распределена на большую, чем у обычного колеса, поверхность. А чтобы избавиться от лишнего сопротивления, он наклонил их по отношению к вертикальной оси. Такому вездеходу не нужно рулевое управление. Его заменяют тормоза. Подтормаживая правую или левую тарелку, можно соответственно разворачивать модель в правую или левую сторону. Есть у модели существенный недостаток. Вы уже, наверное, заметили, что размер задних опорных тарелок велик и они выступают из-под кузова. Поэтому ни о каком движении подобной модели по сильно пересеченной местности, где много ям и крутых гор, камней или других препятствий, говорить не приходится. Как справедливо подметил сам изобретатель, вездеход с подобными тарельчатыми двигателями способен преодолевать только водные преграды и перемещаться по ровной дороге, снежной равнине или гладкому льду.

Размеры модели вам придется подобрать по своему усмотрению, проявив немного творческой смекалки и сообразительности. Габаритные размеры будут зависеть от размеров привода (микроэлектрического двигателя, редуктора, плоской батарейки), а также диаметра колес-тарелок.

На рисунке 117, *б* вы найдете узел крепления тарелки к корпусу и кинематическую схему, где показана передача вращения с вала электродвигателя на каждую ось переднего и заднего моста. Передача вращения понижающая и осуществляется резиновыми пассиками. Пассики надеты на шкивы, диаметры которых имеют соотношение 1:3 для передней оси и 1:4 для задней. Благодаря такому соотношению частота вращения двигателя понижается на ведущих колесах соответственно в три и четыре раза, но в таком же соотношении возрастают крутящие моменты.

Если габариты модели вы определили, приступайте к изготовлению отдельных деталей и узлов. Сначала сделайте раму, ведь к ней будут крепиться все остальные части модели. Из фанеры или доски толщиной 10 мм выпилите раму по контуру, предварительно очерченному карандашом. Края заготовки обработайте напильником и наждачной бумагой. Поточнее наметьте центры под отверстия, сквозь которые пройдут оси колес. Обратите внимание: сверлить эти отверстия нужно не строго вертикально, а под углом 95° по отношению к главной оси корпуса. В просверленные отверстия на клею запрессовываются втулки.

Изготовление шкивов, осей, шайб и гаек труда не вызовет, останавливаться на них не будем. Наиболее трудоемкие детали — тарельчатые колеса. Их можно изготовить из папье-маше или самодельной пластмассы, с технологией приготовления которой вы уже знакомы по описаниям предыдущих моделей. Но проще всего изготовить колеса из плотного пенопласта, проточив его рабочие поверхности на токарном станке. Спиральные ребра представляют собой ряды гибких упругих проволочек, запаянных в пенопласт в горячем состоянии.



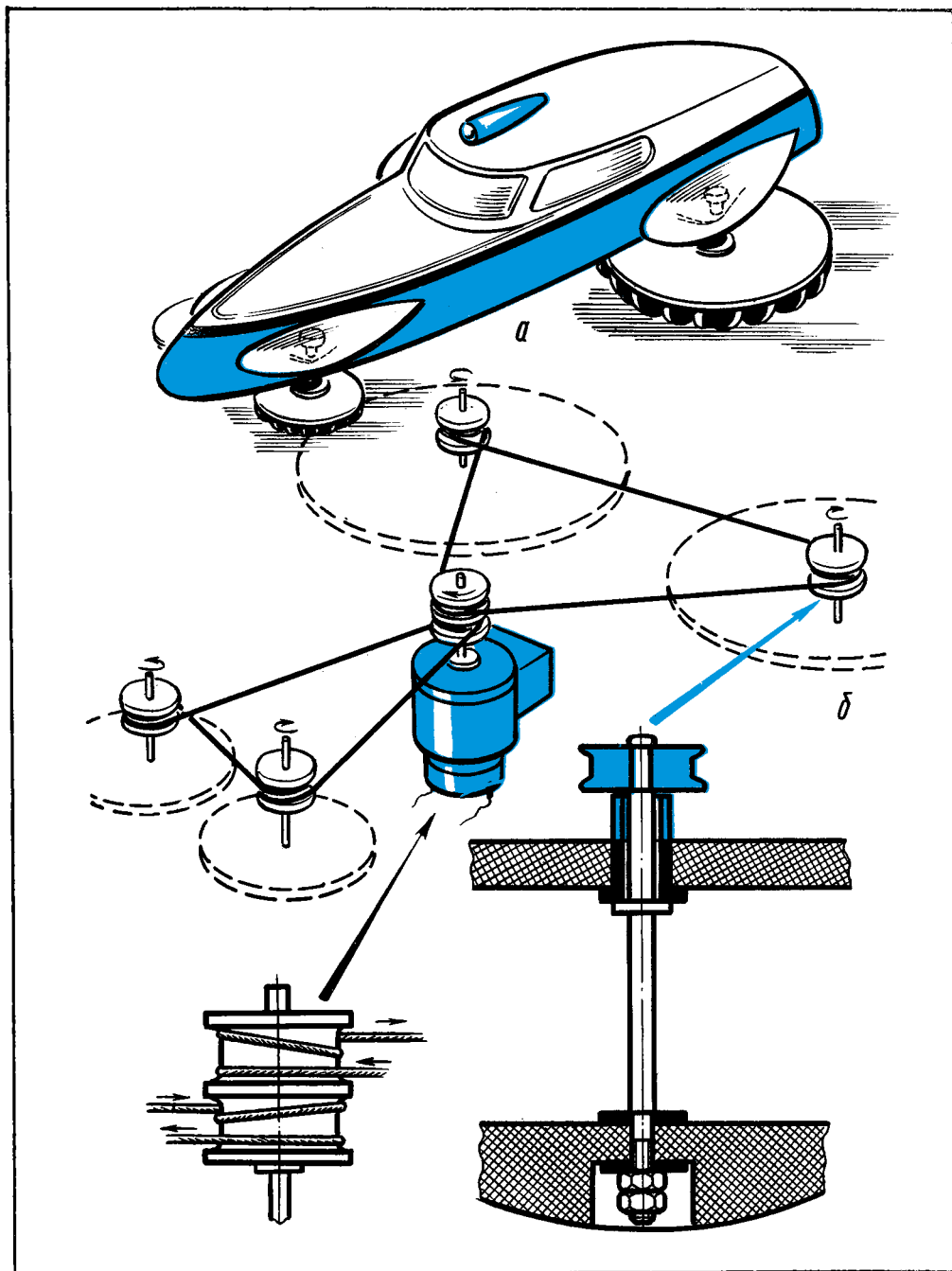


Рис. 117. Вездеход с тарельчатым двигателем.

## Вездеход на пластинах

Эта модель (рис. 118) может двигаться по песку и асфальту, по льду и снегу, даже по воде. Не случайно она и называется вездеходом. Модель можно испытать во дворе даже после проливного дождя или сильного снегопада, когда любую другую игрушку бесполезно выносить на улицу.

Для изготовления модели вездехода потребуется электрический двигатель (его можно снять со старой, отслужившей свой срок электромеханической игрушки), плотный пенопласт толщиной не менее 30 мм, кусочек металлической ленты, применяемой для упаковки ящиков, стальная проволока диаметром 1,5 и 2,5 мм, фанера толщиной около 4 мм, старый рентгеновский снимок или кусочек широкоформатной фотопленки, целлулоид толщиной около 0,5 мм, авиамодельная резина, жесткая крышка от коробки из-под крема для обуви, мелкие гвозди, электрический провод и батарейка напряжением 4,5 В.

Из фанеры выпилите лобзиком заготовку размером 90 × 90 мм. Она будет служить рамой для корпуса модели. К раме прибейте кусочек предварительно изогнутой стальной ленты, как показано на рисунке (рис. 118, а). Получилось два держателя. Первый держатель служит для закрепления ролика механической передачи, а другой — для крепления электрического двигателя, приводящего в движение это колесо. В отверстие первого держателя и фанерной подставки пропустите ось, кусочек проволоки диаметром 2,5 мм. Сверху на нее посадите деревянную втулку с отверстием посередине. К этой втулке приклейте клеем БФ-2 крышку от коробочки с отверстием посередине. Образовавшееся колесо механической передачи должно касаться своей внешней цилиндрической поверхностью резиновой трубки, плотно посаженной на вал двигателя, закрепленного во втором держателе (рис. 118, б). На противоположном конце вертикальной оси, находящейся под рамой, также плотно посадите ролик. Под ролик и колесо не забудьте установить прокладку от целлулоида или несколько стеклянных бусинок.

Если включить двигатель, то вращение благодаря фрикционной передаче будет передаваться с вала электрического двигателя на вертикальную ось с роликом. Чтобы трение между трубкой и колесом было больше, края колеса обработайте наждачной бумагой, а держатели стяните между собой аптечной резинкой.

С двух противоположных сторон к фанерной раме мелкими гвоздями прибейте проволочные держатели, сделанные из стальной проволоки диаметром 1,5 мм. Они будут служить передней и задней осями для приводных колес (рис. 118, в).

Колеса вырежьте из пенопласта, придав заготовкам цилиндрическую форму острым ножом. Закрепите на них лопасти, предварительно вырезанные из рентгеновской или фотопленки. Надрезы на цилиндрической поверхности сделайте острым ножом или бритвой. Перед тем, как вставить лопасти, смажьте края водостойким клеем, не растворяющим пенопласт. К каждому колесу с торцов приклейте целлулоидные кружки, диаметр которых равен диаметру лопастей на колесе. Для прочности приклейте эти кружки к маленьким пластмассовым крышкам от аптечных коробочек, которые затем наденьте на торцы колес (рис. 118, г).

Готовые колеса посадите на проволочные оси. На центральные, свободные от лопастей части колес и на ведущий ролик накиньте авиамодельную резину. Отрегулируйте положение ведущих колес так, чтобы натянутая резина проходила по ведущему ролику, образуя горизонтальную линию. Только в этом случае она

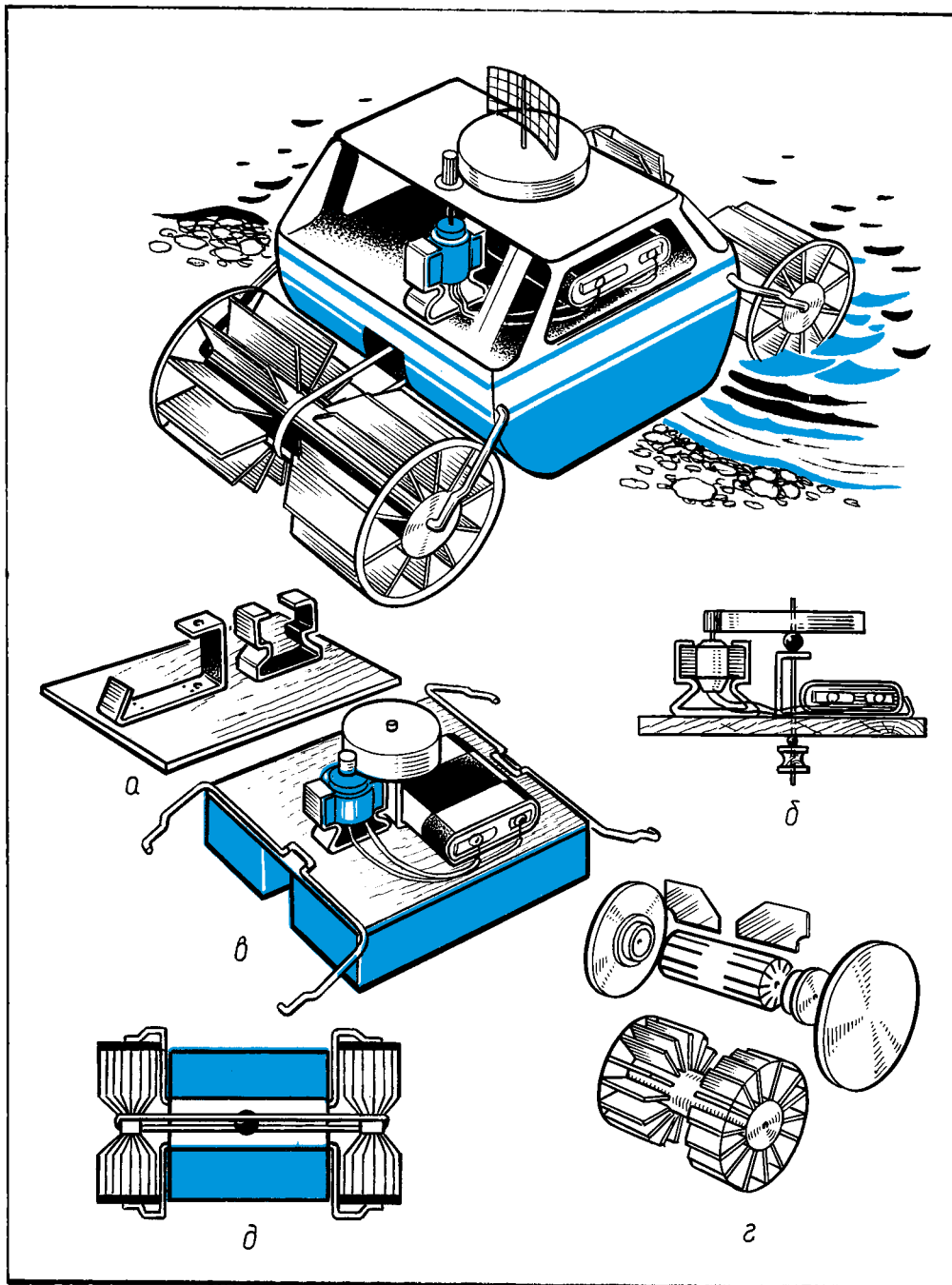


Рис. 118. Вездеход на пластинах.

не будет спадать. Концы резины в местах соединения смажьте резиновым клеем и стяните ниткой. Теперь можно включить двигатель — вездеход должен двигаться.

Под рамой приклейте клеем два прямоугольных кусочка пенопласта, выполняющих роль поплавков (рис. 118, д). В ванной комнате проверьте, сможет ли вездеход плавать. Остается оснастить его кабиной и тонкой металлической пластинкой — радарной антенной.

Модель может плыть не только вперед, но и назад, если поменять полюса на источнике питания. Придумайте сами, как сделать простой переключатель для дистанционного управления моделью.

## Вездеход-амфибия

Эту модель (рис. 119) вездехода разработал А. Бобошко. По гладкой дороге она едет на колесах, как модель обычного автомобиля. Если же на пути встретится песок или снег, в действие вступают дополнительные движители — шнеки. Расположены они вдоль левого и правого бортов кузова. Шнеки упираются в рыхлый грунт своими вращающимися роторами со спиральными лопатками, создают дополнительный упор и подталкивают модель вперед, и она легко преодолевает грязь или большую и глубокую лужу. Все дело в том, что ее корпус — водонепроницаемый. Хорошо держится она и на плаву. Вращающиеся шнеки отбрасывают грязь или воду вдоль бортов от носа к корме и толкают вездеход-амфибию вперед.

Познакомимся с основными деталями модели. Внутри корпуса 1 установлен электрический моторчик с редуктором 2, питающийся от батарейки 3 (элемент 3336Л). За счет многоступенчатой передачи частота вращения на валу двигателя понижается, но крутящий момент на колеса и шнеки увеличивается. Вращение с выходного вала редуктора передается на переднюю ось модели 4. Эта ось — ведущая. Она пропущена сквозь водонепроницаемый корпус модели. На концах оси посажены колеса и короткие стальные пружины 7. Пружины изгибают ось под прямым углом и вращают шнеки 6. Для создания большого упора и защиты корпуса от брызг грязи шнеки сверху закрыты чехлами. Системами рычагов 5 чехлы связаны с корпусом модели.

Если модель вездехода-амфибии вам понравилась и вы захотите ее сделать, воспользуйтесь некоторыми советами. На рисунке умышленно не проставлены размеры. Модель экспериментальная. Это означает, что каждый из вас может внести усовершенствования в ее конструкцию, конечно же повлияющие на ее габариты. Поэтому, прежде чем приступить к изготовлению, выберите двигатель и редуктор (можно от старой и уже ненужной игрушки), купите батарейку. Подумайте над тем, как лучше разместить их, чтобы они занимали в корпусе как можно меньше места. Размеры привода подскажут вам и габариты корпуса.

Корпус лучше всего вырезать из жести. Места стыковок кромок бортов необходимо пропаять оловом. Определив места расположения передней и задней осей, просверлите отверстия. Чтобы через эти отверстия внутрь не просачивалась вода, изнутри корпуса припаяйте трубки или сделайте надежные уплотнения. Сквозь них пропустите оси, на концы которых посадите колеса. Передняя, ведущая ось должна быть немного длиннее задней. Короткие стальные пружины припаяйте к концам ведущей оси и оси шнеков.

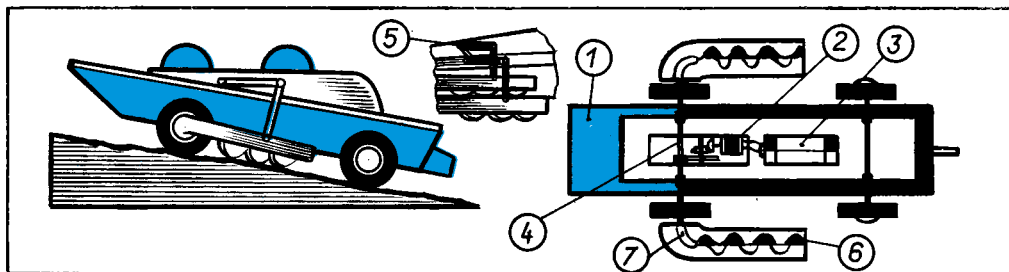


Рис. 119. Вездеход-амфибия.

Правильно изготовленный вездеход-амфибия должен с одинаковой скоростью передвигаться по ровной дороге, снежной целине, по песку и плыть по воде.

## Аэромобиль-глиссер

Почему-то до сих пор никто не построил аппарат, сочетающий достоинства аэромобиля и глиссера, хотя их роднит то, что оба передвигаются за счет тяги воздушного винта.

Р. Панченко, школьник из Душанбе, задумался над этой задачей и попробовал решить ее. На рисунке 120 эта необычная модель.

Разберемся, как действует этот «аэроглиссер», или «глиссеромобиль».

...Повернут выключатель, заработал микроэлектромоторчик. Воздушная струя, отбрасываемая винтом, толкает модель вперед, и она плывет по воде, словно глиссер. Но вот модель достигла берега, коснулась своими лыжами дна. Сопротивление движению резко возрастает. Кажется, винт вперед модель тянуть уже не

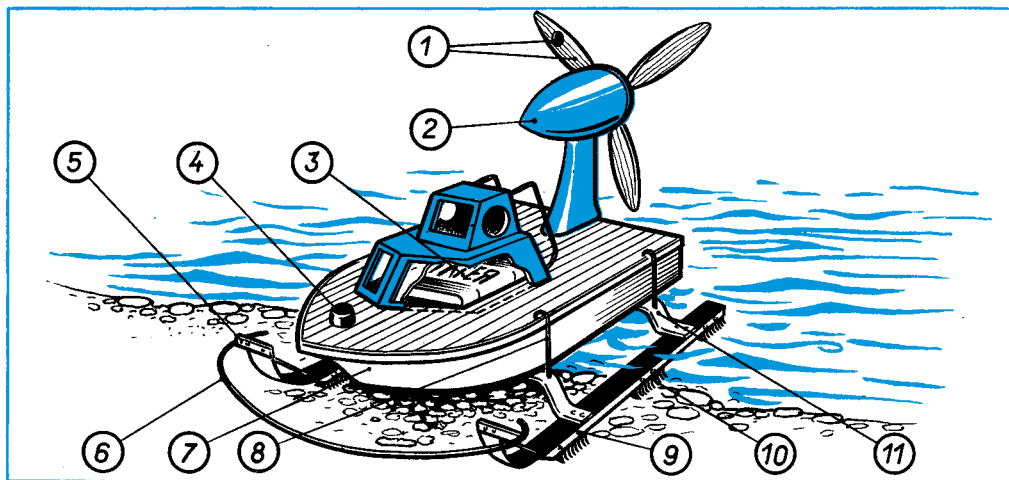


Рис. 120. Аэромобиль-глиссер.

сможет. Однако глиссер легко выходит из воды и, почти не снижая скорости, продолжает двигаться по суше.

Что же помогает воздушному винту? Присмотримся к лыжам, на которые установлен корпус модели. Нижняя поверхность лыж оцетинилась ворсинками зубных щеток. И хитрость движения скрыта именно в них. Ворсинки гибкие, они могут пружинить.

Обратите теперь внимание, что на одной из лопастей винта установлена свинцовая заклепка. Она сместила центр тяжести винта, благодаря чему появилась центробежная сила. Она раскачивает корпус вправо-влево, вверх-вниз.

В одних случаях направления центробежной силы и силы тяжести модели совпадают, в других — нет. Ворсинки то плотнее прижимаются к грунту, то распрямляются, словно пружинки, и слегка подбрасывают модель вверх. Трение уменьшается, и модель скачком перемещается вперед. За один оборот винта корпус подвинется всего на долю миллиметра. Но ведь частота вращения микро-моторчика более тысячи оборотов в минуту! Скорость передвижения модели зависит, как видим, от массы свинцовой заклепки и длины лопастей винта. Юный изобретатель советует сделать несколько винтов, отличающихся длиной лопастей с заклепками разной массы, и выбрать лучший из них экспериментально.

В заключение несколько советов, как сделать модель.

Основа ее — глиссер, который можно купить в магазине, продающем игрушки. На его корпусе 7 установлен микроэлектромоторчик 2, на валу которого посажен винт 1. На одной из его лопастей просверлено отверстие. В это отверстие и установлена свинцовая заклепка. Внутри корпуса глиссера помещаются плоская батарейка 3 и выключатель 4. Для удобства ручка выключателя выведена сквозь палубу в носовую часть корпуса. С помощью крючков 8 корпус глиссера соединен со скобами 11, которые опираются на две лыжи 9. В сечении каждая лыжа представляет собой букву П с широкой верхней полкой. Такая конструкция позволяет надежно закрепить три зубные щетки 10, у которых отрезаны ручки. Передние, загнутые концы лыж снабжены кронштейнами 5 и связаны между собой дугой безопасности 6.

Кронштейны, лыжи, скобы в своей модели Р. Панченко сделал из жести от консервных банок. Для дополнительной прочности лыжи и скобы имеют ребра. Крючки и дугу безопасности лучше всего изготовить из медной или стальной проволоки диаметром 1,5—2 мм. Дугу безопасности следует припаять к кронштейнам. Она устанавливается на модели не только в качестве амортизатора. Коснувшись какого-нибудь препятствия, она помогает модели изменять движение.

Итак, вы познакомились с разными автомоделями. Все они получают энергию для движения от батарейки. Объясняется это тем, что такой источник энергии наиболее широко доступен. Но единственный ли он? Конечно нет. Можно использовать двигатели резиновые и пружинные, маховичные и паровые, пневматические и электростатические, наконец, ветряные и даже солнечные.

Но вот двигатель у вас готов. Что дальше? Дальше займемся механической передачей и самим двигателем. Механическую передачу можно взять от старой электромеханической игрушки. Это самый простой путь, но не единственный. Многочисленные шестеренки редуктора за счет трения «съедают» много энергии. Как повысить КПД передачи? Можно улучшить обработку трущихся частей, применить смазку. Но можно отказаться от шестеренчатого редуктора, заменив его другим. И вот теперь задача: какой выбрать двигатель? Тут уж фантазировать можно сколько угодно, главное — каждую мысль проверять на деле.



## IV. НА ВОДЕ И ПОД ВОДОЙ

Вода почти в 800 раз плотнее воздуха. Поэтому так трудно дается даже незначительное увеличение скорости на воде. Но нас с вами интересует не проблема увеличения скорости, а те технические идеи, которые появляются у изобретателей для передвижения судов.

Эта проблема волнует человека еще, пожалуй, с той поры, когда он встал на первый шаткий плот... Весло, парус, колесо, винт, водометная струя — вехи неустанных поисков творческой мысли. И эта эстафета продолжается. Предлагаются все новые и новые технические идеи движения по воде и в ее толщах. В этой главе мы познакомим вас с необычными движителями.

### Гидрошасси

Эксперименты на воде привели изобретателя А. Г. Преснякова к осуществлению идеи самоходного водного шасси. Это шасси является не только несущей — поплавковой частью судна, но и его движителем.

В простейшем виде модель гидрошасси (см. рис. 121) состоит из прямо-

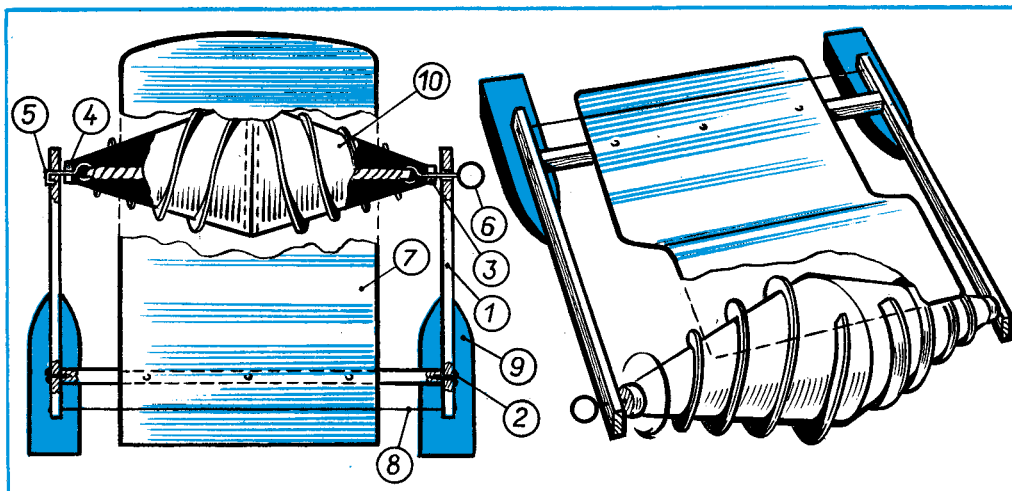


Рис. 121. Гидрошасси.

угольной рамы, опирающейся в носовой части на ведущий поплавок — движитель 10, а в кормовой части — на два пассивных поплавка 9. Шурупы 2 и растяжка 8 придают раме дополнительную прочность. Защитный экран 7 прикрывает модель от брызг.

Поплавок-двигатель представляет собой два соединенных основаниями конуса. На каждом имеются винтовые лопасти. Витки их направлены навстречу друг другу. Когда такой поплавок вращается, его лопасти ввинчиваются в воду. Силы, направленные по оси, равны по величине, но противоположны по направлению. Результирующая их равна нулю, и, казалось бы, о них говорить нечего. Но вот что удивительно. Ввинчиваясь в воду, каждый поплавок своими лопастями перекачивает воду с вершины к основанию конуса. В результате в середине поплавка возникает избыток воды, который приводит к тому, что уровень за поплавком выше, чем перед ним. Поплавок оказывается как бы на горке, и ему остается только с нее «скатываться». С другой стороны, действие каждой винтовой лопасти можно сравнить еще и с действием весла — они гонят воду от поплавка в сторону, перпендикулярную его оси. Таким образом, в движении гидрошасси А. Г. Преснякова с необычным двигателем участвуют две силы: гидродинамическая и водоструйная. Для привода используется один двигатель (на модели — резиномотор), от которого вращающий момент передается к ротору через соединяющую оба конуса перегородку.

Ротор-двигатель делается пустотелым и обязательно герметичным. Лучше всего применить стеклопластик, но можно воспользоваться тонкой жестью или чертежной бумагой, пропитанной эпоксидной смолой. В вершины конусов необходимо вклеить бобышки 3 и 4, сквозь которые пропускаются крючки 5 и 6. Из аналогичных материалов изготавливают и два опорных поплавка. Если установить на модели два спаренных ротора, скорость ее значительно возрастает.

В заключение отметим, что резиномотор можно заменить микроэлектродвигателем. В этом случае дальность плавания модели значительно возрастет. При установке спаренных роторов появляется возможность управлять ее ходом влево или вправо.

## Парус-двигатель

Обычный парус знаком всем. Ветер надувает его, создавая движущую силу. А роторный парус, который вы видите на рисунке 122, передает усилие на винт, работая, как двигатель. У этого паруса есть недостаток: модель, оборудованная им, не может развивать такую же скорость, как с обычным парусом. Но зато отпадает необходимость «ловить ветер», меняя положение паруса, и, кроме того, такая модель практически одинаково ходит под любым углом к ветру и даже против него.

Ротор паруса устанавливается вертикально. Вращаясь под напором ветра, он через шестеренчатую пару приводит в движение вал гребного винта.

Конструкцию корпуса модели (на рисунке это модель яхты) выберите сами. Длина ее при указанных размерах ротора не больше 700 мм. Не советуем выдалбливать корпус из цельного куска древесины — он получится слишком тяжелым. Изготовьте легкий и прочный каркас и обшейте его фанерным шпоном. Можно использовать и пенопласт. Изнутри каркаса шпон обклейте бумагой (она предохраняет фанеру от растрескиваний) и покройте водостойким лаком.



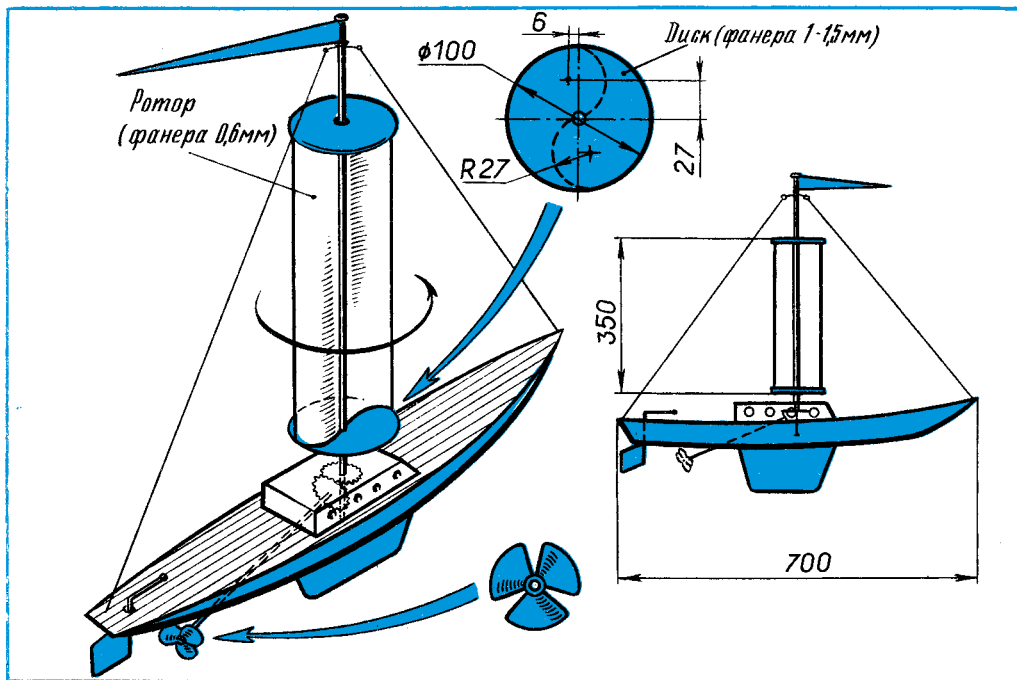


Рис. 122. Парус-двигатель.

Чтобы модель не опрокидывалась, оснастите ее швертом — килем с тяжелым грузом. На корме установите руль — его положение должно фиксироваться.

Лопасты ротора изогните из плотной бумаги, покрашенной яркой нитроэмалью, или фанеры толщиной 0,6 мм. Диск изготовьте из фанеры толщиной 1—1,5 мм. Ротор должен свободно вращаться на вертикальной спице.

После того как вам удастся построить и испытать модель яхты с роторным парусом, попробуйте поэкспериментировать, меняя высоту и диаметр ротора, форму его лопастей, величину винта. Быть может, вам удастся увеличить скорость модели, улучшить ее устойчивость.

## Лодка с ластами

Каждый из вас, наверное, не раз видел ласты. А может быть, и плавал в них.

А вот юные техники из г. Глазова решили сделать лодку с ластами в роли двигателя. И вот что у них получилось. Посмотрите на рисунок 123: перед вами модель лодки, которую движут ласты.

Хотите ее сделать? Сначала из фанеры выпилите крышку-палубу 1 размером 200 × 80 мм. Из фотопленки, предварительно отмытой в теплой воде от эмульсии, вырежьте лобовое стекло 2. По пунктирным линиям согните и приклейте его к палубе.

Вырежьте две обоймы 3 из жести. В каждой из них зажимается резиновая лапа 5. Вырубите в обоймах по отверстию.



Перед сборкой ласты в отверстие обоймы вставьте скобочку 4 из жести размером  $40 \times 8$  мм. Из автомобильной камеры вырежьте два кусочка резины размером  $60 \times 26$  мм. Теперь приступайте к сборке ласт. Обойму 3 обогните вокруг оси 16, чтобы совпали ее полукруглые концы. В отверстие обоймы поместите скобочку. Резиновые полоски 5 вставьте между полукруглыми сторонами обоймы. Прямоугольные боковые язычки загните вокруг резиновых пластинок и туго зажмите пассатижами. Готовые ласты должны свободно вращаться вокруг оси. Установка ласт показана на рисунке. Металлическую часть 3 ласты покрасьте голубой нитрокраской.

Выключатель 6 сделайте из полоски жести размером  $20 \times 5$  мм. На отогнутый конец ручки наденьте кусочек изоляционной хлорвиниловой трубки. Второй контакт из жести размером  $5 \times 5$  мм прибейте к палубе. К гвоздям, скрепляющим контакт и ручку, с нижней стороны палубы припаяйте два гибких провода.

На рисунке показаны обе части детали 7. Нужно перевести их на фанеру и соединить так, чтобы получился один шаблон борта. По нему из фанеры толщиной 3 мм выпилите борта лодки длиной 320 мм, шириной 60 мм. Нижнюю, переднюю и заднюю кромки заострите.

Дно лодки 8 — из фанеры толщиной 8 мм. На одном конце снимите два слоя фанеры толщиной 2 мм. Сюда прибивается на клею носовая часть палубы. Изготовить ее можно так. На фанере размером  $120 \times 80$  мм и толщиной 3 мм сделайте ножовкой по металлу пропилы 9 — на глубину одного слоя. Волокна у фанеры должны быть расположены по направлению пропилов. Для того чтобы изогнуть фанеру по форме днища, смочите ее водой. Мокрую фанеру укрепите на доске, положив посередине брусok, а концы прибив к доске четырьмя гвоздями. Пропилы должны быть расположены внутри загиба. Сделав все это, дайте детали высохнуть.

Треугольный брусok 10 прибейте на клею к носовой части, он служит для крепления днища лодки к бортам и верхней палубе. Кормовой брусok 11 размером  $80 \times 42 \times 15$  мм клеем и шурупами прикрепите к днищу. После сборки подгоните его шкуркой по высоте борта.

Порядок сборки корпуса лодки следующий. Прибейте борт лодки к днищу на высоте 10 мм от нижнего края мелкими гвоздями, предварительно смазав их клеем. Носовую часть закрепите, вбив в треугольный брусok 10 по одному гвоздю с правого и левого бортов. Стыки между бортами и днищем тщательно прошпаклюйте изнутри и снаружи. Прошкурьте всю поверхность лодки. Днище и борта снаружи до половины покрасьте красной нитроэмалью, внутри и верхнюю половину — белой или голубой. Приклейте верхнюю палубу. В брусok верхней палубы со стороны бортов вбейте по одному гвоздю.

Приступайте к сборке механизма, приводящего в движение ласты. Скобку качалки 12 нужно изогнуть по чертежу из стальной проволоки диаметром 2 мм. Изогнутый конец качалки 13 длиной 15 мм вставьте в середину петли детали 12 и припаяйте.

Проволочные тяги 14 соединяют скобку качалки с ластами. Чтобы подвижно соединялись детали механизма между собой, на оси с двух сторон наденьте шайбы, вырезанные из хлорвиниловой изоляции провода диаметром 2 мм. После подгонки деталей эти шайбы закрепите на осях нитроклеем. Подшипник 15 сделайте из жести. С его помощью посередине доски заднего борта 11 закрепляются качалки 12 и 13.

Теперь можно осуществить общую сборку модели. На оси 16 установите ласты. Между ластами посередине и по краям оси наденьте кусочки трубочки из изоляционного материала. Они должны быть такой длины, чтобы между ластами был зазор в 10 мм. Ласты на оси должны вращаться свободно. Тягами 14 соедините ласты и концы качалки 12. Когда вы будете двигать петлю качалки 13, тяги приведут в движение ласты. На оси микроэлектродвигателя посажен кривошип из проволоки. Его устройство показано на рисунке. Спираль кривошипа каплей олова закрепите на оси двигателя. Соедините две батарейки, микроэлектродвигатель и выключатель согласно схеме. Нитроклеем прикрепите электродвигатель на таком расстоянии, чтобы кривошип вошел в петлю качалки 13. При включении двигателя ласты должны совершать колебания вверх-вниз. Проверьте работу механической передачи. Батарейки поместите внутри лодки. Испытайте модель на воде. Если механизм работает нормально, еще раз покрасьте лодку.

## Модель судна с резиномотором

Что твердые тела при нагревании расширяются, твердо знает каждый из вас. Но еще в XIX в. английский физик Джоуль обратил внимание на странное поведение каучука. Если предварительно растянутую каучуковую ленту слегка нагреть, она, вопреки ожидаемому, не растягивается, а сразу же начинает сжиматься.

Вы можете легко убедиться в этом, проделав следующий опыт. Привяжите к одному концу резиновой ленты гирию, массу которой подберите так, чтобы лента растянулась примерно вдвое. Взяв ленту за другой конец, поднесите ее к батарее центрального отопления, а лучше к рефлектору. В струе теплого воздуха резиновая лента начнет сжиматься. Гирия поднимется на несколько сантиметров вверх. Но стоит отвести ленту от источника тепла в сторону, как гирия возвращается в исходное положение. Как видите, резиновая лента ведет себя, как тепловой двигатель.

Воспользуемся этим эффектом и построим модель судна с резиновым двигателем. Посмотрите на рисунок 124. Не правда ли, модель чем-то напоминает старое речное судно с огромными гребными колесами по бортам? На первый взгляд гребные колеса по отношению к размерам корпуса кажутся непропорционально большими.

Дело в том, что на них установлены резиновые двигатели, а проще говоря, несколько резиновых лент.

Обратите внимание: они расположены так же, как спицы у велосипедного колеса.

Познакомимся с принципом действия столь необычного резинового двигателя. В корпусе модели 1 установлено колесо 2, которое вращается на одной оси. Резиновые ленты 3 сходятся к центру и закреплены на диске 5 другой оси. Эти две оси образуют коленчатый вал 4. В отличие от двигателя внутреннего сгорания этот вал не вращается. В результате смещения осей возникают дополнительные силы, растягивающие ленты. Силы эти тем больше, чем выше разность температур между воздухом и водой. Так как направлены они не на ось вращения колеса, а смещены относительно нее, возникает крутящий момент.

Колесо вращается, гребные лопасти 6 отбрасывают воду назад, модель плывет вперед.

И в заключение несколько советов. Размеры двигателя, а следовательно, и модели можно выбирать практически любые, потому что нагрузка на подшипники будет радиальной, а натяжение от резиновых лент взаимно компенсируют друг друга.

Выходная мощность двигателя может быть увеличена не только за счет диаметра гребного колеса, но также за счет числа резиновых лент или размещения на одном валу сразу нескольких одинаковых колес.

Необходимо знать, что мощность двигателя, использующего воду в качестве теплопередающей среды, зависит от скорости испарения влаги с резиновых лент. При относительной влажности 50 процентов интервал охлаждения можно уменьшить, если увеличить скорость движения воздушной среды, например поставить вентилятор для обдува резиновых лент. Энергию для его привода сможет давать сам двигатель.

Крутящий момент двигателя легко подсчитать, применяя закон Джоуля. Если резиновую ленту растянуть с усилием  $\bar{P} = 10\text{ Н}$  при температуре  $T_1 = 300^\circ\text{ К}$  ( $27^\circ\text{ С}$ ) и затем нагреть до  $T_2 = 339^\circ\text{ К}$  ( $66^\circ\text{ С}$ ), то прирост силы  $\Delta F$  будет:

$$\Delta F = \bar{P} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2} \right) = 10 \left( \frac{339 - 300}{390} \right) = 1\text{ Н}.$$

Найдя значение прироста силы и зная смещение осей коленчатого вала, а также угол приложения этой силы, определяют крутящий момент.

Хотя натуральную резину можно растянуть в 6 раз, лучшие результаты показывают двигатели с растяжением лент в 3 раза.

Для того чтобы на оси двигателя в первоначальный момент не возникал крутящий момент, необходимо каждую ленту предварительно оттарировать, растянуть с одинаковой силой. Так подбираются ленты с одинаковым удлинением.

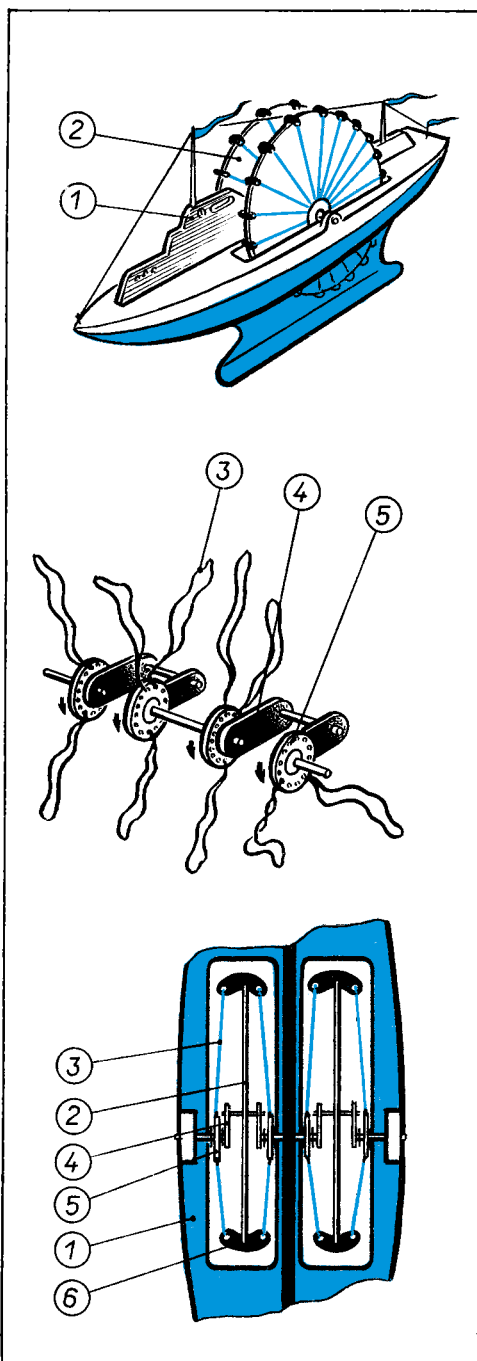


Рис. 124. Модель с резиномотором.

## Катамаран с ветродвигателем

Несколько лет назад молодые инженеры Б. Григорьев и Г. Лысенко изготовили и испытали модель судна с ветродвигателем. При скорости ветра 5—6 м/с модель уверенно двигалась против ветра со скоростью 5 км/ч. Энергию для вращения гребного винта сообщает воздушный винт. Модель состоит из двух одинаковых корпусов-поплавок, соединенных между собой поперечными балочками (рис. 125). В корме на треугольной стойке установлен воздушный винт, а на носу, тоже на треугольной стойке, тянущий гребной винт. Воздушный и гребной винты соединены между собой общим валом. Когда ветер раскручивает воздушный винт, вращение на валу передается на гребной винт. Создается упор о воду, в результате катамаран плывет все время неизменным курсом — прямо против ветра.

Изготовление модели начните с работы над корпусами-поплавками. Возьмите два листа тонкого картона размером  $920 \times 200$  мм. Отступив от широкого края по 60 мм, проведите карандашом три параллельные линии. По этим линиям производится изгиб заготовок. Чтобы картон при изгибе не переломился, острым ножом или бритвой аккуратно прорежьте линии сгибов примерно на одну треть толщины картона. Заготовки согните так, чтобы получились треугольные призмы. Смажьте клеем клапаны и склейте. Эту операцию проведите особенно тщательно, ведь от качества работы будет зависеть герметичность поплавков. Когда клей высохнет, отступите по краю киля с каждой стороны 20 мм и с помощью двух

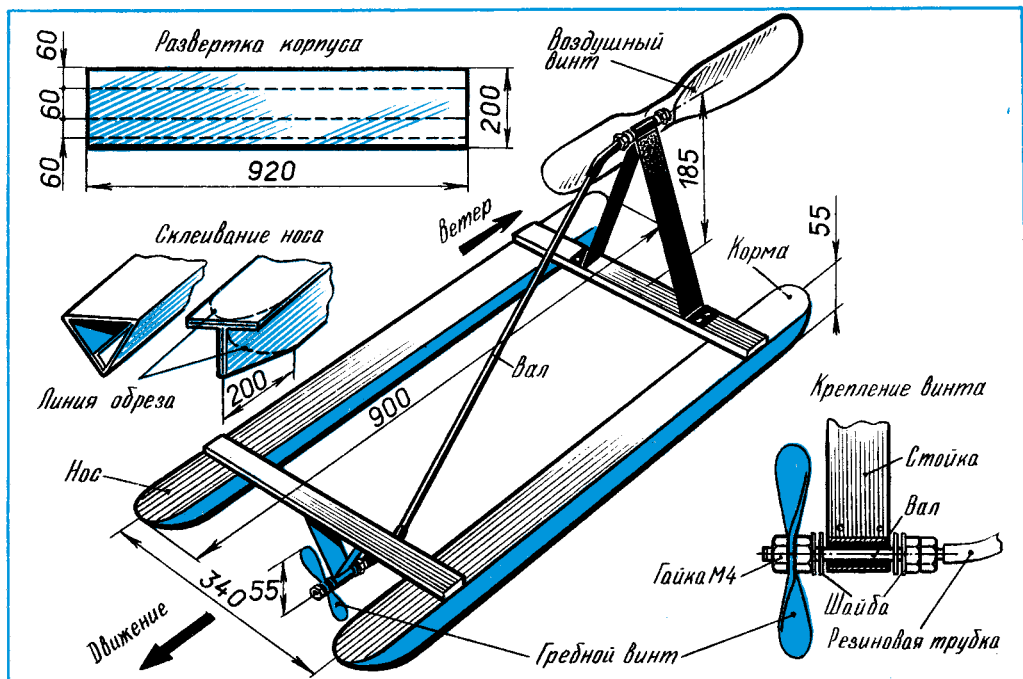


Рис. 125. Катамаран с ветродвигателем.

дощечек и бельевых прищепок склейте нос и корму, как показано на рисунке. У вас должны получиться герметичные поплавки. Когда клей высохнет, носу и корме придайте обтекаемую форму.

Выстругайте из дощечек толщиной 5 мм две заготовки длиной 400 и шириной 30 мм. Это будут балочки, элементы, скрепляющие поплавки катамарана. Готовые заготовки тщательно зачистите шкуркой.

Для изготовления задней треугольной стойки подойдет листовой дюралюминий толщиной 1,5 мм. Ножницами по металлу отрежьте от листа полосу длиной 440 и шириной 20 мм. Согните ее посередине и обожмите пассатижами на гвозде диаметром 4 мм так, чтобы получилась втулка. В ней будет вращаться вал воздушного винта. Диаметр втулки не должен существенно изменяться. Для этого просверлите над втулкой два отверстия диаметром 1,5 мм, установите заклепки и расклепайте их. Концы полосы загните. Просверлите в них по 2 отверстия диаметром 2 мм и заклепками или винтами соедините с задней балочкой.

Переднюю стойку вырежьте ножницами из листа жести длиной 160 мм и шириной 15 мм. Острые кромки и заусенцы сточите напильником. Полосу согните сначала посередине на гвозде диаметром 4 мм и обожмите пассатижами. Должна получиться втулка — в ней будет вращаться вал гребного винта. Затем проведите с этой полоской те же операции, что и с предыдущей.

Балочки с передней и задней стойками приклейте к поплавкам. Воздушный винт диаметром 320 мм и гребной винт диаметром 50 мм вырежьте ножницами по металлу из листа дюралюминия толщиной 1,5—2 мм. Острые кромки и заусенцы сточите напильником. В центре винтов просверлите отверстия диаметром 4 мм.

Валы гребного и воздушного винтов изготовьте из гвоздей диаметром 4 мм и длиной соответственно 40 мм и 50 мм. Промежуточный вал длиной 710 мм лучше сделать из проволоки диаметром 4 мм. На концах трех валов на глубину 15 мм нарежьте резьбу М4. Перед окончательной сборкой покрасьте 2—3 раза эмалевой или масляной краской. Подводную часть лучше выкрасить красной краской, а надводную — белой. После того как краска просохнет, приступайте к сборке. Воздушный и гребной винты зажмите на концах валов между двумя гайками, установите 2—3 шайбы и вставьте во втулки. На противоположные концы валов наденьте 2—3 шайбы и поставьте две контргайки. Валы во втулках должны легко вращаться.

Остается надеть на выступающие концы валов резиновые трубки, внутренний диаметр которых на 0,5 мм меньше диаметра вала. Трубки плотно обхватят концы валов и будут надежно передавать вращение от воздушного винта к гребному. А теперь испытайте модель на воде.

## Паруса и лопасть

У катамарана, который вы видите на рисунке 126, движитель — прямоугольный парус, вращающийся на оси. Чем-то он напоминает гребное колесо... И на самом деле, это своеобразный гибрид паруса и гребного колеса. Придумал его инженер-судостроитель В. Костычев.

Для нашей модели мы выбрали плот-катамаран и сделали это не случайно. Катамаран имеет малую осадку и хорошую устойчивость. Поэтому парус как движитель вполне для него подходит.

Движитель модели состоит из двух закрепленных на одной оси парусов.





Конечно же, многое в поведении модели на воде еще требует изучения и экспериментальных исследований. Например, хорошо бы выяснить, как зависит высота паруса от ширины или как влияет на ходовые качества модели кривизна паруса... Надеемся, что кто-нибудь выполнит эту работу. А пока расскажем, как сделать катамаран.

Для него вам потребуется жест, проволока различного диаметра, ткань. Сначала вырежьте из жести платформу 2 размером  $185 \times 104$  мм. По ее периметру для жесткости припаяйте полоски шириной 2 мм. Перечертите на жесть развертку корпуса понтона 1, а затем вырежьте его, согните и спаяйте. Готовые понтоны установите под платформой 2. Корпус модели готов.

Теперь вырежьте из жести два кронштейна 7, сверху проделайте в них отверстия диаметром 5 мм. Припаяйте кронштейны к корпусу. Из жести вырежьте полоску размером  $98 \times 20$  мм и согните ее на круглом стержне в трубку 11 так, чтобы в нее можно было вставить с двух сторон ниппели 9 от велосипеда. Спаяйте трубку 11. Вставьте в нее вал 13 длиной 196 мм, отрезанный от старой велосипедной спицы. Готовый узел укрепите на кронштейнах 7. Из полосок жести размером  $45 \times 10 \times 10$  мм, согните и спаяйте прямоугольные ступицы 8. Просверлите в них отверстия под вал 13, скрепите пайкой ступицы и вал. Для парусов 6 заготовьте из жести восемь полосок размером  $80 \times 40$  мм. Согните их на цилиндрической части бутылки, чтобы получился прогиб глубиной 3 мм. Отрежьте восемь полосок размером  $80 \times 2$  мм, припаяйте их в средней части на выпуклой стороне заготовки. Еще заготовьте восемь пластин размером  $80 \times 42$  мм, припаяйте их с тыльной стороны паруса. Готовые паруса закрепите с помощью пайки в ступицах, как показано на рисунке.

Рули 15 вырежьте из жести и припаяйте к корпусу модели. Каркас тента 5 и 12, леерное ограждение 3, 4 и 14 соберите из проволоки диаметром 1—1,5 мм. Сверху покройте его тентом 10, сделанным из яркой ткани.

## Волновые движители

Идея построить волновой движитель реализована изобретателем Б. П. Грабовским совместно с И. Ю. Белянским, А. А. Баранцевым и В. И. Бутовым. Лодка с их движителем плавает и от бортовой, и от килевой качки. Устройство движителя показано на рисунке 127. Как вы уже успели заметить, оно несложно. Основной рабочий орган — маховик — сделан в виде легкого зубчатого колеса. К нижней его части подвешен груз, а в самом маховике есть прорезь для ограничения аварийных колебаний. При килевой качке маховик качается и с помощью храпового зацепления передает вращающий момент на ось винта.

Вне судна на поперечной оси с балластом в центре прикреплены крылья-двигатели, создающие дополнительную тягу. Идею этого устройства для использования бортовой качки судна авторы заимствовали у французского инженера Будига. Еще в 1936 г. он построил лодку с машущими веслами, которые преобразовывали в полезную работу почти всю мускульную энергию гребцов. Так вот, поплавки-весла должны создавать тягу при боковой качке.

Конечно, сейчас, когда всем доступны двигатели внутреннего сгорания, вряд ли кто из профессиональных конструкторов станет проектировать тихоходные волновые движители. Но у умельцев-любителей свой резон. Плавают же по морям парусные лодки и яхты! И никто не считает архаичными весельные

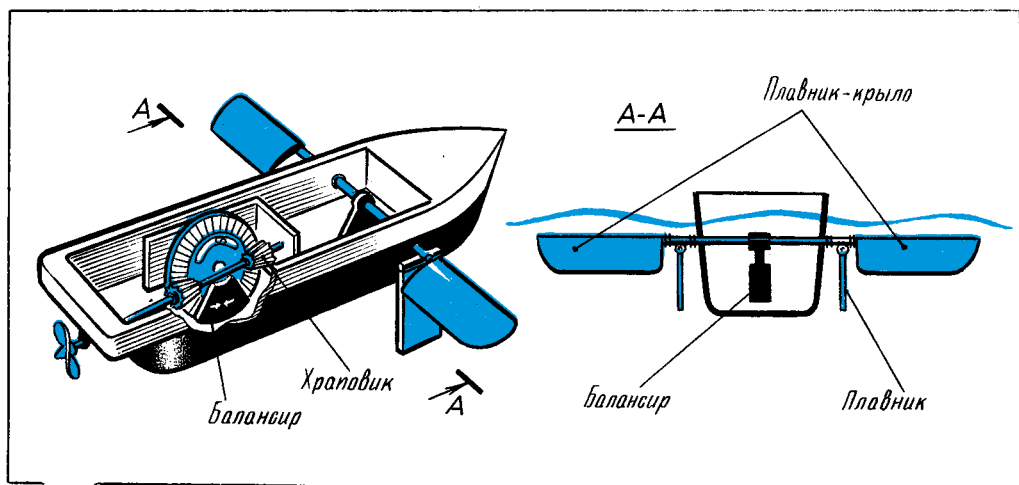


Рис. 127. Модель с волновым двигателем.

лодки, байдарки и шлюпки. Так почему бы не построить плоты и лодки с волновыми двигателями и не посоревноваться на них?

При всем уважении к изобретателю трудно утверждать, что его конструкция самоходной волновой лодки безупречна. Поэтому интересно было бы попытаться проверить ее работоспособность на небольших моделях, ведь на пруду, озере или речке временами бывают достаточно высокие волны. Почему бы не использовать их энергию?

И совсем необязательно усложнять самоходную волновую модель маховиками и зубчатыми колесами — ведь всего этого не было у индейцев, первых авторов этого двигателя. На первый случай сделайте плавники различного профиля, прикрепите их к модели и испытайте в обыкновенной ванне, не забывая при этом создавать в ней «крупные» волны. А вдруг ваша модель поплывет, используя лишь их энергию?

Совсем по-другому подошел к вопросу использования энергии волны изобретатель О. П. Поляков из г. Черновцы. Правда, сначала следует оговориться, он предлагает рассматривать не энергию ветровой волны. Хорошо известно, что при распространении волн по поверхности морей и океанов вода практически не перемещается по горизонтали. Видели ли вы, как легкая щепка плещется на морских волнах, почти не сдвигаясь с места? Изобретателя заинтересовала волна, генерируемая особым двигателем. И двигатель этот коренным образом отличается и от того, что предлагает Б. П. Грабовский, да и от обыкновенного гребного винта. Он чем-то очень похож на хвост сома или мурены. Ведь гребной винт неизбежно тратит часть своей энергии на перемещение массы воды вокруг себя. Эти потери неизбежны. А вот двигатель в виде рыбьего хвоста работает с более высоким КПД.

Модель с необычным двигателем смастерил изобретатель вместе с сыном. Она представлена на рисунке 128, а. Внутри корпуса — электрический двигатель, работающий от плоской батарейки, понижающий редуктор и кривошипно-шатунный механизм. С устройством привода вы уже знакомы по статье «Лодка с

ластами». А двигателем служит гибкая ненатянутая лента из толстой полиэтиленовой пленки. Один конец ленты неподвижно закреплен в кормовой части модели под ее днищем, а другой — в носовой части в подвижной рамке. Эта рамка может совершать возвратно-поступательные движения в плоскости, перпендикулярной поверхности воды. Возникающая при этом волна распространяется вдоль ленты, колеблющейся, подобно рыбьему хвосту, и приводит в движение судно.

Конечно, это простейший вариант конструкции двигателя подобного типа. И наверняка не самый совершенный. Следует подумать, как его улучшить. Заметим, например, что часть энергии двигателя расходуется на создание качки. А теперь представьте себе, что вам пришлось бы плавать на лодке с подобным двигателем. Даже при полном штиле ее трясло бы, как автомашину на плохой дороге, — не очень то приятное ощущение. Тряски можно избежать, если установить по меньшей мере две гибкие ленты-двигатели, и колебаться они должны в противофазе.

Надо подумать и над тем, как лучше установить ленты по отношению к корпусу модели, к поверхности воды. Ведь не у всех рыб хвост по отношению к туловищу располагается одинаково, а, кроме хвоста, роль волновых двигателей выполняют еще и плавники... Словом, это тема для размышлений и экспериментов. На дополнительных рисунках 128, б, в, г показано несколько вариантов крепления волновых двигателей. Предлагаем вам самим установить, какой из них лучше. Кстати, заодно и подумайте, как проще всего заставить рамку, на которой закреплен передний конец ленты, совершать колебательные движения.

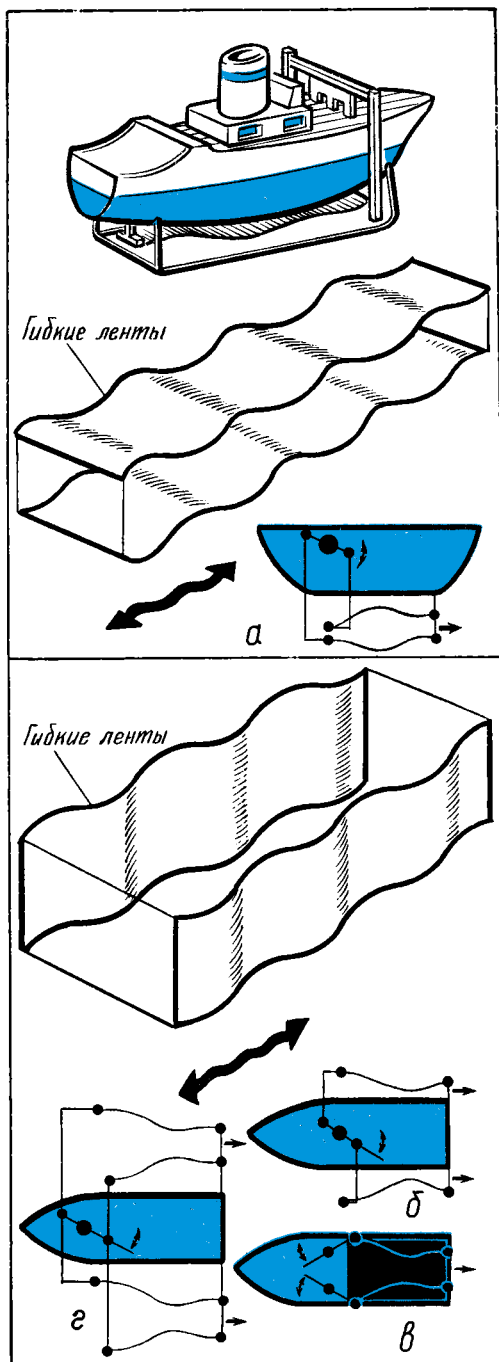


Рис. 128. Еще один волновой двигатель.

## Водометный движитель

На рисунке 129 показана модель катера с очень интересным водоструйным движителем. Ее автор — рязанский школьник В. Гапонов. Она довольно быстро плывет вдоль берега, преодолевая течение такой реки, как Ока.

Основу модели составляет пластмассовый катер, который каждый из вас может купить в «Детском мире». Внешне он отличается от обычного только дополнительной деталью — фигуркой рулевого, выпиленного лобзиком из фанеры.

Если снять верхнюю крышку вместе с рулевым, откроется внутренняя полость. Прежде всего бросается в глаза длинный цилиндр, упирающийся торцами в нос и корму. Со стороны носа в цилиндр входит длинная стальная проволока с крючком на конце. К стенке цилиндра припаяна изогнутая пластинка — защелка. А на корме из него выходит маленькая трубочка. За нею располагается руль. Под цилиндром, на дне модели, установлен балласт, придающий ей дополнительную устойчивость.

Как вы уже, наверное, догадались, цилиндр — источник энергии. Многие из вас знакомы с ним. Работает он по принципу водометных движителей. И вполне резонно можете заметить, что водометные движители имеют два входа: в один вода затягивается, через другой с большой скоростью выталкивается. А ведь в модели Гапонова только одна трубочка.

Все это верно. На мощных теплоходах действительно установлены двигатели, работающие непрерывно многие часы. Поэтому у них имеются два входа. А в модели Гапонова двигатель работает меньше минуты. После остановки его нужно зарядить новой порцией воды, как шприц перед уколом.

Познакомимся с устройством этого движителя. Конструктивно он представляет собой цилиндр 3, оба торца которого запаяны заглушками. К одной заглушке припаяна трубка — это сопло. К другой — втулка. Свободно ходит шток 5 с крючком 1 на конце. На противоположном конце штока нарезана резьба, накручена гайка. Резьба зачеканена, чтобы гайка не отворачивалась. На шток надет поршень 4. Его нужно выточить на токарном станке. Поршень свободно перемещается по штоку, но его перемещения ограничены гайкой и пружиной 2. Пружину следует подобрать жесткую. Заряжают цилиндр так. Вначале следует погрузить корму катера в воду. Поршень в это время под действием пружины находится у сопла. Затем нужно освободить крючок из замка и потянуть за него. Вслед за поршнем в цилиндр устремится вода. Зафиксировать

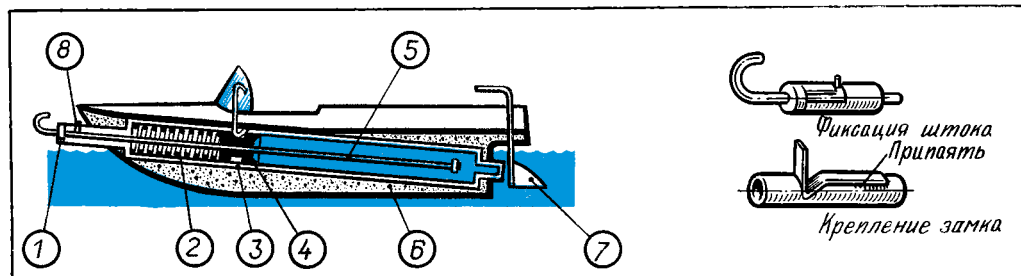


Рис. 129. Водометный движитель.

поршень помогает защелка. Теперь остается беспрепятственно вдвинуть шток обратно в цилиндр и зафиксировать крючок на втулке. Двигатель к работе готов. Установите руль 7 и пустите модель по воде.

## Модель ротативного судна

Эту модель разработал изобретатель К. Кехклан. Все основные размеры ее задаются в зависимости от диаметра корпуса. Если вы захотите построить модель, то прежде всего определите ее длину (она должна находиться в пределах от 500 до 800 мм) и на листе ватмана выполните рабочие чертежи. Мы не даем детальной разработки этой модели, так как рассчитываем, что при постройке ее вы будете опираться прежде всего на свой опыт, полученный при конструировании предыдущих моделей. Как и любая экспериментальная модель, ротативное судно, возможно, потребует доводки, переделок, усовершенствований. Но ведь так появляется все новое.

Прежде всего несколько слов о принципе работы ротативного судна. Известно, что любой движущийся корабль испытывает сопротивление воды, обтекающей его от носа к корме. На преодоление этого сопротивления тратится значительная часть энергии двигателя. А что, если попытаться превратить сопротивление воды из врага в союзника? Ротативное судно как раз и делает такую попытку. Роторы заставляют забортную воду бежать не от носа к корме, а наоборот, по направлению движения модели.

Разница в скорости получается весьма существенная. Так, модель с роторами и винтами развивает скорость 10 м/с, а при снятых роторах, на одних гребных винтах, — в 6 раз меньше.

На рисунке 130, б помещена схема, представляющая собой точное изображение модели. Два сигарообразных корпуса 2 соединены палубой-надстройкой 1. Для наиболее эффективного использования возможностей модели надстройке нужно придать закругленную форму: что-то вроде половинки воронки, широким кольцом обращенной назад. Тогда вода, отбрасываемая спиралями, будет вылетать из нее, как из сопла. Главные части судна — двух- или трехзаходные спирали 4 — вращаются с частотой  $150\text{--}600\text{ мин}^{-1}$  (чем меньше модель, тем выше частота). Они прикреплены к вращающемуся кольцу 1 и носовой бобышке 5. В сечении спирали имеют форму полумесяца. Наклон хорды спирали у носа судна составляет около  $10^\circ$  и постоянно увеличивается до  $90^\circ$ . Привод осуществляется от бобышки 5. Кольцо 3 вращается на трех роликах 6. Спирали можно изготовить из жести или латуни толщиной 1 мм. Вогнутую форму спирали можно придать с помощью выколочки, сделанной из твердой древесины.

Частота вращения винтов, расположенных сзади, при одинаковом со спиралями наклоне лопастей (около  $45^\circ$ ) должна быть несколько выше. Привод спиралей и винтов вам придется сконструировать самим. Советуем воспользоваться микроэлектродвигателем и зубчатыми колесами для передачи вращения на роторы и гребной винт. Вы уже видите, что модель эта достаточно сложна и может не получиться сразу. Поэтому сначала лучше постройте упрощенную конструкцию с резиномотором (см. рис. 130, а).

Корпус 1 толщиной 1—1,5 мм выклейте на деревянной болванке из полосок ватмана, применяя клей БФ-2. В концы корпуса вклейте деревянные бобышки 2 и 3. Для надежности их можно закрепить маленькими шурупами. В хвост корпуса

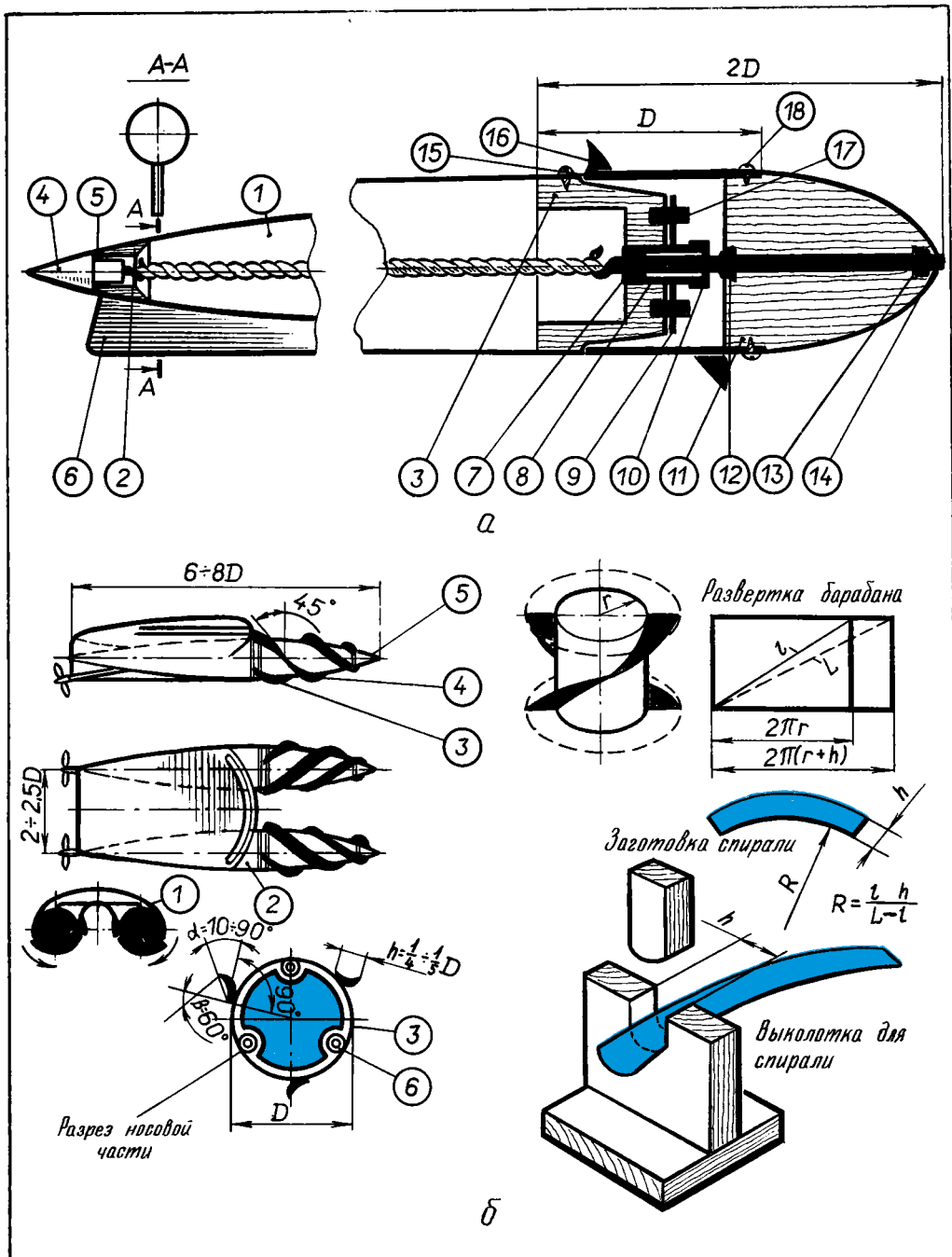


Рис. 130. Ротативное судно.

вставьте конус 4 с крючком для резиномотора и резиновой прокладкой 5 для герметизации. Киль 6 вырежьте из фанеры толщиной 3 мм и приклейте к корпусу полосками бумаги. Детали 7, 8, 9 и 10 лучше всего выточить из латуни и спаять. Трубка 8 должна плотно входить в отверстие бобышки 3. Штифт 17 предохраняет центральный узел от проворачивания. Носовую бобышку 11 изготовьте из легкой древесины, например липы, и навинтите на ось 14 диаметром 5—6 мм. Для надежности бобышка крепится гайками 12 и 13. Барабан 15 делается из латуни толщиной 0,3—0,7 мм. К нему припаяйте две спирали 16. Барабан привинчивается к бобышке 11 винтами 18. Такое соединение позволит легко заменить спирали, если вы захотите поэкспериментировать. Рассчитывать радиус заготовки можно по формуле, приведенной на рисунке.

На воде модель должна иметь дифферент (наклон) на корму, чтобы спирали слегка касались поверхности воды. Этого можно добиться, установив груз на киль или палубу.

## Модель роторного катамарана

Модель, которую вы видите на рисунке 131, пока никто еще не делал. Основу ее составляет роторный стаксельный ветродвигатель, изобретенный Ю. Моралевичем. Если захотите сделать такую модель, то начните с катамарана. Думаем, что каждый из вас справится с его изготовлением самостоятельно. Один совет: модель лучше строить длиной 900—1200 мм. Точно таких же размеров берется и стаксельный ветродвигатель. Его можно строить двух-, четырех-, шести- и восьмилопастным. Остановимся на варианте с четырьмя стакселями. Поэтому наша модель будет четырехмачтовой.

Для вращающихся мачт 1 заготовьте рейки круглого сечения диаметром в месте стыка с крестовиной 10 мм и у концов 6 мм. Материал — древесина прямослойной сосны или ели. Длина каждой рейки должна быть равна длине корпуса катамарана. Как и все остальные деревянные детали, пропитайте их горячей олифой и просушите в теплом месте.

Крестовину двигателя 2 сделайте из плоских брусочков сечением 10×5 мм и придайте им обтекаемый профиль, чтобы снизить сопротивление воздуха при вращении ротора. Вал двигателя 3 лучше всего сделать из тонкостенной стальной или дюралюминиевой трубки, длина которой составляет 3/4 от длины корпуса и наружным диаметром 12 мм. В верхнем конце просверлите 4 отверстия для растяжек, для крепления ступицы крестовины. В нижнее отверстие вставьте на паре потайных заклепок металлический или текстолитовый сердечник с гнездом 4.

Самый удобный редуктор — односкоростная ручная дрель 5 с закрытыми кожухом шестеренками, увеличивающая частоту вращения ветродвигателя в 5—6 раз.

Если есть возможность, поставьте оси ветродвигателя в два шарикоподшипника — под крестовиной и на нижнем конце. Можно обойтись и деревянными подшипниками 6 из проваренной в автоле березы. Неплохо служат и простые подшипники из капронового чулка, намотанного в несколько слоев на болванку нужного диаметра и формы. Болванку следует завернуть в несколько изолирующих слоев папиросной бумаги, а чулок — каждый слой — промазать клеем БФ-2 и просушить.

Вертикальную трубу 7, в которой вращается вал двигателя, изготовьте диаметром 14 мм. Для фиксации ее сделайте на средней платформе катамарана

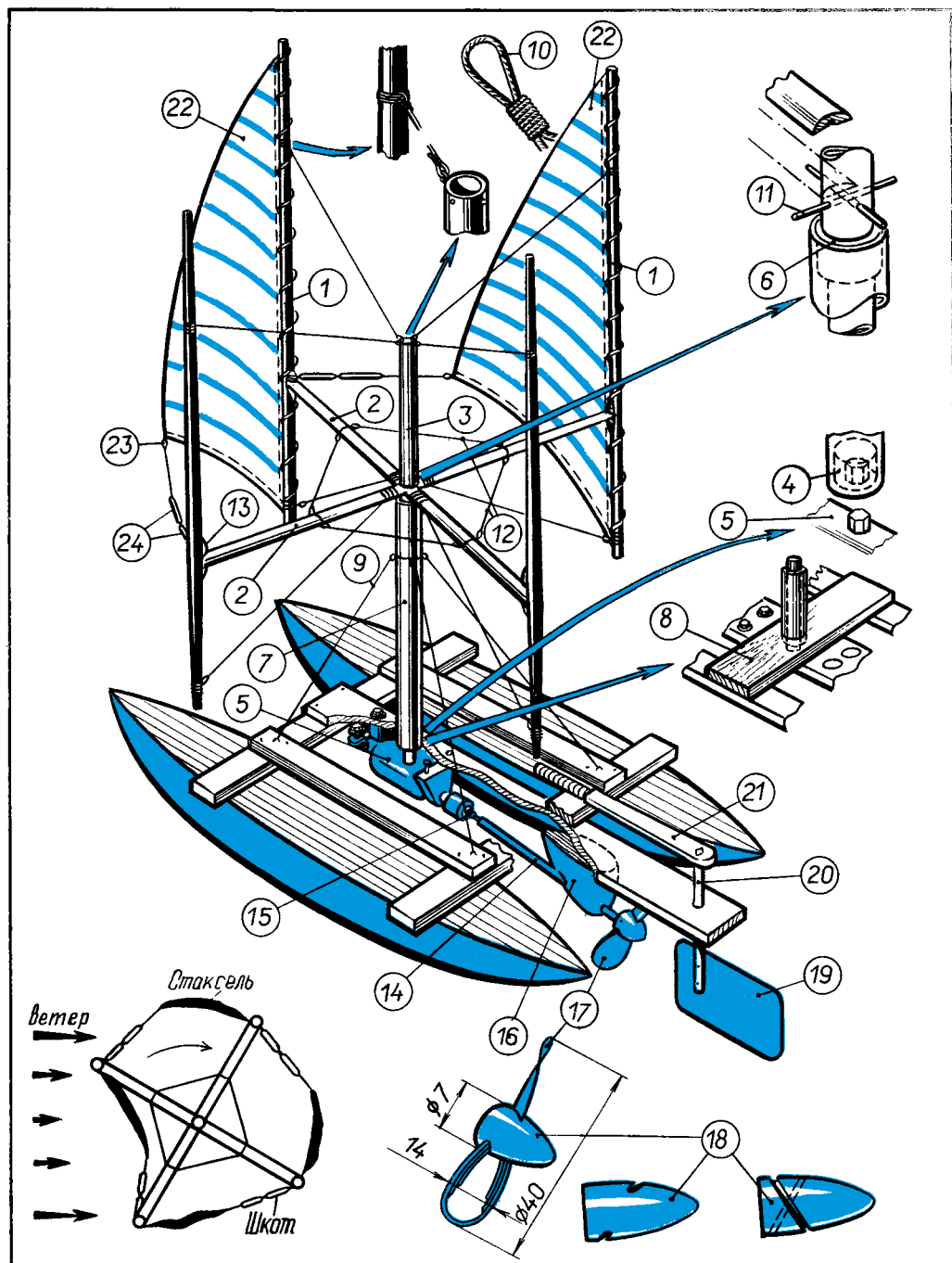


Рис. 131. Роторный катамаран.



гнездо из отрезка рейки 8 с соответствующей прорезью и приклейте ее клеем. Для большей прочности прошейте ее несколькими мелкими гвоздиками, загнув концы с обратной стороны. Чтобы такая трубчатая стойка удержала ветроколесо, нужно натянуть 4 ванты 9 из рыболовной лески диаметром 0,5 мм. Концы вант необходимо завязать колечком 10, как и концы всех растяжек.

Для закрепления крестовины просверлите в трубчатой оси крест-накрест 2 отверстия. Вставьте в них стальные провололочные шпильки диаметром 2 мм и длиной 40 мм и примотайте нитками с клеем планки крестовины, сделав предварительно на их концах прорези. Ступица из ниток и клея достаточно прочна. Но для полной надежности обязательно поставьте на спицах крестовины 4 растяжки 12, показанные на рисунке.

Чтобы мачты не перемещались по углублениям на концах крестовины, на каждой из них просверлите и зафиксируйте тонкими гвоздиками небольшие деревянные колодочки 13.

Редуктор можно закрепить под средней доской площадки катамарана двумя металлическими полосами, притянутыми к доске болтами с гайками.

Патрон дрели послужит надежной соединительной муфтой с гребным винтом. Для вала можно использовать круглый деревянный брусок 14 диаметром 6 мм. Чтобы древесина не треснула, сделайте переходную шейку из стальной полоски 15. Второй опорой гребного вала служит металлический кронштейн 16, закрепленный под кормовым концом средней дощечки площадки. В нижней части деревянного обтекаемого кронштейна просверлите отверстие по длине вала. После пропитки этого подшипника горячим солидолом с небольшой примесью парафина и графита часто смазывать его не придется.

Гребной винт 17 изготовьте из металла. Ступицу вырежьте из стальной круглой заготовки, а лопасти из листа дюралюминия толщиной 3 мм. Способ крепления лопастей к ступице показан на рисунке. Готовый винт после обработки напильником и шкуркой покройте синтетической краской или нитроэмалью.

Руль 19 работает в струе винта, поэтому площадь его невелика. Для изготовления его можно взять фанеру или лист дюралюминия размерами 100 × 50 мм, толщиной 2—3 мм. Углы рулевой пластины закруглите и далее закрепите ее в прорези круглого деревянного стержня 20. Румпель 21—деревянный.

Стаксели 22 сделайте из обычной хлопчатобумажной ткани. Каждый кусок разрежьте по диагонали. В полученных двух треугольниках подрубите короткий катет и гипотенузу. У длинного катета останется фабричная кромка, с нее легче соскальзывает ветер. Край стакселя 22 пришнуровывается к мачте. У прямого угла пришивается петелька 23 из капроновой нитки для шкота. Эта снасть удерживает стаксель в нужном положении. Шкот для большей эффективности сделайте из рыболовной лески диаметром 0,6 мм и резиновых колец 24. Соединив куском лески два резиновых кольца и довязав еще кусок лески, вы получите шкот нужной длины на каждый стаксель.

В межнавигационное время двигатель можно использовать на суше как обычный ветродвигатель для работы электрогенератора. Помните, что только после тщательной регулировки ветродвигатель сможет вращать ротор с наибольшей силой и обеспечит движение модели даже против ветра. А вот заднего хода у модели не будет — но ведь его нет и у любого парусного судна. Впрочем, можно смастерить из шестеренок приставку, которая позволит переключать гребной винт на обратное вращение. Как это сделать, подумайте сами.



## Двигатель на эффекте «Х»

Две игрушечные лодки (рис. 132) соединяет дюралюминиевый лист. На нем нехитрое механическое устройство: микроэлектродвигатель, редуктор, на выходной вал которого посажен небольшой маховичок, шатун, кулиса и приводной вал. На конце приводного вала, за кормой катамарана, размещен какой-то странный на вид двигатель — два пластмассовых стаканчика. И хотя это кажется невероятным, стаканчики создают упор, подобно гребному винту, и толкают модель вперед. Хотите убедиться в этом? Тогда изготовьте модель, подобную той, которую разработал Р. И. Романов. Но прежде сделайте простой опыт.

Возьмите в руки ведро за доньшко и край. Опустите его в воду. Когда оно погрузится полностью, поднимите его — вы почувствуете тягу, очень схожую с реактивной. Возможно, здесь имеет место не только реактивная тяга водяной струи, но и гидравлический удар. Или какой-нибудь другой гидродинамический эффект. Пока на это трудно ответить. Нам же важно здесь другое: эффект «Х» (назовем его условно так, потому что физическая сущность его пока не объяснена) можно использовать для привода моделей в движение.

Одна из таких моделей — катамаран. Если его поставить на воду, включить тумблер, то заработает электрический двигатель, придет в движение механическая передача и стаканчики начнут качаться с небольшим размахом вверх-вниз. Поочередно каждый из них будет полностью погружаться, затем целиком выходить из воды. Модель поплывет, набирая скорость.

Не сразу додумался изобретатель до этой модели. Вначале сделал не катамаран, а лодку. На ее корме установил колесо большого диаметра из пенопласта, в диаметрально противоположных точках которого закрепил стаканчики. Лодка плыла, но медленно — слишком большое сопротивление оказывало колесо. Да и плыла она не прямолинейно, а зигзагами. Потом были еще три модели. Они имели те или иные недостатки. В катамаране Р. И. Романову удалось преодолеть многие технические противоречия. Качающиеся пластмассовые стаканчики меньше тормозят модель. Они работают настолько эффективно, что создают даже больший упор, чем гребной винт, питающийся от той же батарейки. Из этого можно сделать вывод: КПД такого двигателя выше. Но это справедливо только для моделей. Для морских или речных судов утверждать подобное нельзя. Вероятнее всего, эффект «Х» лучше проявит себя на малых скоростях.

Сделайте подобную модель и поэкспериментируйте с ней. Размеры модели каждый из вас может выбрать по своему желанию. Но советуем подойти к работе творчески, поразмыслить над своей конструкцией, ведь двигатель можно установить на модель многими способами.

### Модель с пузырьковым двигателем

Внимательно посмотрите на рисунок 133. На первый взгляд модель, изображенная на нем, может показаться странной — каких только деталей школьник из Ижевска И. Чехомов не установил. Здесь и пружина, и меха, и редуктор, и трубка-воздуховод, и наклонный желоб. Впрочем, для чего на модели установлены пружина, меха и редуктор, догадаться нетрудно. Если растянуть меха, воздух в них сожмется пружиной до некоторого избыточного давления. Это уже источник энергии. Только почему используется сжатый воздух не для привода, скажем,

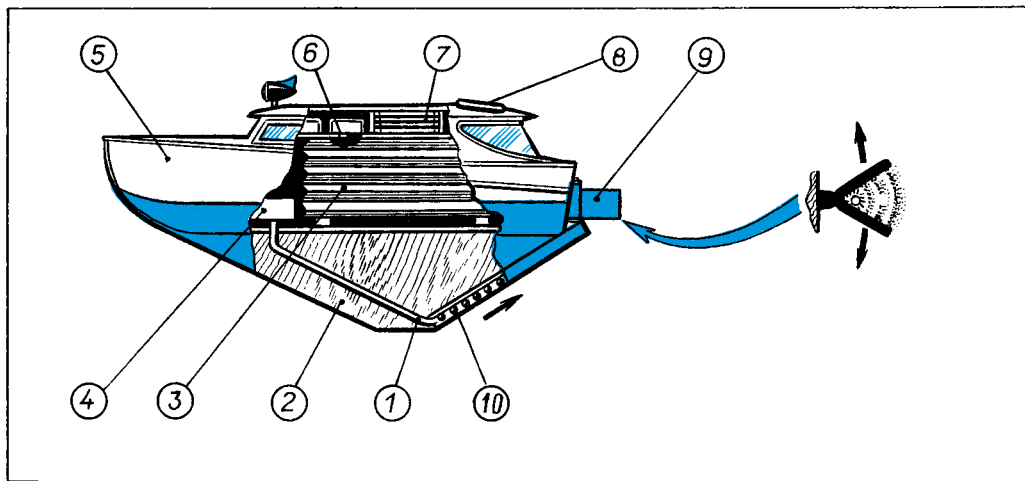


Рис. 133. Пузырьковый движитель.

гребного винта, колеса или турбинки, а выпускается через редуктор отдельными пузырьками? И еще выпускается не горизонтально, а под углом?

Идея создания пузырькового движителя появилась у юного изобретателя после ознакомления в газете «Социалистическая индустрия» с заметкой, рассказывающей о том, что на донецких шахтах ученые испытали необычный конвейер для подъема угля. Конвейер не горизонтальный, а вертикальный. В нем использовался интересный эффект — аэролифт. Представьте себе трубу, установленную вертикально. Нижний конец ее погружен в ванну, заполненную угольной пылью, крошкой и водой. Сама по себе такая смесь по трубе вверх не потечет. Но если в трубу направить струю сжатого воздуха, его пузыри, словно поршни, увлекут смесь за собой — она начнет подниматься, достигнет верхнего края трубы и будет переливаться через край (подобный эффект можно наблюдать, когда кипит молоко). Так будет продолжаться до тех пор, пока есть источник сжатого воздуха и пока ванна не опорожнится.

Пузырьковый движитель, используемый И. Чехомовым на модели, по сути своей тот же аэролифт. Чтобы понять принцип его действия, достаточно направить струйку сжатого воздуха по воздуховоду 1 на наклонный желоб 10, размещенный на киле 2. Пузырьки воздуха благодаря архимедовой силе поднимаются по желобу, увлекая при этом воду. Пузырьки и столбик воды давят на желоб с определенной силой. Эту силу по правилу параллелограмма сил можно разложить на две составляющие: вертикальную и горизонтальную. Вертикальная сила в движении модели не участвует, поэтому ею можно пренебречь. А вот горизонтальная создает подобие упора (как у гребного винта или колеса), она толкает модель вперед.

Источник энергии — меха 3 от детской гармошки, имеющие клапан 6 и кольцо 8. При растяжении их воздух внутри мехов сжат пружиной 7 и, следовательно, обладает избыточным давлением. Если повернуть прожектор 4, который связан осью с редуктором, воздух через редуктор пойдет в трубку. За кормой появятся пузырьки, модель поплывет, набирая скорость.

Если бы в этой модели был использован только эффект аэролифта, скорость ее была бы невелика. Но обратили ли вы внимание на странную камеру 9 без дна и крышки, напоминающую гиперболоид, разрезанный двумя горизонтальными плоскостями? Ведь поднимающиеся пузырьки всплывают на поверхность как раз в фокусе этой камеры — своеобразного ускорителя. Пузырек воздуха поднимается на поверхность, как бы раздвигая воду. На поверхности от него возникает пусть слабая, но волна. Распространяясь, она с трех сторон натывается на стенку камеры. Только со стороны, обращенной от кормы, она выходит свободно.

Камера работает аналогично реактивному соплу. Реактивная сила от одного пузырька конечно же мала. Но поднимается гирлянда этих пузырьков. Они-то и служат дополнительным ускорителем.

## Вместо винта — полусфера

Модель, которую вы видите на рисунке 134, придумал И. Чехомов. В ее корпусе размещена плоская батарейка, питающая энергией электрический двигатель. Вал двигателя передает вращение редуктору, взятому от старой электро-

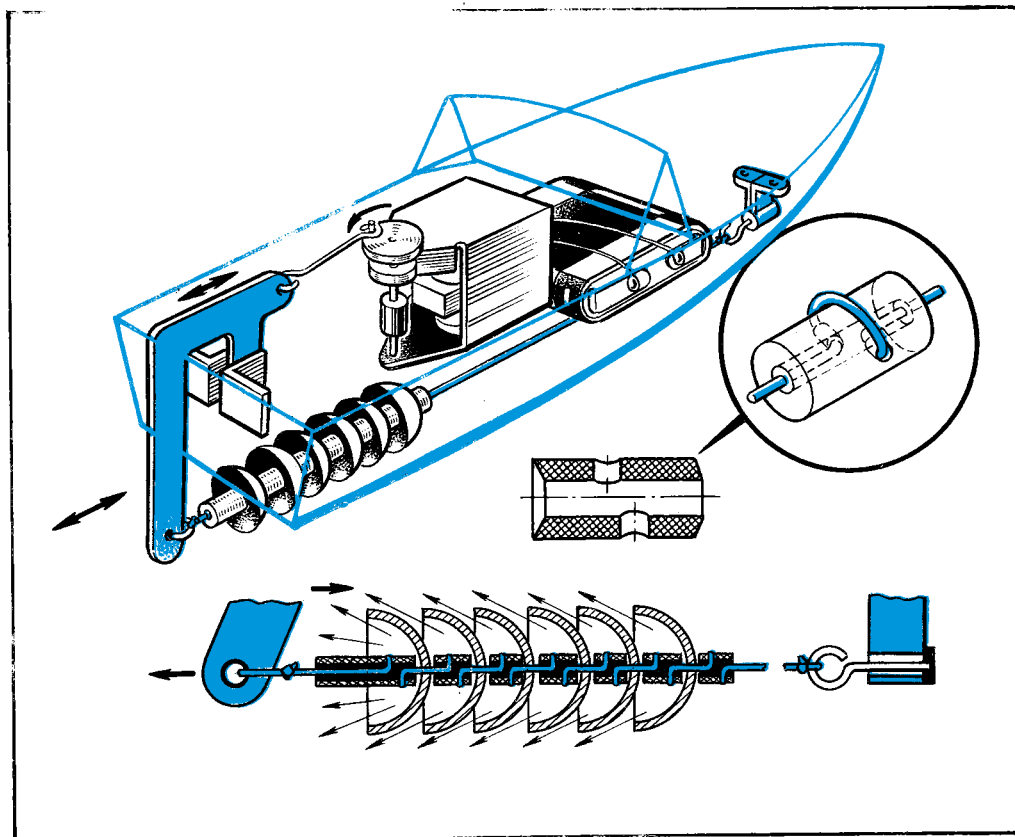


Рис. 134. Модель с полусферическим движителем.

механической игрушки. Он имеет три понижающие ступени. Частота вращения тела двигателя уменьшается, но увеличивается крутящий момент, а стало быть, и тяга привода. На выходном валу редуктора установлен плоский маховичок со штифтом. Штифт посажен с небольшим смещением относительно оси вращения. Получился кривошип, который преобразует вращательное движение маховичка в возвратно-поступательное перемещение связанной с ним скобы. Эта скоба и приводит в движение необычный движитель — набор пластмассовых полусфер, закрепленных резинкой.

Такой движитель можно назвать и «полусферическим», ведь идею автору подсказал чашечный анемометр — прибор для измерения скорости ветра. Основная деталь этого прибора — крестовина с полусферическими чашечками на концах. Откуда и с какой силой ни дул бы ветер, чашечки все равно вращаются и перемещают стрелку прибора, потому что сопротивление каждой чашечки не одинаково по отношению к ветру.

Этот принцип и использовал автор модели. Только не для воздушной среды, а для воды. Но чтобы проверить, вначале был проведен опыт. Повторите его. Распилите несколько шариков от настольного тенниса. Каждую половинку наденьте на резинку, а чтобы они не соприкасались, разделите их деревянными втулочками. В таком простейшем варианте и опробуйте движитель. Возьмите в руки концы резинки и погрузите движитель в воду. А теперь то растяните резинку, то отпустите. И без измерительных приборов руки почувствуют тягу, развиваемую чашечками.

Посмотрим, как работает такой движитель на модели. Скоба качает оси. За один оборот выходного вала редуктора ее плечо совершает два движения — вперед и назад. Когда она движется от кормы, резинка растягивается. Промежуток между полусферами увеличивается, и внутреннее пространство заполняется водой. Но вот плечо скобы движется в обратном направлении, резинка сжимается. Струйки воды вырываются из кольцевого зазора между полусферами и создают реактивную тягу.

Модель плавает на воде рывками. Чтобы избежать этого, можно установить на модели еще один точно такой же движитель, но работающий в противофазе.

Закончив работу над моделью, проведите небольшое исследование. Сравните эффективность работы полусферического движителя с работой обычного гребного винта. Разумеется, оценку необходимо проводить при одинаковых источниках энергии, двигателях, редукторах, наконец, сами модели должны быть одинаковыми.

## Плавник вместо винта

Каждый из вас знает, что такое ласты. Изобретатель Т. Ахмедов решил сделать подводный катамаран с ластом, похожим на хвост кита в роли движителя. И вот что у него получилось. Посмотрите на рисунок 135. Перед вами модель такого катамарана.

Корпус модели выполнен из двух поплавков. На носовой части корпуса установлены рули. С их помощью можно регулировать глубину погружения модели или пустить ее под водой горизонтально. Модель приводит в движение механический привод. Он состоит из кривошипно-коромыслового механизма, полиспада, гибких тяг и резиновых жгутов.

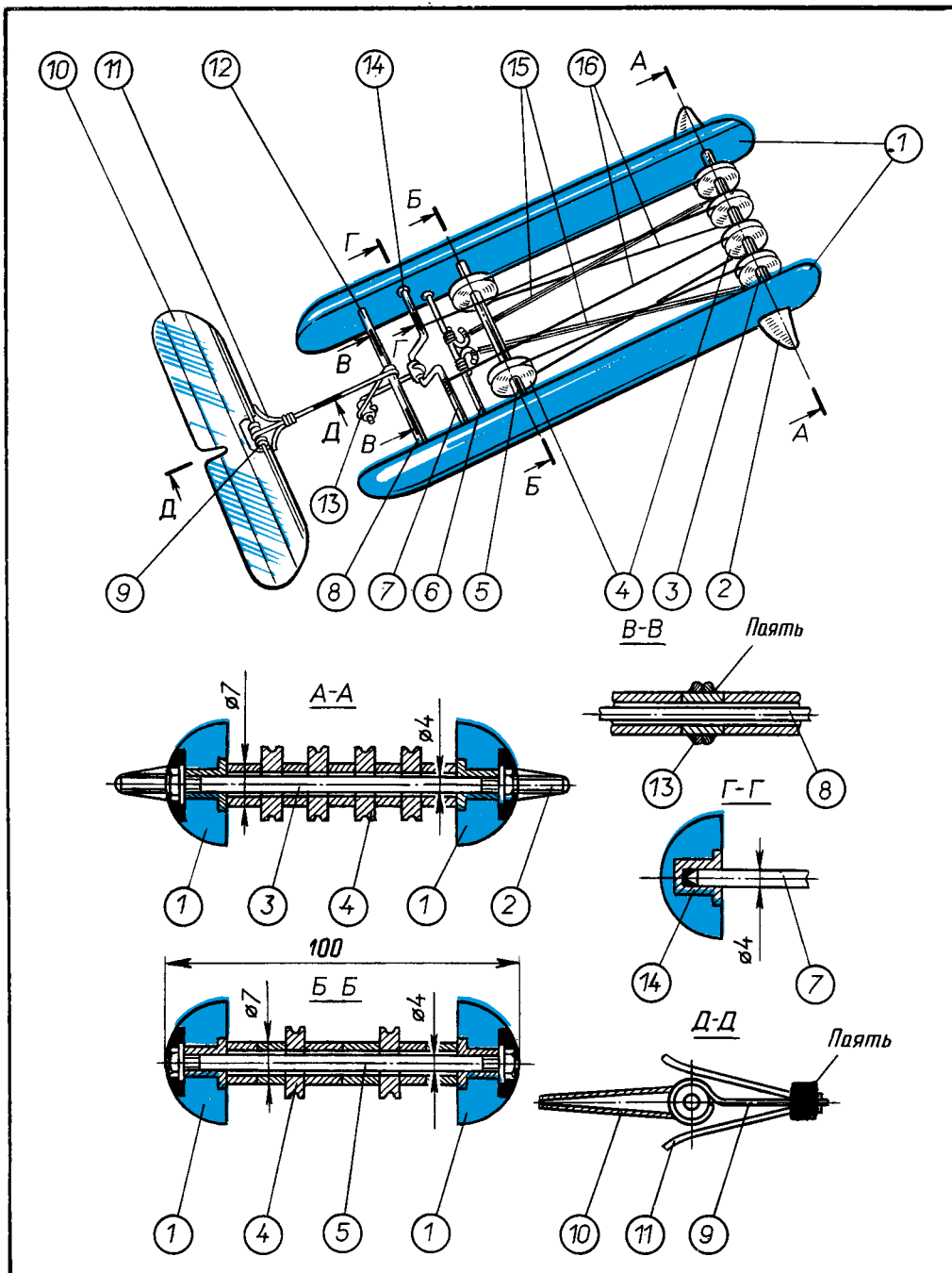


Рис. 135. Модель катамарана с плавниковым двигателем: 1 — поплавки корпуса модели; 2 — рули; 3 — передняя ось с четырьмя роликами полиспата; 4; 5 — промежуточная ось с двумя роликами полиспата; 6 — коленчатый вал; 8 — задняя ось; 9 — плавниковый стебель; 10 — плавник; 11 — упоры; 12 — втулка; 13 — шатун; 14 — подшипники; 15 — резиновые жгуты; 16 — гибкие тяги

С чего начать изготовление модели? Сначала из плотного пенопласта вырежьте цилиндр диаметром 30 мм и высотой 300 мм. Теперь его надо аккуратно разрезать по продольной оси пополам. Острым ножом остругайте концы заготовок так, чтобы они имели обтекаемую форму. Получились два поплавка — они и образуют корпус катамарана. Передняя, промежуточная и задняя оси, кронштейн и коленчатый вал (радиус колена 5—7 мм) имеют одинаковую длину — 100 мм. Лучше всего их сделать из стальной проволоки диаметром 4 мм. Дополнительную прочность трем перечисленным осям придадут латунные втулки с внутренним диаметром лишь на 0,2 мм больше диаметра осей.

Обратите внимание на рисунок 135, где показаны способы крепления плавникового стебля и крючков кронштейна. Коромысло, шатун и плавниковый стебель следует припаять для большей прочности оловом к коротким втулкам. Крючки к кронштейну вначале прижимают несколькими витками медной проволоки диаметром 0,2 мм, которые затем надо тщательно пропаять оловом.

Резиновые жгуты работают на растяжение, поэтому их длина подбирается только после окончательной сборки корпуса. Рыболовная леска диаметром 0,7—0,8 мм послужит в качестве гибких тяг.

Плавник вырежьте из листа жести размером 120×80 мм. Заготовку надо согнуть вдоль продольной оси пополам, сделать два выреза, а края закруглить, придав вид плавника.

Механический привод работает следующим образом. Вначале резиновые жгуты 15 снимите с крючков кронштейна 6. Гибкие нити 16 намотайте на коленчатый вал 7. После этого резиновые жгуты надо растянуть, пропустить через ролики 4 и закрепить на кронштейне 6. Плавниковый стебель 9 удерживают пальцами от поворачивания. Модель подводного катамарана погрузите в воду на глубину до 50 см и отпустите плавниковый стебель.

## Подводная лодка с автоматом глубины

Большинство моделей подводных лодок, имея небольшую положительную плавучесть, при движении погружаются под воду благодаря рулям глубины, установленным под отрицательным углом атаки. После остановки двигателя лодка всплывает на поверхность, но может случиться, что, опустившись довольно глубоко, она запутывается гребным винтом за водоросли или тину и теряется. Найти ее бывает довольно трудно, и иногда увлекательная самоделка теряется навсегда.

Модель подводной лодки, которую разработал Ю. Беляев (рис. 136), имеет автоматическое устройство, обеспечивающее ее движение на заданной глубине. А выступающий из воды перископ позволяет следить за направлением движения лодки. Захотите — пустите лодку без погружения или пошлите ее на глубину. Все эти команды задаются установкой поплавка 1, который может перемещаться по перископу 2. Поплавок удерживается в нужном положении пластинчатой пружиной 3. В свою очередь перископ связан с коленчатым валом 4, на концах которого укреплены рули глубины 5.

В зависимости от высоты установки поплавка на перископе подводная лодка может плавать на поверхности воды, не погружаясь, идти под перископом на заданной глубине, опускаться на глубину, скрываясь полностью под водой.

На рисунке в центре показаны положения подводной лодки в зависимости от места расположения поплавка на перископе и рулей глубины (руль глубины в начальный момент установлен горизонтально, подводная лодка движется по



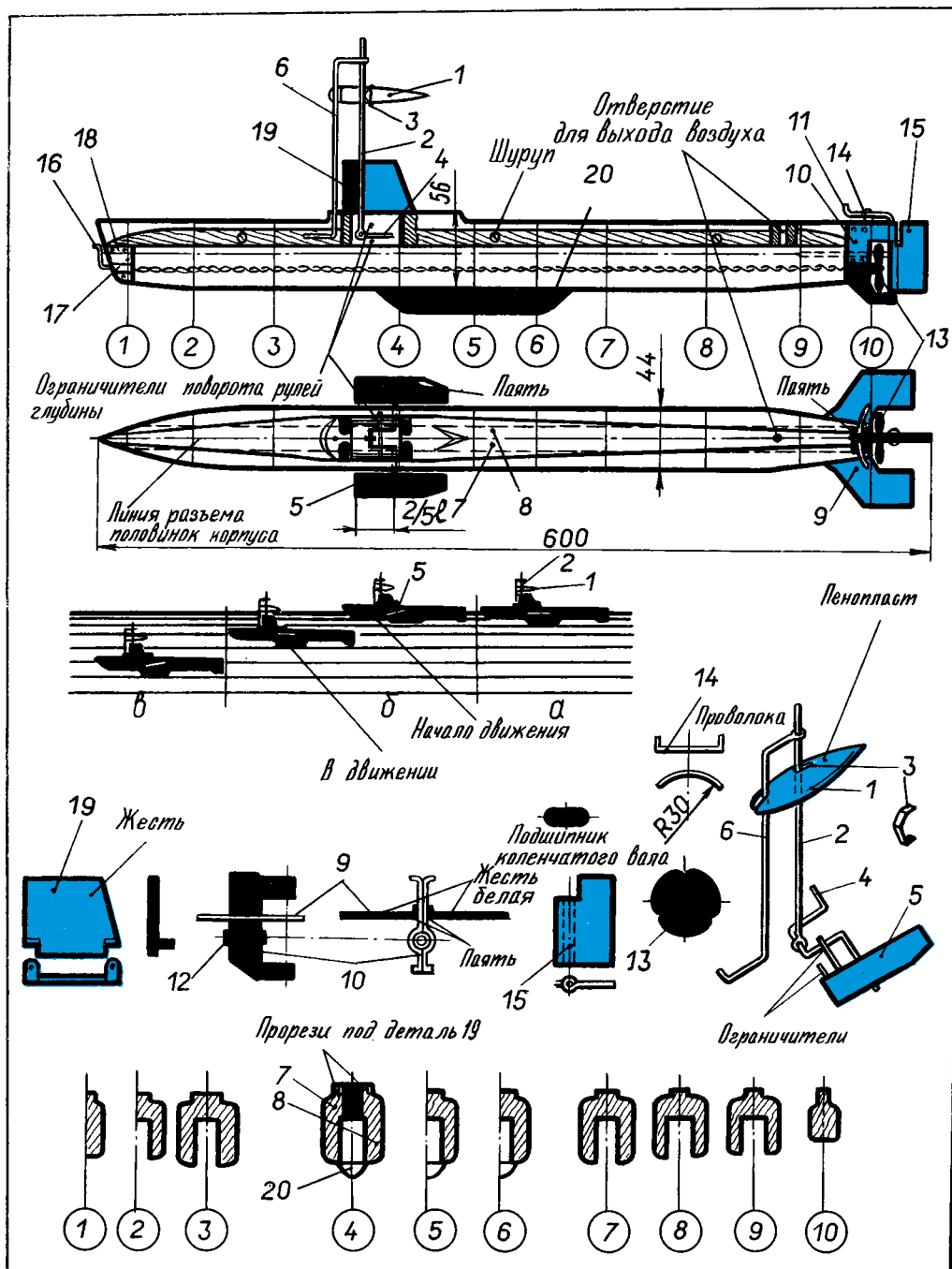


Рис. 136. Модель подводной лодки.

поверхности воды, не погружаясь). Если же поплавок находится на некоторой высоте, то рули глубины в этом положении будут иметь отрицательный угол установки. При движении лодка начнет погружаться до соприкосновения поплавка с поверхностью воды. Дальнейшее погружение ее прекратится, т. е. поплавок переместится вместе с перископом относительно лодки вверх и повернет коленчатый вал рулей глубины в горизонтальное положение — на всплытие. В этом погруженном положении лодка будет двигаться до полной остановки двигателя, а поплавок и рули глубины автоматически удержат ее на заданной глубине. После полной остановки двигателя лодка всплывет. И наконец, если поплавок упирается в корпус лодки и зажат между стойками рубки 18, то рули глубины устанавливаются на погружение — имеют отрицательный угол. Лодка при движении начнет погружаться и скроется под водой полностью. Она всплывет только после остановки двигателя.

Автомат глубины погружения модели показан на этом же рисунке.

Для постройки подводной лодки вам потребуются: 2 деревянных бруска размером  $560 \times 56 \times 22$  мм, белая жести, стальная проволока диаметром 1,5—2 мм, пенопласт или брусок из древесины липы, авиамодельная резина, олово для пайки, свинец для грузика, шурупы, гвозди.

Корпус лодки изготовьте из двух брусков 7 и 8, аккуратно скрепив их шурупами. Тщательно обработайте корпус наждачной бумагой.

Теперь из жести вырежьте стабилизатор 9, состоящий из двух половинок, лапки которых надо отогнуть в противоположные стороны. Деталь 10 также сделайте из жести, причем сложенной вдвое. В месте изгиба будет проходить ось 11 руля поворота 15. Втулку 12 вала гребного винта 13 вставьте в изгиб детали 10 и припаяйте. Выкройку этой детали рекомендуется сделать с некоторым припуском на обработку. Два выступа в верхней части отогните в разные стороны. К ним надо припаять деталь 14. Ее изготовьте из проволоки с насечкой. Эта деталь служит фиксатором ручки руля поворота.

После того как узел будет собран (поставлен руль поворота, на который перед пайкой винта необходимо надеть две латунные шайбы), его нужно врезать между половинками корпуса лодки. В корпусе сделайте пропил для стабилизатора.

Заводную ручку 16 изготовьте из проволоки такого же диаметра, как вал гребного винта. Втулку 17 заводной ручки впаяйте между двумя пластинами 18 из белой жести. Для того чтобы ручка не вращалась в обратную сторону после закрутки резинового жгута, на торцевой ее части запилите косой зуб. Узел заводной ручки и стойка 6 также врезаются между половинками корпуса лодки. Стабилизатор и узел заводной ручки закрепите на правой половинке корпуса маленькими шурупами или мелкими гвоздями.

Две стойки рубки вставьте выступами в прорези на палубе и закрепите за отогнутые лапки шурупами.

Поплавок можно вырезать из пенопласта или бруска сухой липы. Не забудьте прорезать под перископ продолговатое отверстие и вложить туда пластинчатую пружину. Отогнутые концы пружины не дадут ей выскакивать из отверстия после того, как поплавок будет надет на перископ. От вращения поплавок удерживается стойкой 6, которая входит в паз на носу поплавка.

Коленчатый вал сделайте из проволоки. Ее конфигурация видна на верхнем и среднем рисунках. Поворот коленчатого вала должен быть легким. Для этого по бокам половинок корпуса поставьте пластинчатые подшипники. Поворот коленчатого вала ограничивается двумя штырями, вбитыми в одну из половинок

корпуса. Верхний штырь останавливает колено в положении, параллельном продольной оси лодки, а нижний — при отрицательном угле  $8-10^\circ$ .

Рули глубины припаяйте к концам коленчатого вала на расстоянии  $2/5l$ , где  $l$  — длина руля. Паять надо снизу (руль накладывается на ось сверху).

После того как изготовлены узлы модели, половинки корпуса покрасьте снаружи и внутри светлой нитрокраской. Когда краска просохнет, приступайте к окончательной сборке. Снизу прикрепите грузик 20 (лучше всего из свинца). Подберите его таким, чтобы лодка имела небольшую плавучесть, так как в противном случае вам потребуется более мощный резиномотор. Грузик надо расположить в таком месте, чтобы лодка держалась на воде горизонтально.

Напоминаем, что поворот рулей глубины с коленчатой осью, движение поплавка по перископу в стойке вверх или вниз должны быть легкими, без заеданий.

Лодка с автоматом глубины может быть выполнена с микроэлектродвигателем, питающимся от батареек. Особенно хороши для этой цели круглые батарейки, комплект которых можно разместить внутри корпуса.

## Послушная торпеда

Думается, модель К. Хожевского (рис. 137) доставит вам немало удовольствия во время отдыха у воды. Она и проста, и с «изюминкой». Автоматическое устройство позволяет нашей маленькой торпедой погружаться на глубину, а потом самостоятельно всплывать. Потерять ее в воде нельзя. На поверхности будет плавать буй, который и укажет местонахождение торпеды. А в случае аварии не позволит ей утонуть.

Для изготовления модели понадобятся: электрический микроэлектродвигатель, стеклянная банка высотой 120—140 мм с завинчивающейся крышкой, фанера толщиной 4 мм, стальная лента от упаковочных ящиков, жест от больших консервных банок, медный провод в изоляции диаметром 0,25 мм, медная и стальная проволока диаметром 1 мм, листы пенопласта от упаковок, целлулоид, теннисный шарик, леска диаметром 0,3—0,4 мм, поливинилхлоридная трубка с внутренним диаметром 1 мм, универсальный клей и батарейка на 4,5 В.

Как вы догадались, стеклянная банка 1 с герметичной крышкой 6 нужна для того, чтобы разместить основные детали электрической схемы: батарейку, закрепленную на основании 2, электродвигатель 4, электрические провода и выключатель.

Возьмите крышку. Строго по центру просверлите отверстие диаметром на 0,1—0,2 мм больше диаметра вала электродвигателя. Такое же отверстие просверлите и в скобе 3. Эту скобу, как и две другие, о которых расскажем ниже, лучше всего согнуть из стальной ленты. Понадобится аптечная резинка, чтобы надежнее прижать концы скобы к корпусу электродвигателя. К крышке скобу крепят двумя заклепками.

С внешней стороны на крышке также двумя заклепками прикрепите кронштейн 7, на котором установите привод гребного винта. При этом скобу и кронштейн следует так зафиксировать на крышке, чтобы отверстия находились на одной оси. Теперь укрепите на скобе электродвигатель, чтобы вал свободно вращался.

Настало время установить гребной винт 9. Подойдет трехлопастной — диаметром 35—40 мм. Вырежьте его из жести, лопастям придайте нужную

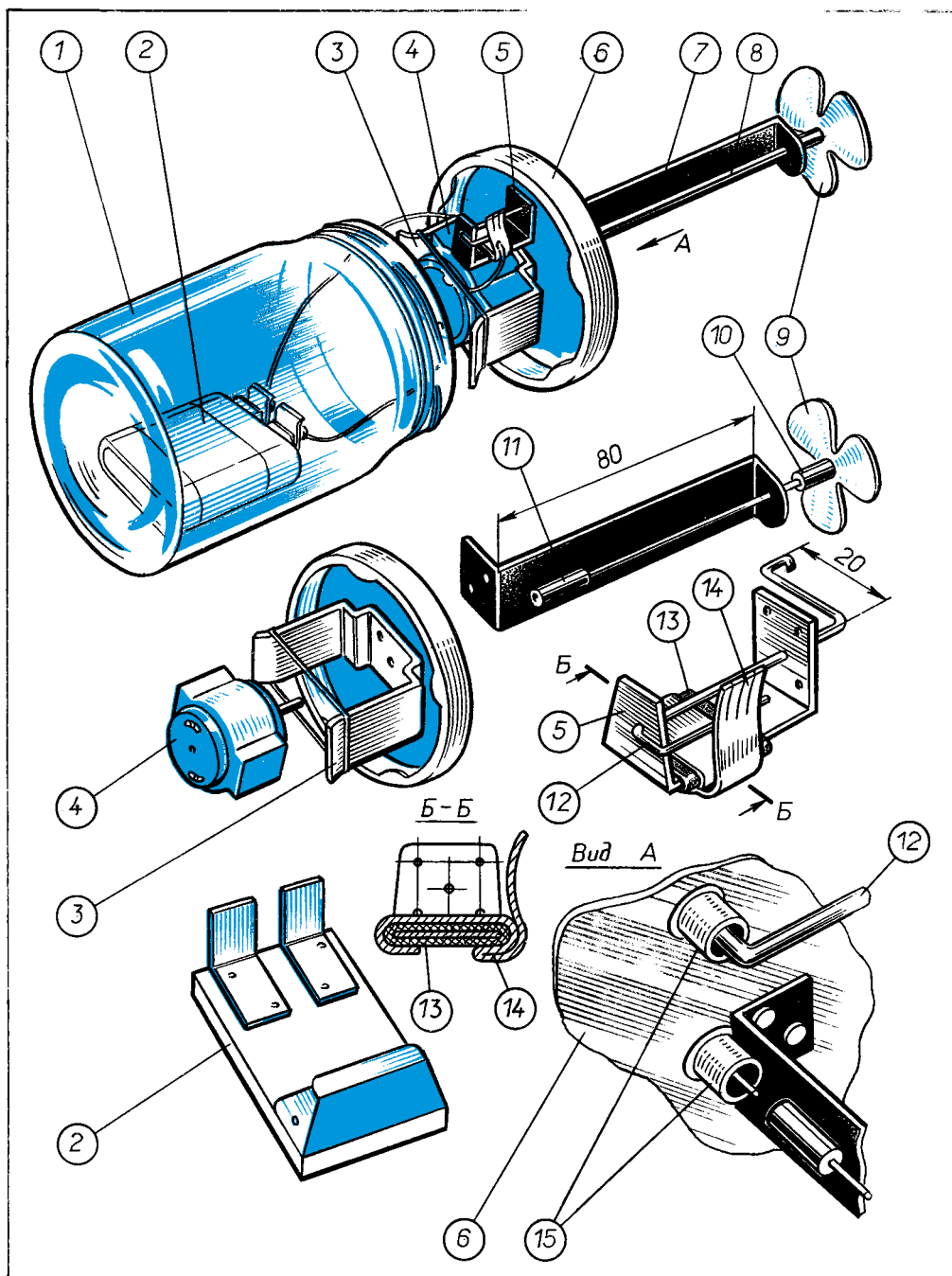
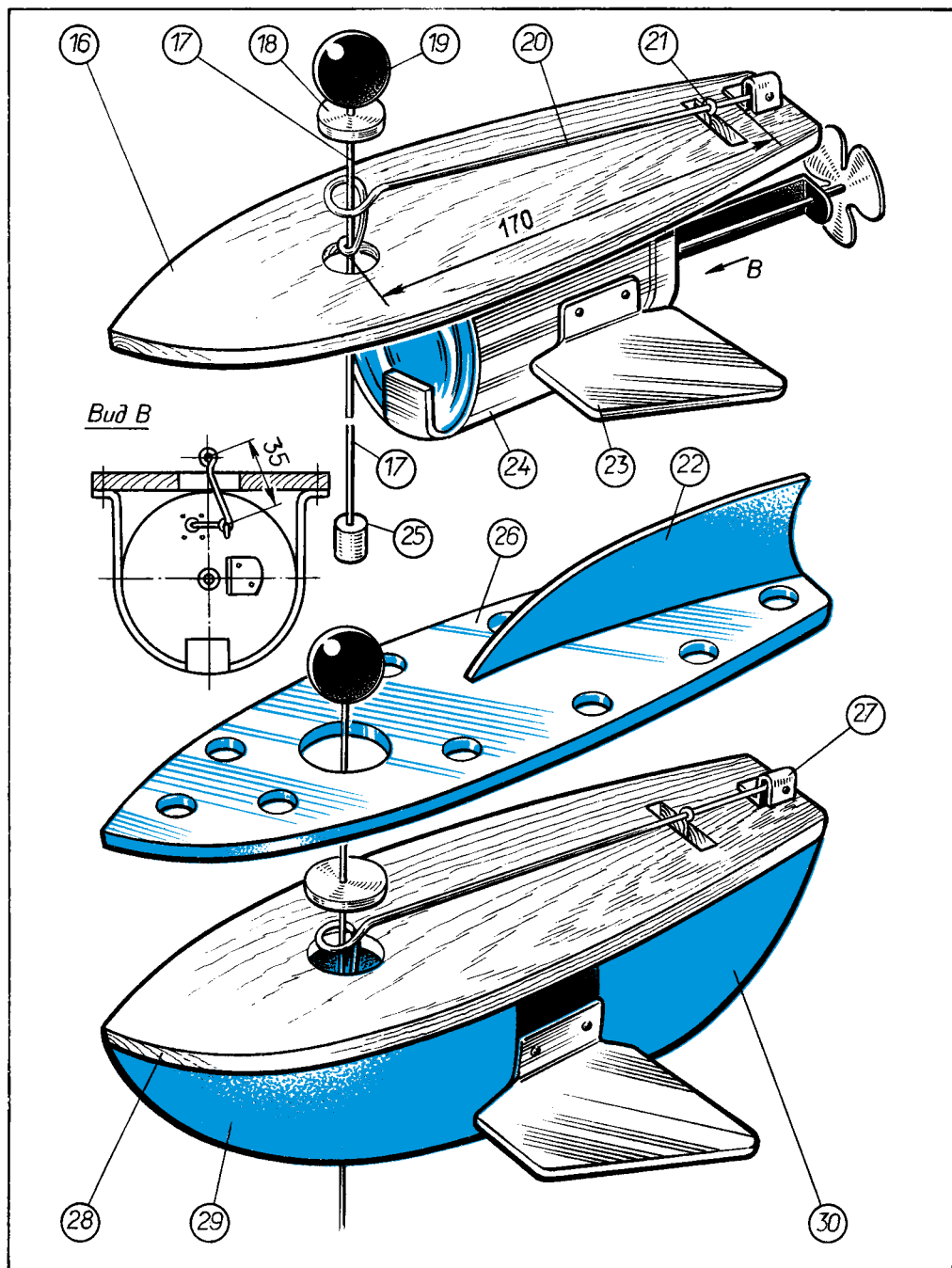


Рис. 137. Послушная торпеда.



форму. Еще нужна втулка 10. Быстрее всего ее можно изготовить из жестяной ленты, накрутив ее на гвоздь диаметром 1 мм. В центре винта просверлите отверстие диаметром 1 мм. Валом 8 для гребного винта послужит медная проволока. Наденьте на один конец вала втулку и винт, соединив их вместе припоем. Длину гребного вала подберите такой, чтобы, установленный на кронштейне 7, он свободным концом упирался в торец вала электродвигателя. Для передачи вращения наденьте на валы электродвигателя и гребного винта поливинилхлоридную трубку 11. Включите электродвигатель. Гребной винт должен вращаться равномерно, без заметной вибрации.

Отверстие в крышке, через которое проходит вал электродвигателя, надо сделать водонепроницаемым. Из целлулоидной ленты склейте втулку 15, внутренний диаметр которой на 0,2—0,3 мм больше наружного диаметра трубки 11. Втулку приклейте универсальным клеем к крышке, как показано на рисунке 138, вид А. Когда вал электродвигателя и ось гребного вала будут прочно соединены, тщательно заполните цилиндрическую щель густой смазкой, например тавотом.

Кроме электродвигателя в банку нужно поместить еще выключатель и батарейку. Наш выключатель — самодельный. Основу его составляет скоба 5. Постарайтесь поточнее провести разметку, чтобы отверстия для крепления рычага были расположены на одной оси. Оберните горизонтальную полку скобы полоской 13 из плотной бумаги — она будет служить изолятором (рис. 137, сечение Б — Б). Поверх полоски закрепите контакт 14 из жести. На его обращенном кверху конце сделайте три надреза. Они увеличат гибкость контакта. А теперь пропустите через отверстия стальную проволоку 12 и придайте ей форму рычага. Рычаг в горизонтальном положении должен своим внутренним концом прикасаться к контакту и обеспечивать прохождение электрического тока. Перемещение внешнего конца рычага должно размыкать электрическую цепь.

Установите скобу 5 на внутренней стороне крышки. Выступающий конец рычага пропустите через цилиндрическую втулку 15, заполненную для герметичности тавотом. Далее можно заняться монтажом электрической схемы. Из фанеры лобзиком выпилите прямоугольную пластину размером 70×60 мм. Приклейте к ней два контакта и держатель 2. Для прочности прибейте их еще и мелкими гвоздями. К контактам припаяйте медные провода. Далее соедините батарейку, выключатель и электрический двигатель монтажными проводами, как показано на рисунке. Для проверки правильности монтажа несколько раз поднимите и опустите конец рычага 12.

Вложите в банку батарейку и плотно закройте крышку, подложив под нее тонкое резиновое уплотнение. Опустите банку в воду и убедитесь, что вода не просачивается внутрь. Если привод действует безотказно, можно браться за изготовление корпуса модели.

Палубу 16, размеры которой 350×90, выпилите лобзиком из фанеры. Для крепления банки-привода под палубой используйте полоску жести шириной 60 мм (деталь 24), предварительно приклепав к ней два жестяных горизонтальных руля 23. Передняя кромка рулей должна быть немного приподнята. Покройте палубу двумя-тремя слоями масляного лака.

В палубе просверлите отверстие диаметром 15 мм и пропилите поперечную прорезь длиной 20 мм и шириной 3 мм. Из полоски жести согните скобу 27. Мелкими гвоздями прибейте ее на корме. Из стальной проволоки согните рычаг 20 и толкатель 21. С помощью винта и гайки закрепите петлю пра-

вого конца рычага на скобе 27. Левый конец рычага заканчивается двойной петлей. Сквозь эту петлю пропустите кусок лески 17 длиной 350—500 мм. Верхний конец лески пропустите через отверстие в шайбе 18 и прикрепите к шарiku 19. К нижнему концу лески привяжите свинцовый грузик 25, чтобы шарик погружался в воду примерно на четверть диаметра.

Как мы уже отметили, шарик служит еще и буйком, указывающим местонахождение модели торпеды. Поэтому, перемещая грузик по леске, можно регулировать глубину погружения.

Остается придать торпедке обтекаемый вид. Можно собрать корпус из трех пенопластовых частей 26, 29 и 30. На верхней детали установите киль 22 из жести. Для крепления деталей к палубе используйте стальную ленту 28. Думается, эта работа окажется вам по силам. Помните, что детали корпуса при необходимости должны легко сниматься.

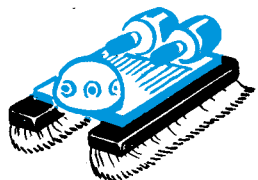
Пора проводить испытания. Опустите торпеду в ванну с водой. Массу балласта подберите такой, чтобы игрушка медленно погружалась. Когда она опустится на такую глубину, что грузик упрется в петлю рычага 20, а другой рычаг 12 повернется, электрическая цепь замкнется и двигатель начнет вращать гребной винт. Торпедка поплывет вперед и вверх, так как передняя кромка горизонтальных рулей приподнята немного кверху. Игрушка медленно всплывает. Но, оказавшись на поверхности, шарик-буй надавит на рычаг 20, и цепь разомкнется. Двигатель выключится. Торпедка начнет погружение, пока в нижнем положении вновь не сработает автомат. Далее все повторится...

Заключив испытания, покрасьте торпеду яркими красками. Дайте им просохнуть. Теперь можно идти на водоем.

## Содержание

От автора	3		
<b>I. Авиация на привязи</b>	6	<b>III. Ничего нет проще колеса</b>	87
Немного теории	—	На крыльях, но по земле .	—
Бумажные птички	8	Модель шагохода	90
Плоские змеи .	10	Оленеход	92
Змей с дельтакрылом	12	Черепажеход .	94
Змей «Чайка» .	13	Спортивный автомобиль	96
Коробчатые змеи	15	Виброходы	99
Змеи с диффузорами .	17	Управление виброходом по световому лучу	103
Змеи по принципу АВП	19	Тележка-кибер	104
Змей-парашют	—	Моделью управляет воздух	105
Змей-диск	21	Ролик задает маршрут .	109
Надувные змеи	22	Автомодель с механической «памятью»	112
Змеи-вертушки	24	Из катушек и спичечных коробков	114
Еще один змей-вертушка	27	Мотор-колесо	117
Змей-вертолет	29	Вездеход с тарельчатым движителем	120
Змей-автожир	32	Вездеход на пластинах	122
Змей Магнуса	34	Вездеход-амфибия	124
Моталка .	39	Аэромобиль-глизсер	125
Воздушный почтальон .	42	<b>IV. На воде и под водой</b>	127
<b>II. В свободном полете</b>	44	Гидрошасси	—
Игрушки, которые летают	—	Парус-двигатель .	128
Планеры или самолеты из спичек .	46	Лодка с ластами .	129
Ракеты без пороха .	50	Модель судна с резиномотором .	132
Стартовая пневматическая установка	52	Катамаран с ветродвигателем	134
Планер со сменными крыльями	54	Паруса и лопасть	135
Модели с воздушным шариком .	55	Волновые движители	137
Модели: летающее крыло, стриж и другие .	57	Водометный движитель	140
Модели с объемным фюзеляжем .	60	Модель ротативного судна	141
Бумажный планер .	62	Модель роторного катамарана	143
Истребитель, взлетающий с катапульты	65	Движитель на эффекте «Х» .	147
Модели вертолетов .	—	Модель с пузырьковым движителем .	—
Еще одна модель вертолета	69	Вместо винта — полусфера	149
Самолеты из пенопласта .	71	Плавник вместо винта	150
Несколько слов о полете бумеранга	75	Подводная лодка с автоматом глубины	152
Как изготовить бумеранг .	76	Послушная торпеда	155
Несколько конструкций бумерангов .	77		
Модель вертикального взлета	80		
Камбалолет	81		
Махолет	83		





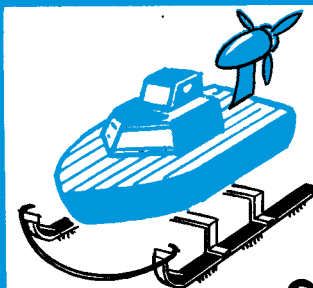
1

1— ВИБРОЩЕТКИ;



2

2— СТОПОХОД —  
ШАГАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ;



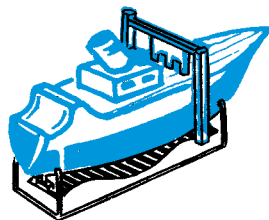
3

3— ВИНТ И  
ВИБРОЩЕТКИ;



4

**ДВИЖИТЕЛЬ** — устройство для преобразования работы двигателя или другого источника энергии в работу, обеспечивающую движение.



5

4— ВОЗДУШНЫЙ ВИНТ;  
5— ВОЛНОВОЙ  
ДВИЖИТЕЛЬ;  
6— ГУСЕНИЦА.



6



