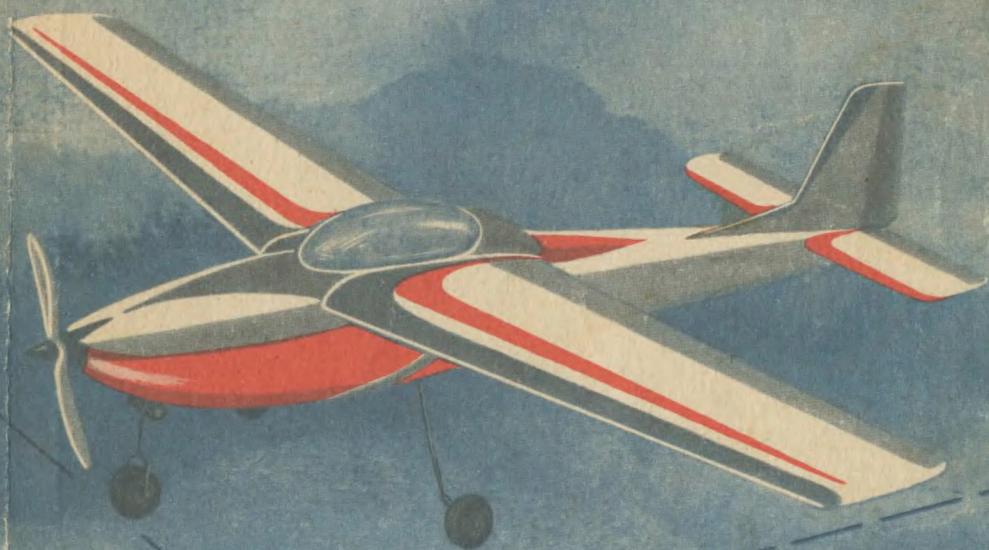


Ю. А. ГОЛУБЕВ
Н. И. КАМЫШЕВ



Юному
авиамоделисту

**Ю. А. ГОЛУБЕВ,
Н. И. КАМЫШЕВ**

**ЮНОМУ
АВИАМОДЕЛИСТУ**

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1979

ББК 74.213.851
Г62

DjVu: AlVaKo
24/07/2024

*Голубев Юрий Анатольевич,
Камышев Николай Иванович*

ЮНОМУ АВИАМОДЕЛИСТУ

Редактор *Т. А. Чамаева*
Художник *А. Г. Паухверия*
Художественный редактор *Л. Г. Бакушева*
Технические редакторы *И. В. Квасницкая,
Т. В. Самсонова*
Корректор *В. И. Громова*

ИБ № 3710

Сдано в набор 17.01.79. Подписано к печати 4.10.79. А 03998. Бум. типогр. № 2. Гарнит. литер. Печать высокая. Усл.-печ. л. 8. Уч.-изд. л. 7,91. Тираж 100 000 экз. Заказ № 5124. Цена 20 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.

Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Типография издательства «Горьковская правда», г. Горький, ул. Фигнер, 32.

Голубев Ю. А., Камышев Н. И.

Г62 Юному авиамоделисту: Пособие для учащихся.— М.: Просвещение, 1979.— 128 с., ил.

Как сконструировать самолет, планер, какие нужны для этого материалы и инструменты, как подобрать микродвигатель, можно ли управлять с земли взлетом, посадкой и движением модели в воздухе? На все эти и многие другие вопросы, связанные с авиамоделированием, юный читатель найдет ответы в предлагаемой книге.

Пособие может оказать значительную помощь всем тем, кто увлекается авиамоделированием.

Г $\frac{60601-789}{103(03)-79}$ 272-79 4306021900

ББК 74.213.851
ГТ5.5

ВВЕДЕНИЕ

Кто из вас не слышал о таких советских авиаконструкторах, как А. С. Яковлев, А. Н. Туполев, О. К. Антонов, С. В. Ильюшин!

На эмблемах отечественных пассажирских самолетов начальные буквы их фамилий — признание больших заслуг этих талантливых авиаконструкторов, под руководством и при активном участии которых были спроектированы и построены самолеты, составляющие гордость и славу нашей Родины. Но знаете ли вы, что эти прославленные конструкторы начинали свой путь в большую авиацию еще на школьной скамье с постройки и запуска простейших летающих моделей, планеров? Любовь к авиамоделизму определила их будущее, ее они пронесли через всю жизнь.

«Надо сказать, — обращаясь к авиамоделистам, писал дважды Герой Социалистического Труда А. С. Яковлев, — увлечение это много дало нам. Да и сейчас, решая ту или иную задачу в большой авиации, мы иногда призываем на помощь — и с успехом — летающую модель. Учась строить модели, мы одновременно постигали основы аэродинамики, овладевали навыками конструирования, познавали сложный тогда для нас язык технического черчения». Это высказывание прославленного конструктора самолетов и вертолетов, сделанное около 20 лет назад, актуально и сегодня.

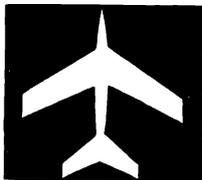
Тем из вас, кто занимается в авиамodelьных кружках при школах, Домах и Дворцах пионеров, станциях юных техников и имеет определенные навыки в постройке различных авиационных моделей и их эксплуатации, предлагают авторы эту книгу.

В ней разобраны конструкции моделей чемпионатного класса и даны рекомендации по их построй-

ке, выбору и установке двигателей различных видов, радиоаппаратуры и автоматики.

Использование на моделях автоматических устройств и средств радиуправления открывает большие возможности в применении моделей не только для спортивных целей, но и для нужд народного хозяйства.

Авторы надеются, что представленные в книге материалы, носящие в основном справочный характер, будут способствовать совершенствованию знаний, полученных в кружке, и помогут в практической работе при постройке и подготовке моделей для различных соревнований.



Первый раздел

ВИДЫ МОДЕЛЕЙ И ИХ КОНСТРУКЦИИ

Все многообразие летающих моделей можно разделить на три вида: спортивные, экспериментальные и модели для демонстрации полета.

Спортивные модели предназначены для подготовки к соревнованиям и выступлениям на них, а также для установления рекордов. Каждая модель этого вида (кроме моделей-копий) имеет опознавательный знак, состоящий не менее чем из двух букв (первые буквы фамилии и имени моделиста, изготовившего модель) и двух цифр по усмотрению участника. Параметры спортивных моделей должны удовлетворять техническим требованиям «Правил проведения соревнований по авиамodelьному спорту». В числе требований, которые предъявляются к этим моделям (кроме моделей-копий), следует особо выделить ограничения на площадь несущих поверхностей (до 150 дм²), полетную массу (до 5 кг), нагрузку (до 100 г/дм²) и рабочий объем поршневых двигателей (до 10 см³). Среди спортивных моделей различают кордовые, свободнолетающие, комнатные, радиоуправляемые и рекордные модели.

Экспериментальные модели служат для проведения исследований в области аэродинамики, прочности и проверки новых схем летательных аппаратов. Полет этих моделей позволяет проверить правильность теоретических расчетов, сложные переходные процессы, выявить преимущества и недостатки новых компоновок летательных аппаратов путем постройки и испытаний в полете не самого самолета, а только его модели. Эти исследования проводятся с наименьшими затратами и, что самое главное, без риска для жизни летчика, который дистанционно управляет экспериментальной моделью.

Модели для демонстрации полета предназначены для первоначального знакомства с устройством летательных аппаратов и органами их управления. В эту группу входят как простейшие бумажные модели, так и моторные модели или модели-планеры произвольных размеров без ограничения требований к их параметрам.

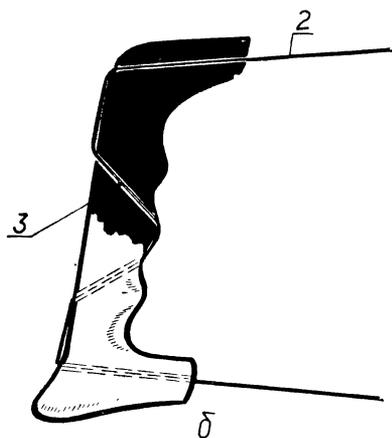
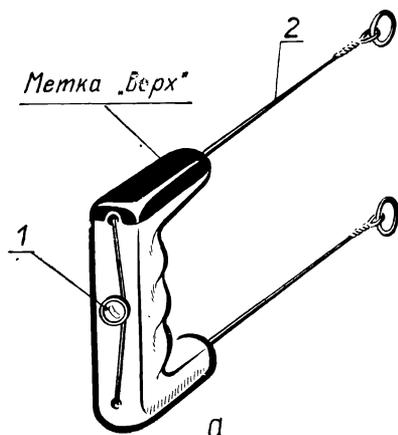


Рис. 1.

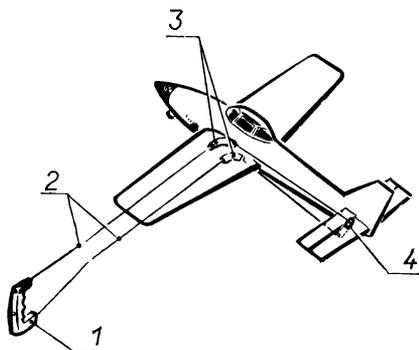


Рис. 2.

Наибольшую популярность у авиамodelистов завоевали спортивные модели, при работе с которыми открывается широкий простор для творчества. Из следующих глав этого раздела вы узнаете о конструктивных особенностях моделей, что поможет при проектировании и изготовлении простейших из них.

Глава I.

КОРДОВЫЕ МОДЕЛИ

Среди кордовых моделей различают модели класса «воздушный бой», тренировочные, пилотажные, гоночные, скоростные и модели-копии.

Все перечисленные модели имеют один общий принцип управления ими с момента старта и до посадки с помощью стальных нитей или тросиков, которые называются кордами.

Через эти корды передаются команды от ручки управления на руль высоты модели.

Рассмотрим подробнее конструктивные особенности систем управления кордовыми моделями.

1. Система управления

Подача команд для выполнения заданной программы полета кордовой модели осуще-

Рис. 1. Ручки управления:

а — с винтом закрепления регулировочного тросика, б — с каналами; 1 — винт закрепления тросика, 2 — тросик, 3 — каналы для троса.

Рис. 2. Простейшая система управления.

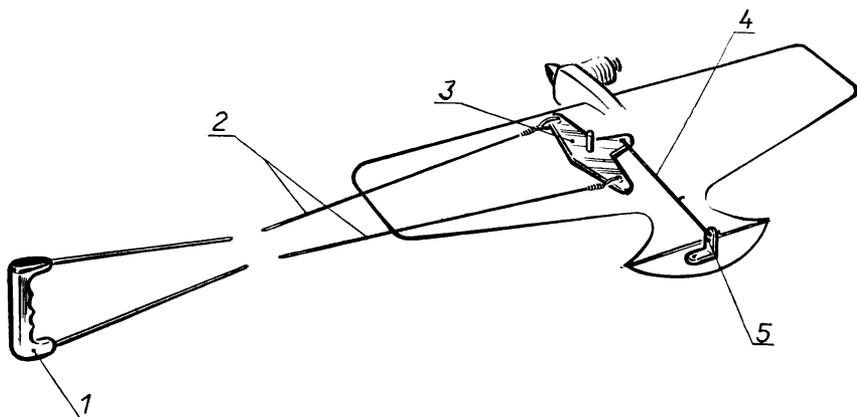


Рис. 3. Система управления с трехплечевой качалкой.

ствляется отклонением ручки управления от нейтрального положения. Конструкции ручек управления показаны на рисунке 1.

Простейшая система управления (рис. 2), которая применялась в начале развития авиамodelьного спорта, состоит из ручки управления 1, двух корд 2, пропущенных через трубки 3 и прикрепленных к кронштейну 4 руля высоты. Отклонение ручки управления, например, вверх вызывает перемещение корд и отклонение руля вверх. В настоящее время такие системы управления применяются редко. Это объясняется тем, что в поворотных трубках при перемещении корд возникает большое трение, а на кронштейн руля высоты действует значительное усилие.

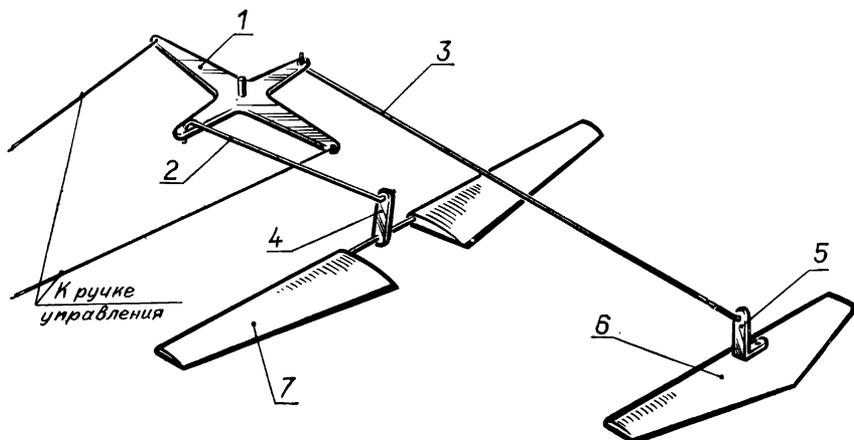


Рис. 4. Комбинированная система управления:

1 — качалка управления, 2 — тяга закрылков, 3 — тяга руля высоты, 4 — кронштейн закрылков, 5 — кронштейн руля высоты, 6 — руль высоты, 7 — закрылки.

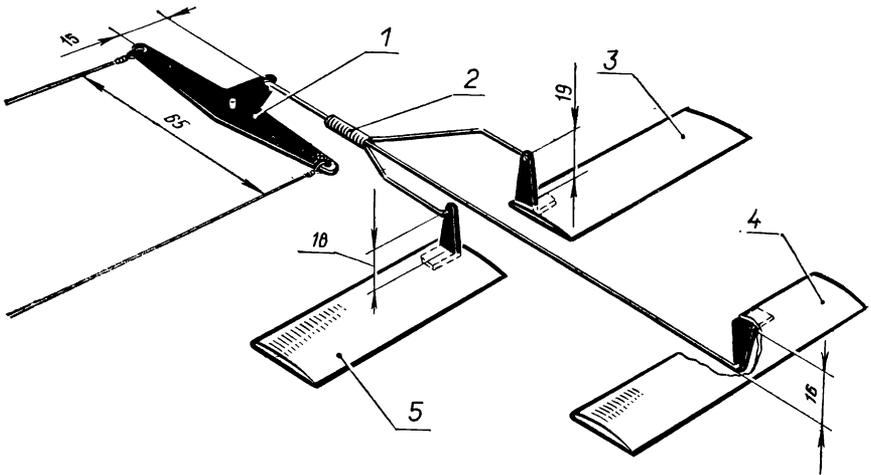


Рис. 5. Система управления с дифференциальным отклонением закрылков: 1 — качалка, 2 — тяга, 3 — правый закрылок, 4 — руль высоты, 5 — левый закрылок.

Наибольшее распространение получила система управления с трехплечевой качалкой и приводом на руль высоты. В этой системе (рис. 3) отклонение ручки управления 1 от нейтрального положения через натянутые корды 2 заставляет поворачиваться вокруг оси трехплечевую качалку 3. Поворот качалки вызывает перемещение тяги 4, которая через кронштейн 5 отклоняет руль высоты. Таким образом, при отклонении ручки управления синхронно отклоняется руль высоты модели.

На моделях, предназначенных для выполнения фигур пилотажного комплекса, применяют комбинированную систему управления (рис. 4). В такой системе при отклонении ручки управ-

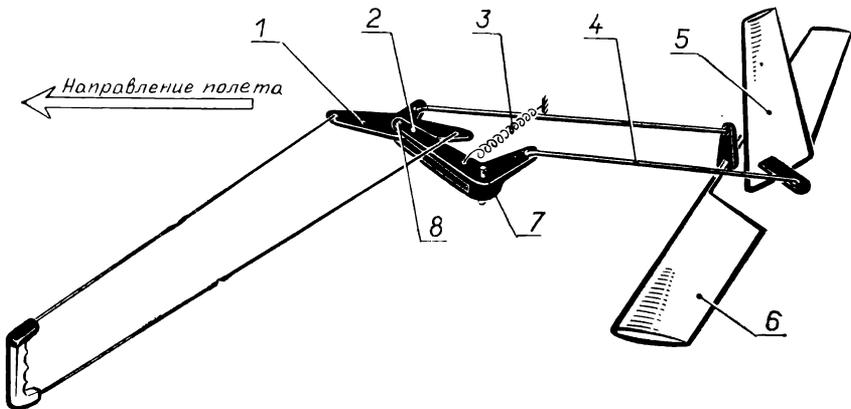


Рис. 6. Система управления с двумя качалками.

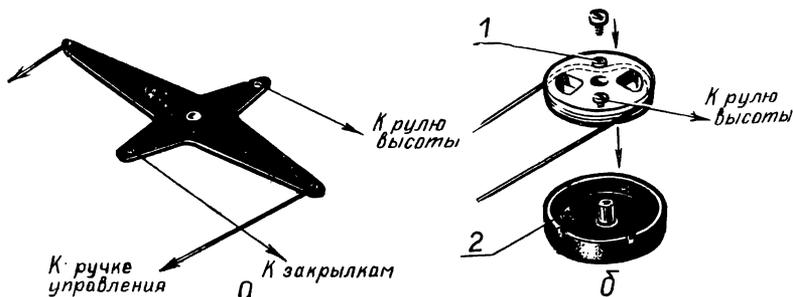


Рис. 7. Качалки управления:

a — из листового материала, *б* — круглая, точеная; 1 — винт фиксации тросика, 2 — чашка для закрепления.

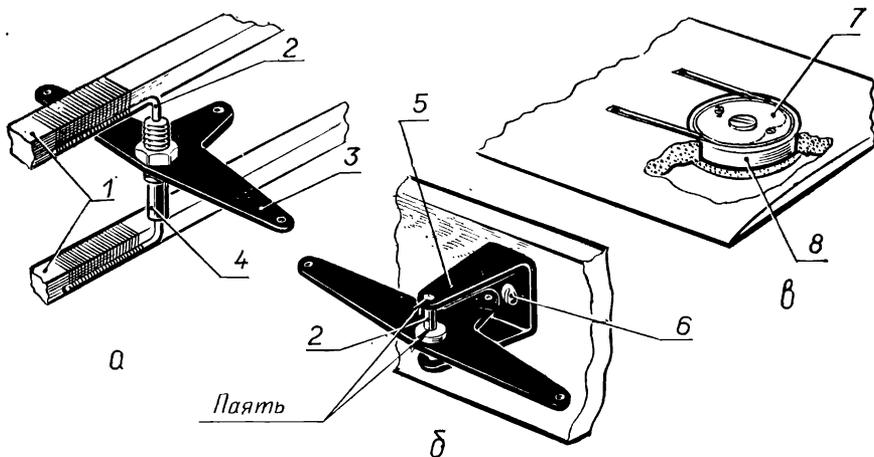


Рис. 8. Закрепление качалок управления:

a — на лонжероне крыла, *б* — на фюзеляже, *в* — вклеиванием в крыло; 1 — лонжероны, 2 — ось, 3 — качалка, 4 — резьбовая втулка, 5 — скоба, 6 — винт крепления скобы, 7 — круглая качалка, 8 — чашка.

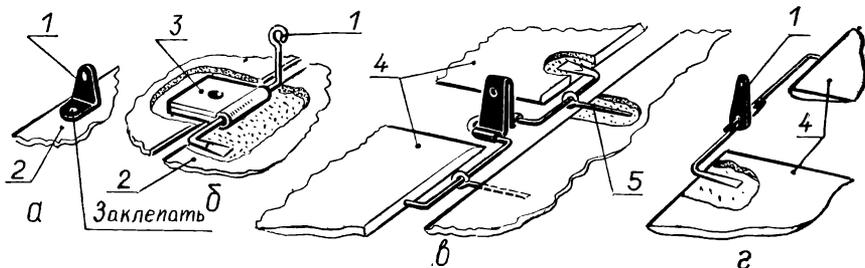


Рис. 9. Подвеска рулей высоты и закрылков:

a, *б* — кронштейны рулей высоты, *в*, *г* — кронштейны закрылков; 1 — кронштейн, 2 — руль высоты, 3 — шарнир, 4 — закрылки, 5 — шплинт.

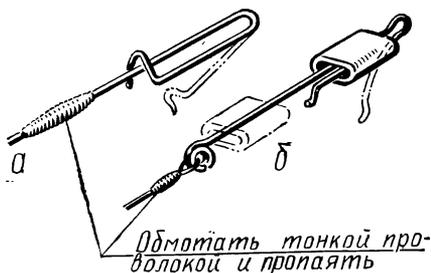


Рис. 10. Карабины:

a — из проволоки, *б* — с защелкой из трубки.

ления происходит одновременное отклонение в разные стороны руля высоты и закрылков. То есть при отклонении ручки управления вверх закрылки отклоняются вниз, а руль высоты — вверх.

Для обеспечения надежного натяжения корд применяют систему управления (рис. 5) с дифференциальным отклонением закрылков. Закрылок внутреннего крыла в такой системе отклоняется на $1,5 \dots 2^\circ$ больше, чем закрылок внешнего крыла. Это достигается установкой кронштейнов управления закрылками разной длины. Дополнительная сила натяжения кордов образуется за счет большей аэродинамической силы, возникающей на внутреннем крыле при отклонении закрылков.

Для этой же цели применяют на модели систему управления (рис. 6) с двумя качалками. Качалка 2 вращается на оси 7, укрепленной на модели. Правое плечо качалки через тягу 4 связано с кронштейном руля направления 5.

На левом плече укреплена ось 8 трехплечевой качалки управления 1. При слабом натяжении корд, например до старта, качалка 2 под действием пружины 3 поворачивается и устанавливает руль направления на максимальный угол (модель стремится из круга).

При полете с нормальным натяжением сила натяжения, преодолевая усилие пружины 3, поворачивает качалку 2 и, следовательно, руль направления на меньший угол.

Если при выполнении фигуры или порыве ветра натяжение корд ослабнет и модель, как говорят, войдет в круг, то пружина автоматически установит руль направления на больший угол и корды приобретут натяжение, необходимое для уверенного управления моделью.

Конструкции качалок управления и способы их крепления на моделях показаны на рисунках 7, 8.

Кронштейны и шарниры рулей управления (рис. 9) изготовляют из жести и стальной проволоки.

При установке системы управления на модель добиваются легкого, без заеданий отклонения рулей. Люфт рулей не должен превышать $2 \dots 3^\circ$.

Выводы корда от качалки управления изготовляют из стальной проволоки диаметром $0,5 \dots 0,8$ мм или из тросика, сплетенного из двух-трех нитей проволоки диаметром $0,3$ мм. Для удобного и быстрого прицепления корды концы выводов от качалок

снабжают карабинами, изготовленными из стальной проволоки диаметром 0,8...1 мм (рис. 10, а). В качестве защелки используют слегка расплюсченную латунную трубочку (рис. 10, б).

2. Конструкции фюзеляжа и моторама

Фюзеляж — основная часть модели. На фюзеляже монтируются крыло, хвостовое оперение и моторама для двигателя.

Различают плоские и объемные фюзеляжи. Конструкции плоских фюзеляжей показаны на рисунках 11—14. Их толщина может быть 8...15 мм.

Для устойчивой работы двигателя необходимо жесткое и надежное место крепления двигателя — мотораму усиливают брусочками или накладками. Наиболее распространен способ крепления двигателя с помощью винтов и металлических втулок с резьбой (рис. 11), вклеенных в мотораму.

Плоские фюзеляжи обычно применяют при изготовлении простых тренировочных моделей и моделей-полукопий. Простейший фюзеляж (рис. 12) состоит из трех пластин фанеры, которые после предварительной обработки соединяют вместе и обрабатывают по контуру.

Фюзеляж тренировочной модели, изготовленный из целой пластины липы с приклеенными брусками моторама, показан на рисунке 13. Плоский фюзеляж комбинированной конструкции показан на рисунке 14.

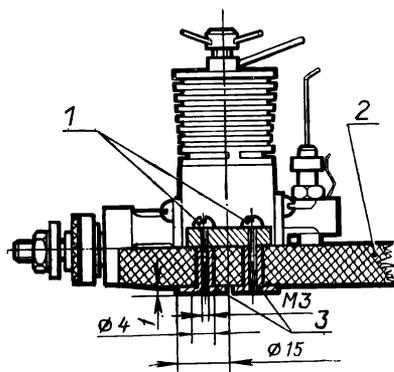


Рис. 11. Крепление двигателя:
1 — винты, 2 — моторама, 3 — грибки.

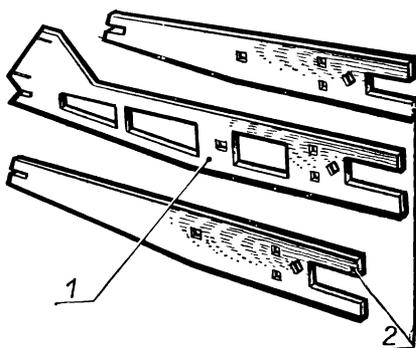


Рис. 12. Плоский фюзеляж из фанеры:
1 — средняя часть, 2 — боковины.

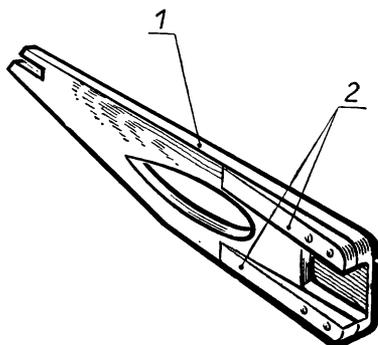


Рис. 13. Фюзеляж тренировочной модели:
1 — пластина, 2 — бруски моторама.

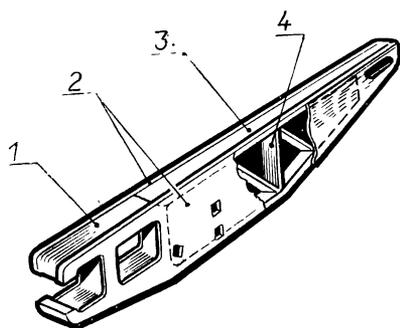


Рис. 14. Облегченный фюзеляж.

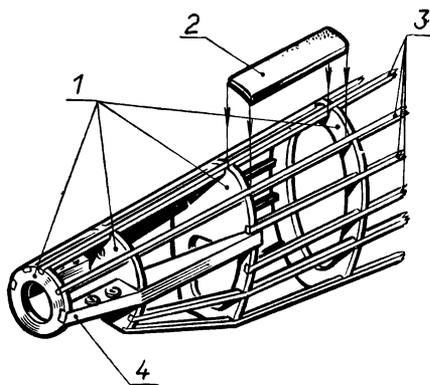


Рис. 15. Наборный объемный фюзеляж.

Основу его составляет моторама 1, к которой приклеены две боковины 2. Хвостовая часть фюзеляжа выполнена из двух реек 3, между которыми вклеены раскосы 4.

Объемные фюзеляжи (рис. 15—18) характерны для моделей сложной конструкции, например моделей-копий. На рисунке 15 показан наборный фюзеляж, состоящий из шпангоутов 1 и стрингеров 3. Моторама в этом случае образована двумя брусочками 4, вклеенными в силовые шпангоуты. Для получения гладкой внешней поверхности фюзеляж обклеивают тонким шпоном или вставляют в клетки, образованные шпангоутами и стрингерами

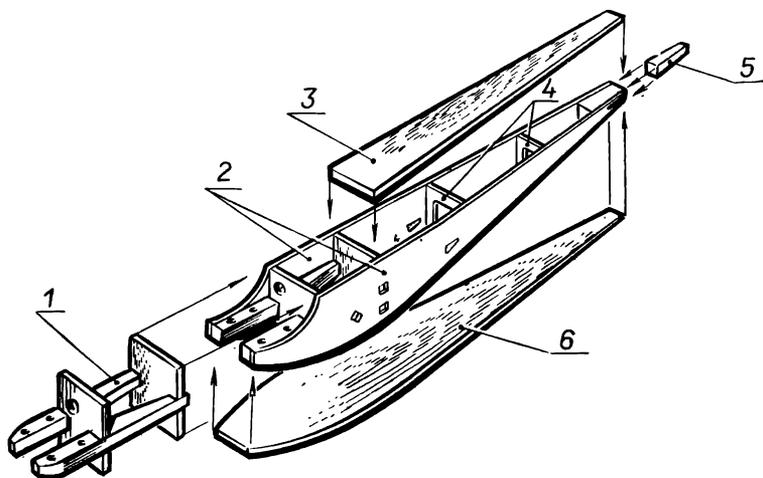


Рис. 16. Коробчатый фюзеляж.

(см. рис. 15), кусочки 2 из легкого материала, например пенопласта.

На многих моделях используется объемный фюзеляж, конструкция которого показана на рисунке 16. Отдельно склеивается моторама 1, вырезаются боковины 2, верхняя 3 и нижняя 6 крышки, задняя бобышка 5. Вначале между боковинами 2 вклеивается моторама 1, задняя бобышка и шпангоуты 4. Затем монтируется крыло, управление, шасси, подготавливается место под бак и приклеиваются верхняя и нижняя крышки.

Конструкция долбленного фюзеляжа показана на рисунке 17. Моторама 1 такого фюзеляжа изготовлена из древесины твердой породы, к которой крепится верхняя часть 2, нижняя 3 и капот 4.

Для скоростных моделей изготавливают фюзеляжи из стеклопластика (рис. 18). Они отличаются прочностью, технологичностью и хорошим качеством поверхности.

Для фюзеляжей сложной формы, например моделей-копий, применяют комбинированные конструкции, отдельные части которых имеют шпангоуты и стрингеры, детали выклеены из стеклопластика или выдолблены из целых кусков древесины.

На скоростных и гоночных моделях двигатель крепится на металлическом низке (рис. 19). Низок в свою очередь с установленным двигателем и топливным баком крепится винтами к фюзеляжу модели.

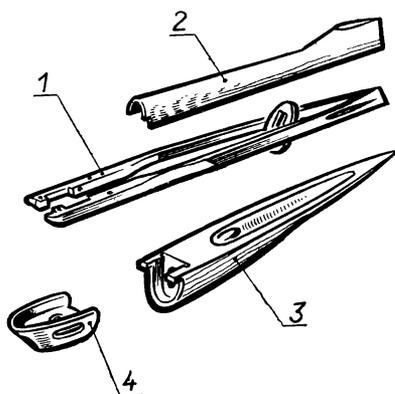


Рис. 17. Долбленный фюзеляж.

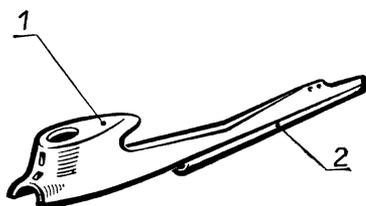


Рис. 18. Фюзеляж из стеклопластика:

1 — верхняя часть, 2 — нижняя часть.

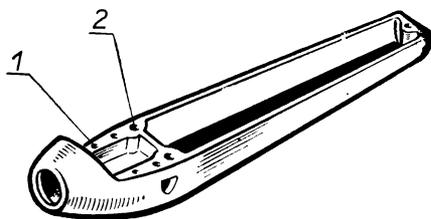


Рис. 19. Низок скоростной модели:

1 — отверстие с резьбой для крепления двигателя, 2 — отверстие для крепления низка модели.

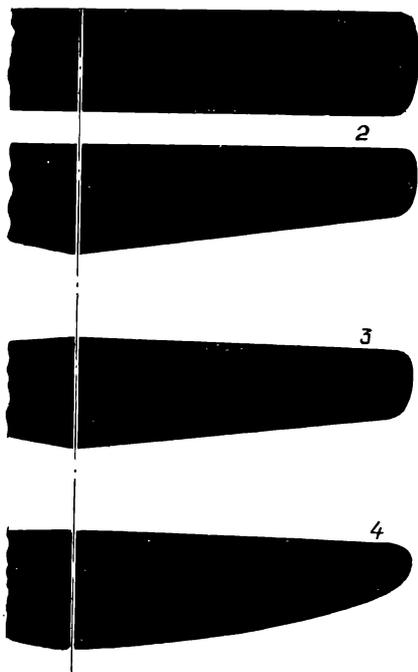


Рис. 20.

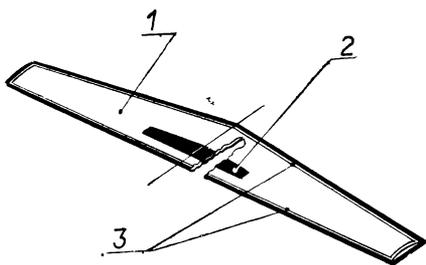


Рис. 21.

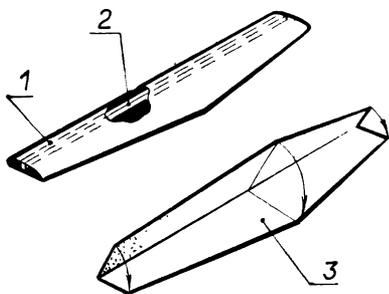


Рис. 22.

3. Конструкции крыла и хвостового оперения

Конструкции крыльев кордовых моделей весьма разнообразны. Наиболее часто применяемая форма крыльев в плане показана на рисунке 20.

Крылья с малой относительной толщиной и площадью 3,5...12 дм² изготавливают из целого куска древесины (рис. 21) или нескольких склеенных пластин. При использовании пластины 1 из бальзы или пенопласта крыло окантовывают по контуру рейками 3 из древесины липы, а центроплан усиливают вкладышем 2 из фанеры или древесины твердой породы, т. к. на нем монтируют качалку управления.

На рисунке 22 показана конструкция однолонжеронного крыла без наполнителя, с прямой передней кромкой. Обшивка крыла выполнена из листового дюралюминия Д16Т толщиной 0,3...0,5 мм. После предварительного изгиба заготовки крыла 3 вклеивают лонжерон 2 переменного сечения и склеивают задние кромки.

Конструкция наборного крыла (рис. 23) состоит из продольных элементов — лонжеронов, кромок и поперечных — нервюр. Лонжероны воспринимают изгибающий момент аэро-

Рис. 20. Форма крыльев в плане: 1 — прямоугольная, 2 — трапециевидная с прямой передней кромкой, 3 — трапециевидная, 4 — эллиптическая.

Рис. 21. Целиковое крыло.

Рис. 22. Крыло с металлической обшивкой:

1 — обшивка, 2 — лонжерон, 3 — заготовка обшивки.

динамических сил на крыле и во многом определяют прочность крыла. Конструкции лонжеронов и передних кромок показаны на рисунке 24, а, б, в.

Полки лонжеронов изготавливают из сосны или липы. Их сечение точно подгоняют под пазы в нервюрах, чтобы они плотно входили в них. Располагают полки лонжерона в месте максимальной толщины профиля крыла.

Передние кромки крыла применяют различных сечений. Наибольшее распространение получили передние кромки прямоугольного сечения. После склейки кромки с носиками нервюр ее обрабатывают, придавая плавный профиль.

Объемная облегченная передняя кромка, изготовленная из бальзы, показана на рисунке 25.

Для придания крылу жесткости и лучшей аэродинамической формы носик крыла обшивают шпоном липы или бальзы.

Заднюю кромку крыла без элеронов (см. рис. 23) изготавливают обычно из рейки липы. Для вклейки хвостиков нервюр в рейке пропиливают пазы. До вклейки нервюр ей придают профиль клина, сечение которого как бы продолжает профиль нервюр крыла.

Если крыло имеет закрылки (рис. 26), в заднюю кромку врезают узлы подвески 1, вклеивают трубку с кронштейном 2

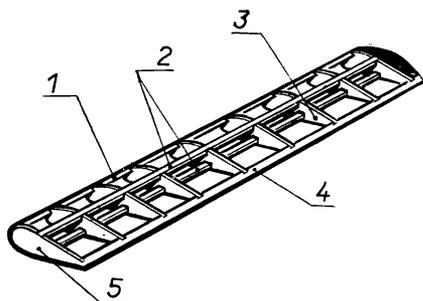


Рис. 23. Наборное крыло:
1 — передняя кромка, 2 — полки лонжерона, 3 — нервюры, 4 — задняя кромка, 5 — законцовка.

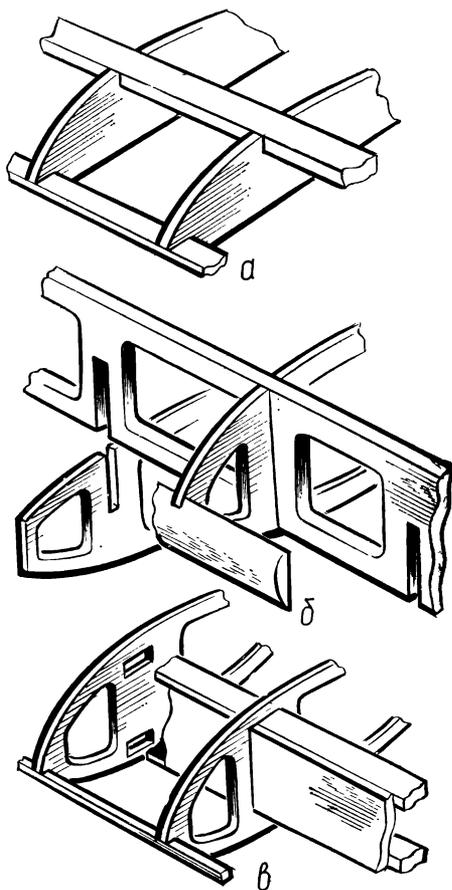


Рис. 24. Конструкция лонжеронов:

а — однополочный лонжерон, б — лонжерон из пластинки, в — двухполочный лонжерон со стенкой.

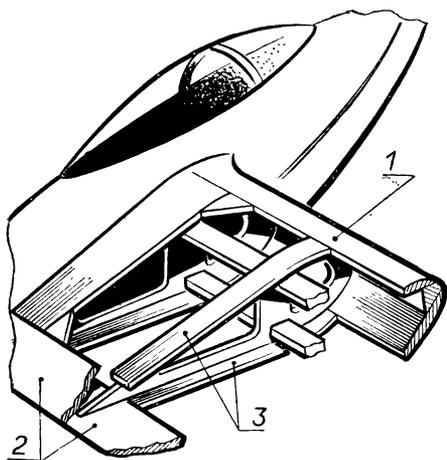


Рис. 25. Консоль крыла:
1 — объемная передняя кромка, 2 — пластины задней кромки, 3 — полки нервюр.

зают из листовой стали толщиной 2 мм и пропиливают в них пазы для полок лонжеронов. Опилев пакет нервюр по контуру и проделав пазы, шаблоны снимают и проделывают отверстия в нервюрах для тросов управления и для облегчения конструкции.

Для увеличения прочности и площади приклеивания бумаги нервюры (см. рис. 25) снабжают полками 3.

На концах крыла устанавливают законцовки, которые можно выполнить наборными (рис. 28, а) или из целого куска липы, пенопласта или бальзы (рис. 28, б). Для облегчения таких закон-

для управления закрылками. Задняя кромка, изготовленная из двух пластин, показана на рисунке 26.

Нервюры придают крылу необходимый профиль и передают местные воздушные нагрузки на лонжерон.

Материалами для изготовления нервюр служат фанера, шпон липы или бальзы.

Наиболее зарекомендовал себя пакетный способ изготовления нервюр. По этому способу заготовки нервюр собирают в пакет на винтах (рис. 27). При этом с краев пакета закрепляют шаблоны корневой и концевой нервюр.

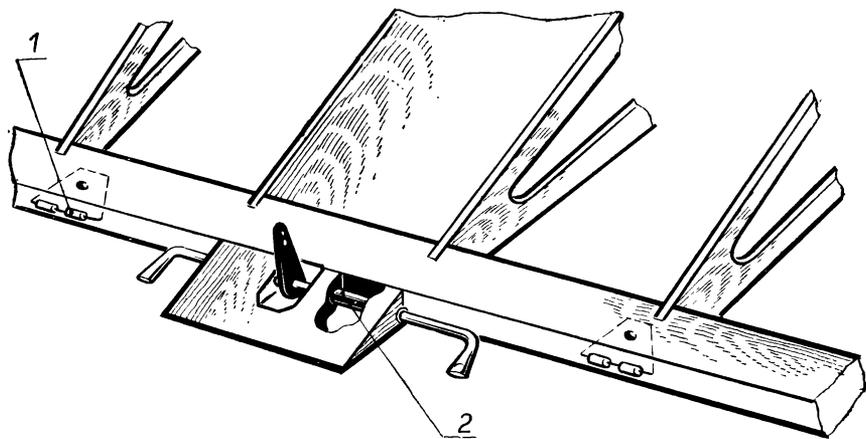


Рис. 26. Задняя кромка.

цовок в них высверливают изнутри два глухих отверстия. В законцовку 3 консоли внутреннего крыла вставляют трубочки 2, через которые проходят тросы управления 1.

В местах сочленения с фюзеляжем часть крыла для удобства обклейки зашивают шпоном, устанавливают толстые корневые нервюры или приклеивают по контуру рейку.

Для сохранения аэродинамической формы крыла и увеличения его прочности (см. рис. 25) часть крыла зашивают шпоном. Полки лонжерона в таком крыле опускают за контур и обшивку к ним не приклеивают.

Каркас крыла обклеивают микалентной цветной бумагой и несколько раз покрывают эмалитом для придания прочности обшивке и ее натяжения.

Хвостовое оперение изготовляют из пластин фанеры, липы или бальзы. Оно может быть сплошным, наборным или вырезанным из целого куска материала с последующим облегчением конструкции. Элементы хвостового оперения показаны на рисунке 29.

Стабилизатор и руль высоты на большинстве моделей имеют симметричный, двояковыпуклый профиль.

Для усиления кромок рулей к их торцевым поверхностям приклеивают пластины из целлулоида или фанеры.

Способы навески руля высоты, конструкции осей вращения и шарниров, изготовленных из стальной проволоки, жести, ниток и полотна, показаны на рисунке 30.

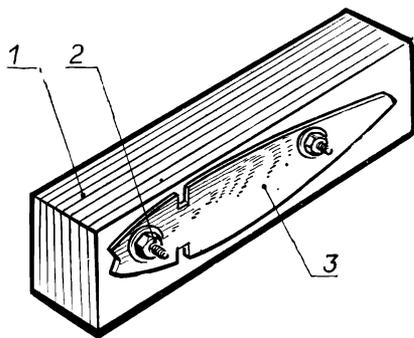
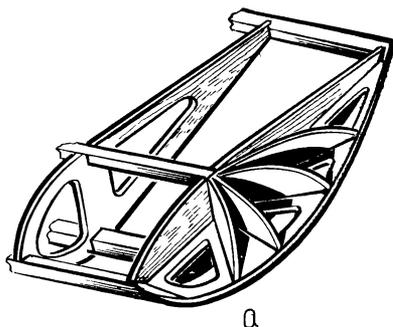
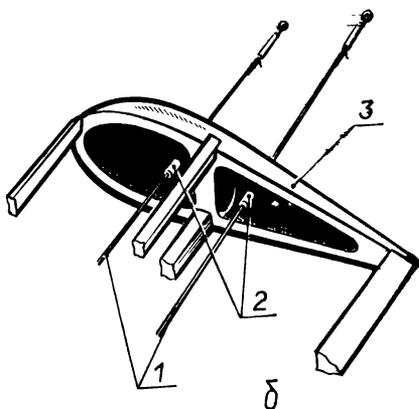


Рис. 27. Изготовление нервюр:
1 — пакет заготовок нервюр, 2 — элементы крепления, 3 — шаблон.



а



б

Рис. 28. Конструкции законцовок:
а — наборная, б — объемная облегченная.

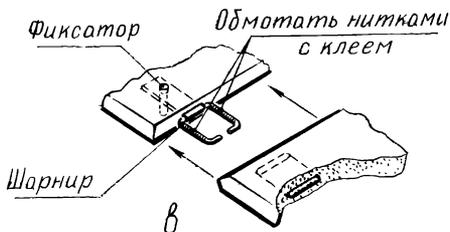
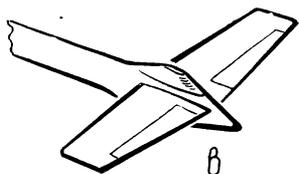
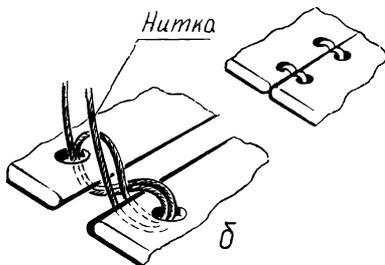
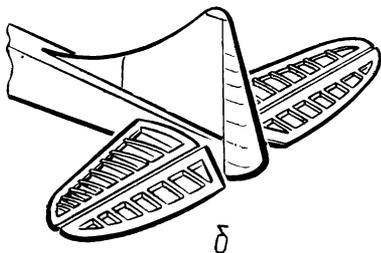
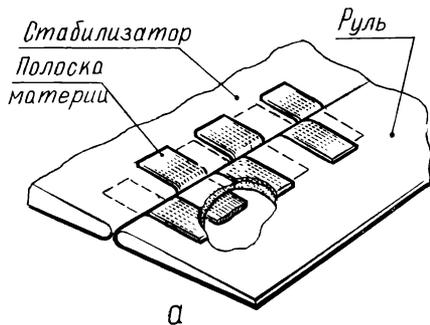
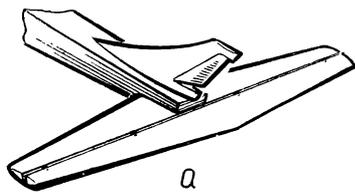


Рис. 29. Хвостовые оперения:
а — тренировочная модель, *б* — пилотажная модель, *в* — гоночная модель.

Рис. 30. Подвеска руля высоты и элеронов:
а — на матерчатых петлях, *б* — на нитках, *в* — на шарнирах.

4. Конструкции шасси

Конструкцию шасси выбирают в зависимости от класса моделей и требований, предъявляемых к их взлету и посадке.

Модели, стартующие с взлетных тележек или с рук, имеют только простейшие посадочные лыжи, предназначенные для гашения посадочной скорости и предохранения модели от поломок. Посадочные лыжи изготавливают из стальной проволоки (рис. 31) или пластин древесины твердых пород. Такие лыжи устанавливают на фюзеляже и концах крыла.

На рисунке 32 показано трехстоечное шасси с передним колесом. Стойки изготовлены из стальной проволоки диаметром

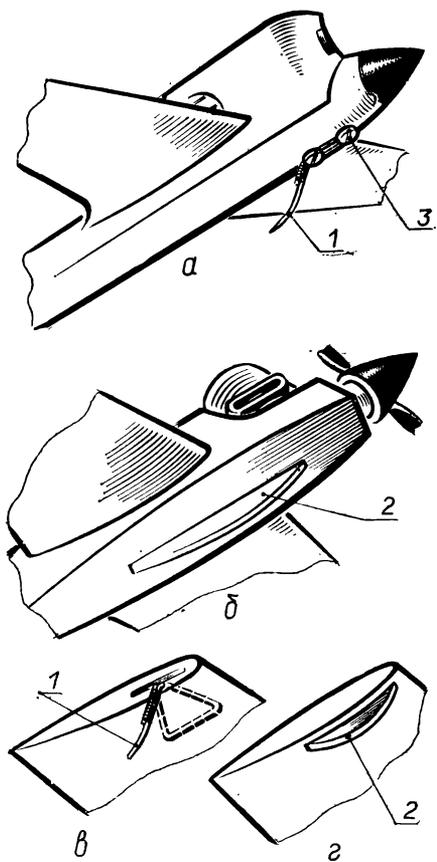


Рис. 31. Посадочные лыжи:

a, в — из проволоки; *б, г* — из пластин твердых пород древесины; *1* — проволочная посадочная лыжа, *2* — посадочная лыжа из древесины, *3* — винты крепления.

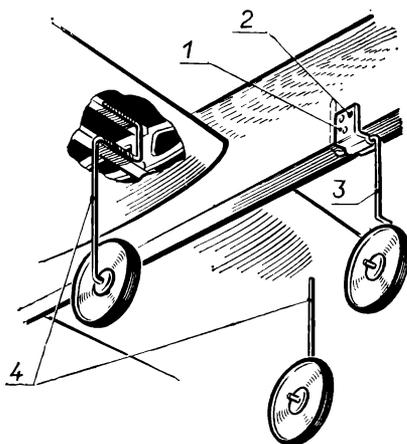


Рис. 32. Трехстоечное шасси из проволоки:

1 — накладка, *2* — гвоздики, *3* — передняя стойка, *4* — основные стойки.

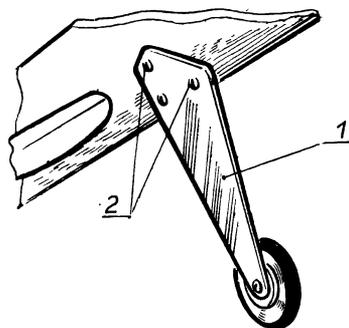


Рис. 33. Шасси из листового материала:

1 — стойка, *2* — винты крепления.

2,5...3 мм. Основные стойки шасси прикреплены к полкам лонжерона крыла нитками, а передняя стойка к фюзеляжу — накладкой из жести.

Центр тяжести модели должен находиться между стойками шасси ближе к основным.

Стойки шасси (рис. 33) иногда изготавливают из листового дюралюминия. В этом случае их крепят к усиленным нервюрам или непосредственно к фюзеляжу.

В кордовых моделях часто применяют одностоечное шасси с хвостовым колесом или кастылем, установленным на фюзеляже. Основную стойку такого шасси всегда располагают впереди центра тяжести модели.

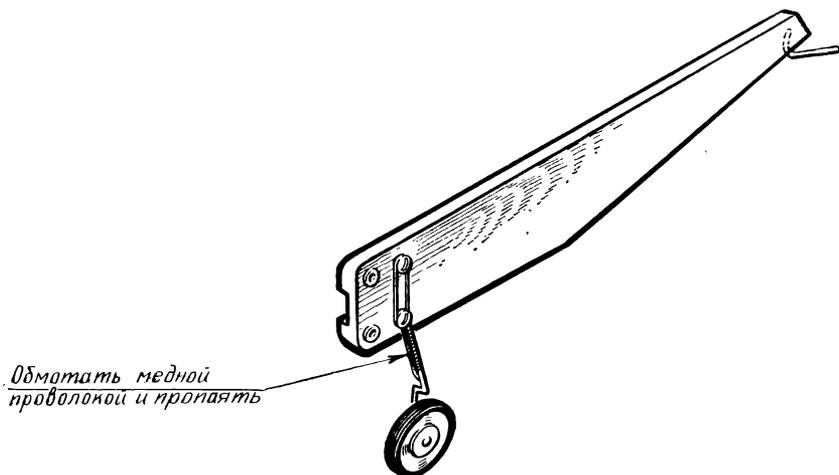


Рис. 34. Одностоечное шасси.

Конструкция одностоечного шасси показана на рисунке 34. Стойка изготовлена из стальной проволоки диаметром 2,5 ... 3 мм и крепится винтами к моторам. Шасси моделей-копий должны как можно точнее повторять шасси самолета-прототипа. Некоторые модели-копии имеют шасси с работающим амортизатором, шлиц-шарниром, механизмом уборки и тормозами.

На рисунке 35 показана основная стойка шасси 1 модели-копии самолета Як-9. Она снабжена пружинным амортизатором. На силовой нервюре 2 установлен узел крепления 3, в котором вращается ось шасси при его выпуске и уборке.

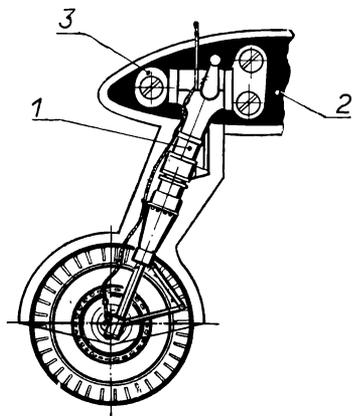


Рис. 35. Основная стойка шасси модели-копии Як-9.

Механизм уборки и выпуска шасси кордовой модели-копии (рис. 36) смонтирован на основании 4. Он имеет двухступенчатый редуктор. Вал электромотора 6 через червячную пару редуктора вращает вал 3, по резьбе которого перемещается муфта 5.

Муфта связана с рычагами 2, которые, смещая тяги 1, производят поворот стоек шасси в убранное или выпущенное положение.

Упрощенная конструкция шасси модели-копии самолета Ан-24 показана на рисунке 37. Стойка 2 выточена из прутка дюралюминия и жестко крепится к мотораме 1.

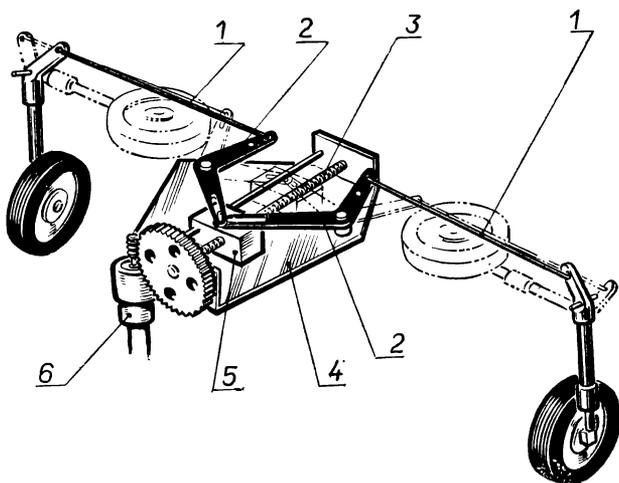


Рис. 36. Механизм уборки и выпуска шасси.

Колеса для шасси применяют, как правило, готовые. Но можно сделать их и самим. На рисунке 38 показана наиболее распространенная конструкция такого самодельного колеса для летающих моделей. Для его изготовления сначала вытачивают шайбу и ступицу. Между ними зажимают круг из пористой резины и обрабатывают его сначала напильником с крупной насечкой, а затем наждачной бумагой.

В качестве оси такого колеса используют винты с резьбой М3 или М4.

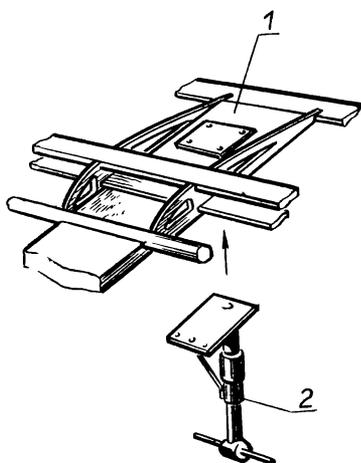


Рис. 37. Стойка шасси модели-копии Ан-24.

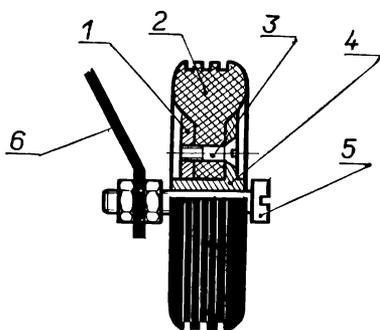


Рис. 38. Самодельное колесо:

1 — шайба, 2 — круг из пористой резины,
3 — винт, 4 — ступица, 5 — ось — винт М4,
6 — стойка шасси.

5. Рекомендации по выбору параметров

Полет кордовой модели по кругу накладывает некоторые особенности на ее конструкцию. Для уверенного управления моделью прежде всего необходимо обеспечить натяжение корды, которое достигается разнообразными способами, показанными на рисунке 39.

Хорошие результаты дает отклонение оси двигателя из круга на угол α , в этом случае часть тяги теряется на создание натяжения корды. Однако отклонять двигатель на угол α более 5° не следует.

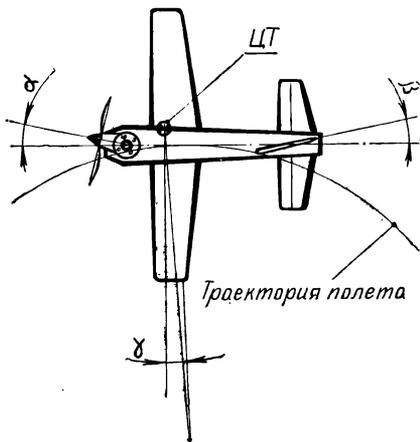


Рис. 39. Способы создания натяжения корды:

α — угол отклонения двигателя из круга ($0...5^\circ$), β — угол установки килея ($5...15^\circ$), γ — угол выхода нитей корды ($5...10^\circ$), ЦТ — центр тяжести модели.

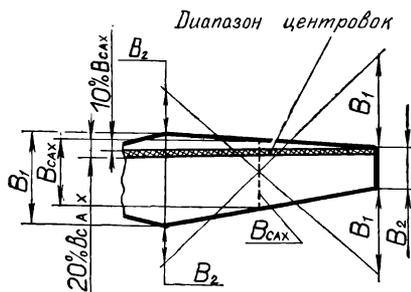


Рис. 40. Определение средней аэродинамической хорды:

B_1 — величина корневой хорды, B_2 — величина концевой хорды, $B_{сax}$ — величина средней аэродинамической хорды.

Для натяжения корды можно также отклонять часть килея, весь киль на угол β или спрофилировать его так, чтобы боковая сила, возникающая при полете на киле, вызывала поворот носа модели из круга.

Увеличение натяжения корды можно получить, смещая центр тяжести (ЦТ) модели. Для этого можно, например, загрузить грузиком массой $15...20$ г внешнюю бобышку крыла или сделать длину внутреннего крыла на $20...40$ мм больше внешнего. Возникающая при этом большая подъемная сила на внутреннем крыле создает момент, увеличивающий натяжение корды. Точку выхода корды из крыла надо относить назад на угол γ относительно перпендикуляра к оси модели, проходящего через ЦТ.

Для успешного полета кордовой модели необходимо правильное положение ЦТ модели, который должен находиться в пределах $10...20\%$ средней аэродинамической хорды крыла $[B_{сax}]$. При таком положении ЦТ модель будет статически устойчива. Величина и положение $B_{сax}$ зависят от формы крыла в плане. Ее легко найти (рис. 40) геометрическим построением.

Положение ЦТ модели влияет на степень ее продольной устойчивости и управляемости. Чем ближе ЦТ модели к передней кромке крыла (т. е. к 10% $V_{сах}$), тем большей степенью продольной устойчивости она обладает и тем хуже ее управляемость.

Для моделей, при полете которых не требуется выполнять фигуры высшего пилотажа, ЦТ надо располагать в пределах 10...15% $V_{сах}$. Модели с таким расположением центра тяжести «вялы» в управлении и переход с одной траектории на другую совершают с большими радиусами. Такая центровка моделей как бы сглаживает резкие отклонения рулей и «прощает» пилоту небольшие ошибки в управлении.

ЦТ пилотажных моделей или моделей «воздушного боя» должен находиться в пределах 15...20% $V_{сах}$. По мере уменьшения запаса продольной устойчивости (смещения ЦТ назад к 20% $V_{сах}$) модель становится чувствительнее в управлении и на отклонение ручки управления отвечает более резким маневром.

При большем смещении назад ЦТ модель становится неустойчивой. Она может без вмешательства пилота произвольно совершать различные маневры, и заставить такую модель лететь по горизонту очень трудно.

Для пилотажных моделей очень важно найти то положение ЦТ, при котором модель была бы статически устойчива и обладала хорошей управляемостью.

Параметры моделей следует выбирать, исходя из имеющегося двигателя, материалов и технологии, которая будет использоваться при изготовлении моделей.

Профиль крыла модели в значительной степени определяет ее летные качества.

Прямая линия, относительно которой определяются точки обвода профиля, называется хордой. Для построения профиля крыла задается исходная таблица. Все величины в этой таблице выражают в процентах длины хорды. При построении профиля задается величина хорды крыла (т. е. его ширина) и рассчитываются координаты профиля.

Например, координаты для профиля CLARK Y-6 с длиной хорды 200 мм указаны в таблице 1.

По оси X сначала откладывают от носика профиля точки на расстоянии 2,5 мм; 5; 10 и т. д. Затем восстанавливают в них перпендикуляры (рис. 41) и откладывают относительно хорды

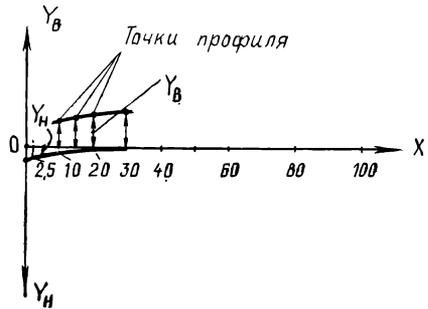


Рис. 41. Построение профиля.

Таблица 1

X , мм	0	2,5	5	10	15	20	30	40
Y_B , мм	3,78	5,6	6,66	8,1	9,08	9,84	10,96	11,64
Y_H , мм	3,78	1,98	1,5	0,96	0,64	0,44	0,16	0,04
X , мм	60	80	100	120	140	160	180	200
Y_B , мм	12,0	11,7	10,8	9,38	7,54	5,36	2,88	0,0
Y_H , мм	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

профиля ординаты Y_B и Y_H . Полученные точки соединяют по лекалу плавной кривой.

Исходные данные профилей (рис. 42) сведены в таблицу 2. Для тренировочных моделей применяют профили 2, 3, 4, 5, для пилотажных и «воздушного боя» — 1, 2, 3. Для скоростных и гоночных моделей наиболее подойдут профили 1, 4, 5.

Осваивая технику управления кордовыми моделями, моделист, как правило, строит из недефицитных материалов несколько тренировочных моделей простой конструкции (рис. 43). Фюзеляж таких моделей плоский, крыло наборное, система управления с приводом только на руль высоты, шасси с передним колесом. Освоив систему управления простыми кордовыми моделями и приобретая навыки работы с двигателями, приступают к постройке спортивных моделей.

Модели, предназначенные для достижения максимальной скорости полета, называются скоростными. Они отличаются небольшими размерами и имеют шасси, которое сбрасывается после взлета модели. Общий вид скоростной модели показан на рисунке 44. Фюзель-

1		NACA-0006
2		NACA-0009
3		NACA-0018
4		G-443
5		CLARK Y-6
6		B-8356
7		NACA-6412
8		MVA-301
9		G-361
10		NACA-4409

Рис. 42. Профили крыла.

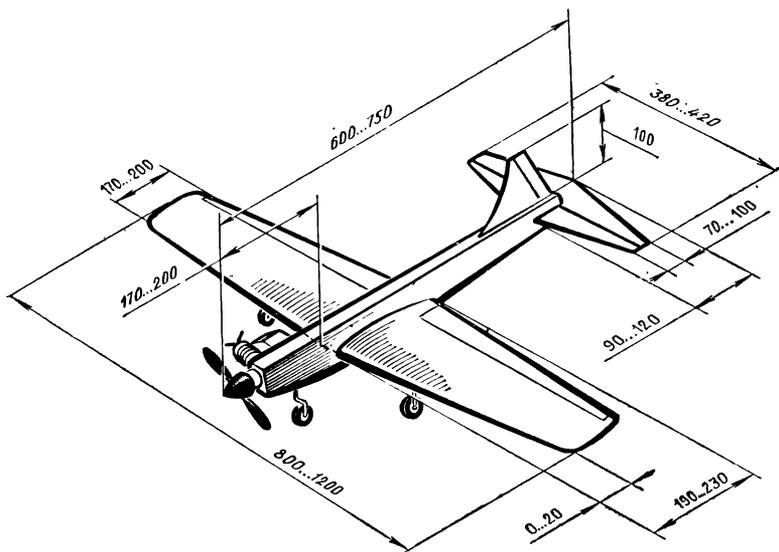


Рис. 43. Тренировочная модель.

ляж модели имеет хорошую удобоуптекаемую форму, а двигатель для увеличения мощности снабжен резонансной выпускной трубой. Крыло и стабилизатор изготовляют из целой пластины (см. рис. 21) или из листа Д16Т (см. рис. 22).

Управление скоростной моделью производится специальной ручкой управления с горизонтальным стержнем. В центре кордодрома (рис. 45) помещают свободно вращающуюся вилку пилонна 1. После взлета модели моделист устанавливает на вилку го-

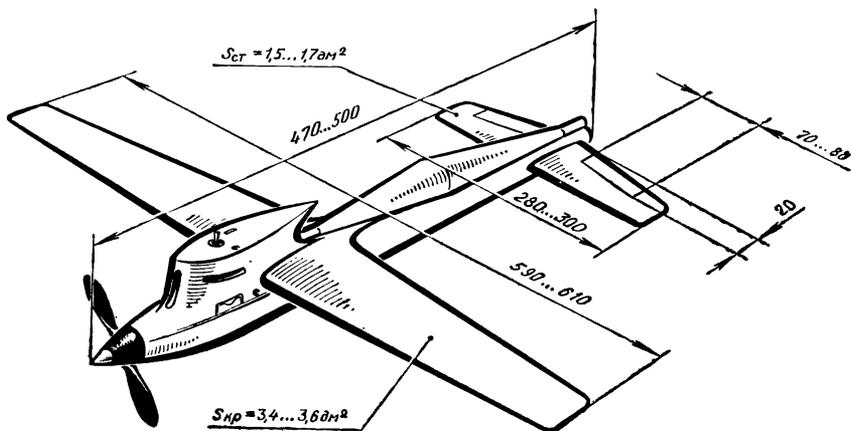


Рис. 44. Скоростная модель.

№ п/п	Название профиля	Координаты						
		x, %	0	1,25	2,5	5	7,5	10
1	NACA-0006	y _В , %	0	0,94	1,3	1,77	2,10	2,34
		y _Н , %	0	-0,94	-1,3	-1,77	-2,10	-2,34
2	NACA-0009	y _В , %	0	1,42	1,96	2,66	3,15	3,51
		y _Н , %	0	-1,42	-1,96	-2,66	-3,15	-3,51
3	NACA-0018	y _В , %	0	2,84	3,92	5,33	6,3	7,02
		y _Н , %	0	-2,84	-3,92	-5,33	-6,3	-7,02
4	G-443	y _В , %	0	0,6	0,85	1,15	1,45	1,60
		y _Н , %	0	-0,6	-0,85	-1,15	-1,45	-1,60
5	CLARK Y-6	y _В , %	1,79	2,8	3,33	4,05	4,54	4,92
		y _Н , %	1,79	0,99	0,75	0,48	0,32	0,22
6	B-8356	y _В , %	1,11	3,0	4,15	5,83	7,08	8,0
		y _Н , %	1,11	0,17	0,03	0,05	0,25	0,5
7	NACA-6412	y _В , %	0	2,73	3,80	5,36	6,57	7,58
		y _Н , %	0	-1,23	-1,64	-1,99	-2,05	-1,99
8	MYA-301	y _В , %	4,3	—	8,3	9,9	—	12,0
		y _Н , %	4,3	—	3,1	3,3	—	3,7
9	G-361	y _В , %	0,8	—	3,4	4,9	—	6,9
		y _Н , %	0,8	—	0,1	0,4	—	1,1
10	NACA-4409	y _В , %	0	0,81	2,61	3,74	4,64	5,37
		y _Н , %	0	-1,05	-1,37	-1,65	-1,74	-1,73

Таблица 2

профиля									
15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
2,67	2,86	3,0	2,9	2,64	2,28	1,83	1,31	0,72	0
-2,67	-2,86	-3,0	-2,9	-2,64	-2,28	-1,83	-1,31	-0,72	0
4,0	4,3	4,5	4,35	3,97	3,42	2,74	1,96	1,08	0
-4,0	-4,3	-4,5	-4,35	-3,97	-3,42	-2,74	-1,96	-1,08	0
8,01	8,60	9,0	8,7	7,94	6,84	5,49	3,93	2,17	00
-8,01	-8,60	-9,0	-8,7	-7,94	-6,84	-5,49	-3,93	-2,17	00
2,05	2,15	2,5	2,5	2,35	2,05	1,6	1,15	0,65	00
-2,05	-2,15	-2,5	-2,5	-2,35	-2,05	-1,6	-1,15	-0,65	00
5,48	5,82	6,0	5,85	5,4	4,69	3,77	2,68	1,44	00
0,08	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
9,15	9,97	10,37	9,91	8,88	7,50	5,90	4,20	2,32	0,33
1,19	1,87	2,7	3,05	2,98	2,67	2,22	1,62	0,89	0,0
—	10,34	11,65	11,80	11,16	9,95	8,23	6,03	3,33	00
—	-1,25	-0,38	0,20	0,55	0,78	0,85	0,73	0,39	0,0
13,4	14,2	14,9	14,7	13,9	12,5	10,8	8,6	6,2	3,5
—	4,6	5,2	5,4	5,3	5,2	4,9	4,3	3,8	3,2
—	8,9	9,3	9,0	8,2	7,0	5,6	4,0	2,1	0,1
—	2,1	2,8	3,1	3,2	3,0	2,6	2,0	1,0	0,1
6,52	7,33	8,25	8,35	7,87	7,0	5,76	4,219	2,33	0
-1,55	-1,3	-0,76	-0,35	-0,07	0,14	0,26	0,26	0,14	0

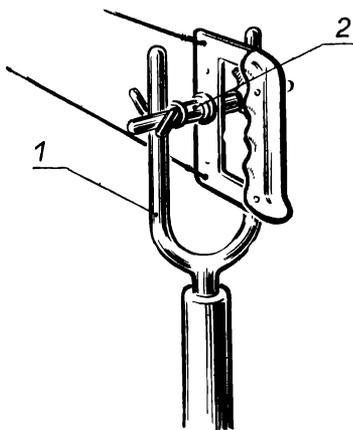


Рис. 45. Вилка пилона и ручка управления скоростной моделью.

Одновременно соревнуются три экипажа. Пилот управляет моделью, а механик запускает двигатель и выпускает модель в полет. Объем топливного бака модели ограничен (не более 7 см^3), поэтому модель может пролететь базу только после того, как совершит несколько посадок. Большое значение в соревнованиях моделей этого класса имеет слаженность работы экипажа и быстрый запуск двигателя.

Крыло гоночной модели изготавливают из целой пластины, а фюзеляж выклеивают из стеклоткани с эпоксидной смолой или вырезают из целых пластин древесины.

На рисунке 47 изображена пилотажная модель под двигатель объемом $5 \dots 7 \text{ см}^3$. Такие модели имеют фюзеляж и крыло набор-

горизонтальный стержень 2 ручки управления. Этот момент служит сигналом для начала замера скорости полета. Во время замера модель должна пролететь 10 кругов (при длине корда $15,92 \text{ м}$ это составляет расстояние в 1000 м).

Гоночные модели (рис. 46) имеют ярко выраженное внешнее сходство с самолетом. Подчеркивает сходство то, что двигатель модели полностью закапотирован, а в прозрачной кабине находится кукла-пилот.

Соревнования гоночных моделей проводят на достижение минимального времени прохождения базы — 100 кругов полета.

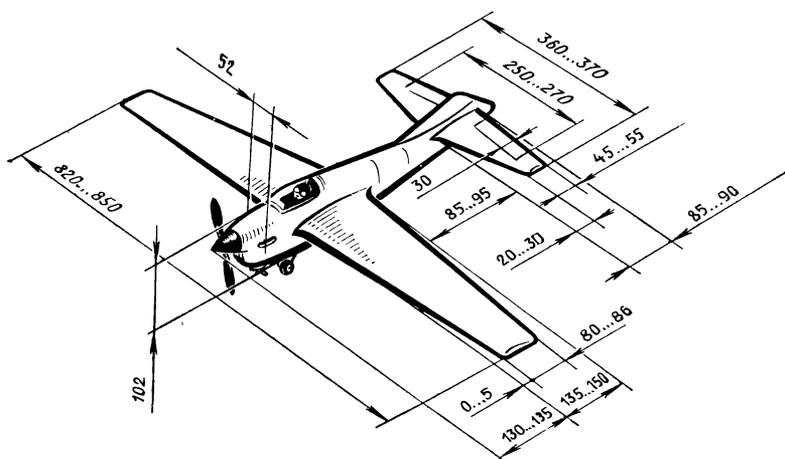


Рис. 46. Гоночная модель.

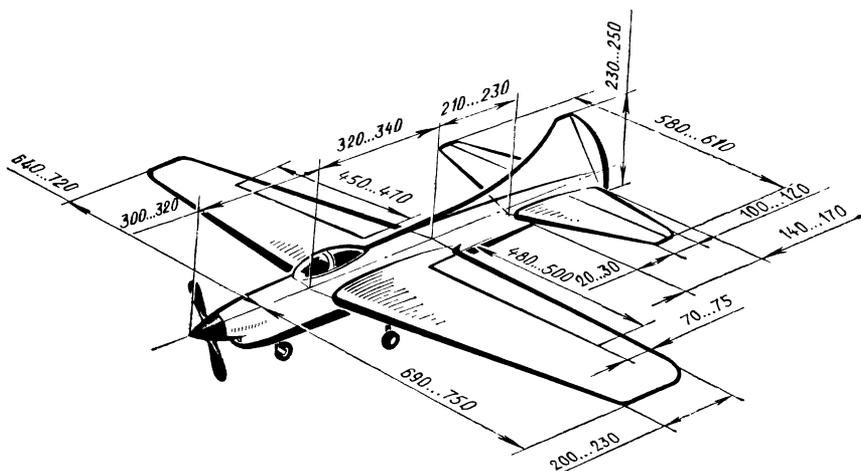


Рис. 47. Пилотажная модель.

ной конструкции, систему управления с дифференциальным отклонением закрылков или комбинированную. Пилотажные модели предназначены для выполнения фигур пилотажного комплекса, в который входят мертвые петли, полет на спине, восьмерки и другие фигуры. Соревнования проводятся на качество выполнения фигур пилотажного комплекса. Для большего зрительного эффекта модели красят в яркие цвета, оборудуют кабинами и оснащают двигателем внутреннего сгорания с глушителем.

На соревнованиях можно встретить модели для «воздушного боя» типа «летающее крыло», у которых нет вертикального оперения и внутренняя часть крыла на 20...40 мм длиннее внешней. На рисунке 48 показаны две разновидности таких моде-

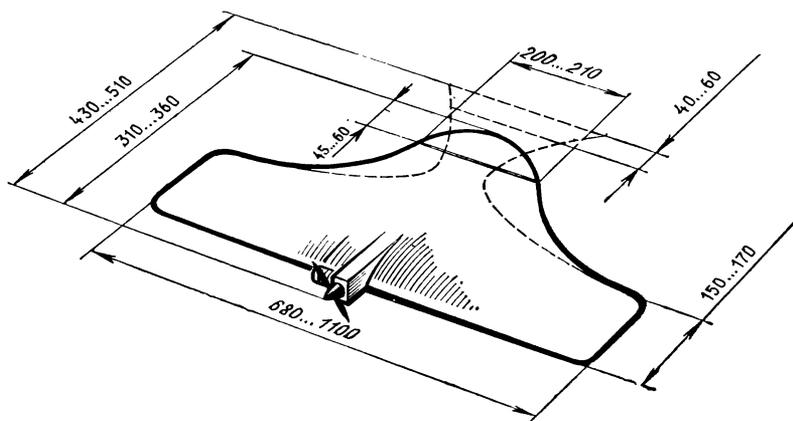


Рис. 48. Модель «воздушного боя».

лей: с обычным рулем высоты и типа «ласточкин хвост». Вторая обладает более высокой маневренностью. Крыло выполняют наборной конструкции или вырезают из куска пенопласта.

Кроме перечисленных типов кордовых моделей, авиамоделисты, имеющие достаточный опыт, строят модели-копии. Модель-копия — это воспроизведение в миниатюре летательного аппарата, управляемого человеком. При изготовлении таких моделей надо изучить конструкцию выбранного прототипа, его характеристики и познакомиться с историей создания.

Глава II.

СВОБОДНОЛЕТАЮЩИЕ МОДЕЛИ

В отличие от кордовых моделей, свободнолетающие модели, кроме радиоуправляемых, после старта летят самостоятельно, и моделист не может управлять их полетом. Поэтому для определения и устранения недостатков их запускают в кратковременные полеты. После анализа характера этих полетов моделист производит соответствующие доработки и регулировки.

Свободнолетающие модели строят с двигателями внутреннего сгорания, резиновыми или без двигателя. Безмоторные модели называют планерами.

6. Конструкции крыла и оперения

К конструкциям крыла и оперения свободнолетающих моделей предъявляются противоречивые требования: их конструкции должны быть прочными, жесткими на изгиб и кручение и легкими, повторять возможно точнее формы выбранных профилей и быть простыми в изготовлении. Выбирают такой способ крепления крыла к фюзеляжу, чтобы он выдерживал максимальные полетные перегрузки и удары при нормальной посадке, но при неудачном полете и сильном ударе о землю этот способ крепления должен обеспечить рассоединение крыла и фюзеляжа, чтобы не произошло серьезной поломки модели. Выполнение таких противоречивых требований возможно только при правильном выборе конструкции модели и ее тщательном изготовлении.

Наиболее часто в свободнолетающих моделях применяют форму крыльев, вид в плане и вид спереди которых показан на рисунке 49.

При изготовлении простейших моделей выбирают безлонжеронную конструкцию (рис. 50). Такое крыло имеет переднюю и заднюю рейки 1, соединенные законцовками 2, и нервюры 3. Нервюры и законцовки изготовляют из проволоки алюминиевого сплава или бамбуковых реек. Консоли выполняют неразборными и соединяют их с помощью ниток на алюминиевых пластинках 4. Крыло обтягивают, например, папиросной бумагой только свер-

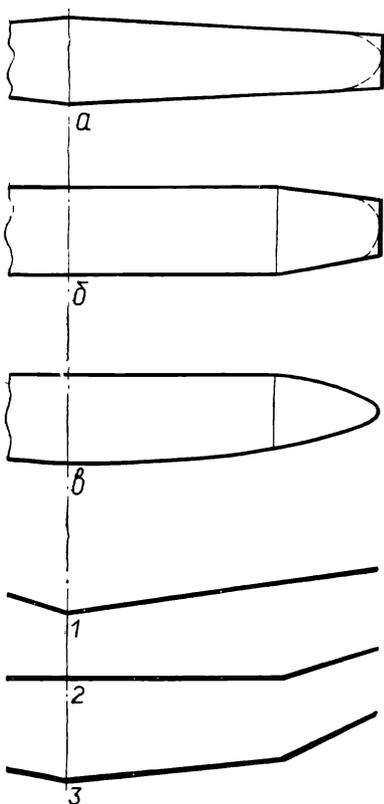


Рис. 49. Форма крыла:

a — трапециевидная, *б* — трапециевидная с прямоугольным центропланом, *в* — эллиптическая; *1* — V-образная, *2* — U-образная, *3* — двойная V-образная.

ху и для лучшего натяжения поверхность слегка смачивают водой. Можно обклеивать крыло и микалентной бумагой, но при ее натягивании после покрытия эмалитом трудно избежать перекосов. Конструкции хвостового оперения простых моделей аналогичны крылу.

На рисунке 51 показано устройство однолонжеронного крыла, которое обтягивают с двух сторон микалентной бумагой.

Продольные элементы крыла — полки лонжерона *1*, передняя *2* и задняя *3* рейки, а поперечные — нервюры *4* и законцовки.

Лонжерон располагают в месте максимальной толщины профиля, примерно на расстоянии $\frac{1}{3}$ хорды от его носика. Полки лонжерона для увеличения проч-

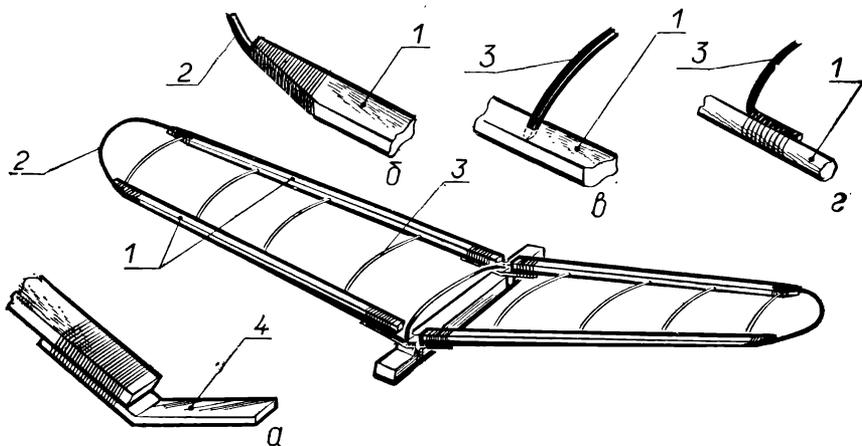


Рис. 50. Крыло схематической модели:

a — соединение кромок, *б* — крепление законцовок, *в*, *г* — крепление нервюры.

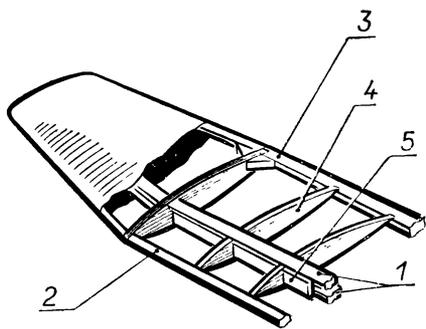


Рис. 51. Конструкция однолонжеронного крыла.

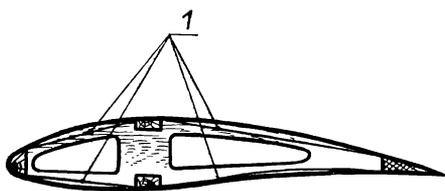


Рис. 52. Искажение профиля крыла бумажной обшивкой:

1 — форма обшивки после натяжения.

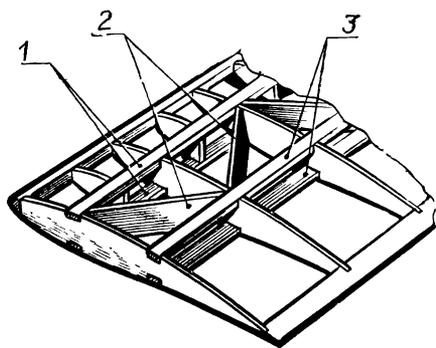


Рис. 53. Двухлонжеронное крыло:

1 — полки первого лонжерона, 2 — раскосы, 3 — болки второго лонжерона.

ности и жесткости усиливают стенкой 5.

Нервюры вместе с обшивкой, передней и задней рейками образуют профиль крыла, и их устанавливают с шагом 0,25 ... 0,3 средней геометрической хорды крыла.

Бумажная обшивка такого крыла при натяжении значительно искажает его профиль (рис. 52). Особенно искажению подвергается носик крыла.

Этот недостаток можно уменьшить путем установки дополнительных носиков нервюр между основными нервюрами крыла или путем обклейки носика крыла бальзовым или липовым шпоном.

На крыльях с профилем большой кривизны и с большой хордой устанавливают два (рис. 53) или несколько лонжеронов. В пространстве между лонжеронами помещают раскосы или нервюры, что значительно повышает прочность крыла.

Для крыльев, работающих с большой нагрузкой, например таймерных моделей, применяют конструкцию с несущей обшивкой (рис. 54), которая воспринимает изгибающий и крутящий моменты от аэродинамических сил. В этом случае надобность в лонжеронах отпадает.

Крепление консолей крыла к пилону выполняют на штырях (рис. 55) или языках. Корневую часть крыла усиливают обшивкой из шпона, устанавливают нервюры в 2 раза чаще и помещают

между ними наполнитель из бальзы или пенопласта.

При постройке свободнолетающих моделей наиболее часто используют конструкции килей, показанные на рисунке 56, а, б.

7. Конструкции фюзеляжей

В простейших схематических моделях планера и самолета в качестве фюзеляжа используют одну или две рейки, к которым прикрепляют носик, крыло и хвостовое оперение.

Носик фюзеляжа такого планера (рис. 57) можно выполнить из фанеры, пластин бальзы, липы или применить конструкцию с металлическим гребнем (рис. 58).

В носике размещают грузик для центровки, часовой механизм — таймер и стартовый крючок, на который надевают при старте модели кольцо леера.

Стартовый крючок 3 закрепляют на гребне шарнирно и соединяют кусочком лески 4 с рулем поворота б. При свободном полете резинка 5 отклоняет руль поворота и модель совершает полет кругами, что обеспечивает ей максимальное время нахождения в восходящем потоке.

При старте модели стартовый крючок, вращаясь вокруг оси, из-за натяжения леера смещается вперед и устанавливает руль в нейтральное положение. В этом случае модель летит по прямой.

Для крепления крыла на носике устанавливают штыри

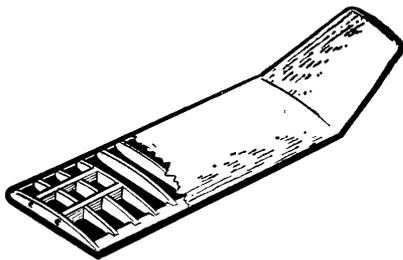


Рис. 54. Крыло с несущей обшивкой.

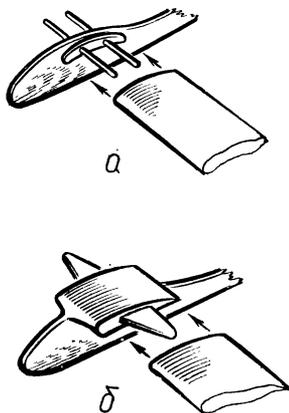


Рис. 55. Крепление консолей к пилону: а — на штырях из проволоки, б — на язычках из листа Д16Т.

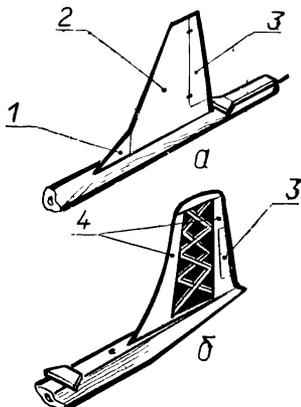


Рис. 56. Конструкции килей: а — из пластины, б — наборная конструкция; 1 — форкиль, 2 — средняя часть, 3 — руль направления, 4 — кромки.

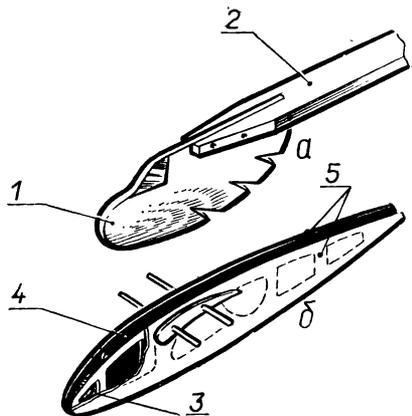


Рис. 57. Конструкции носиков фюзеляжа:

a — плоский из фанеры, *б* — объемный;
 1 — носик, 2 — рейка фюзеляжа, 3 — камера для груза, 4 — центральная пластина, 5 — боковины.

из высокопрочной стальной проволоки.

Балку фюзеляжа можно выдолбить из древесины (рис. 59, *a*), собрать из тонких реек ферменной (рис. 59, *б*) или коробчатой конструкции (рис. 59, *в*).

На рисунке 60 показана ферменная конструкция фюзеляжа резиномоторной модели. Собирают такой фюзеляж в следующем порядке: сначала склеивают правую и левую фермы фюзеляжа и затем между ними сверху и снизу вставляют распорки. Поверхность фюзеляжа обтягивают микалентной бумагой и покрывают эмалитом.

Основным недостатком таких конструкций является их

повреждение при обрыве резинового двигателя.

Наиболее часто применяют фюзеляжи круглого сечения (рис. 61). Моторную часть 1 можно изготовить из дюралюминиевой трубы Д16Т, предварительно доведя толщину стенки до 0,2... 0,3 мм на токарном станке.

Прочный и хорошей обтекаемой формы фюзеляж можно изготовить из фанерного шпона. Шпон предварительно распарива-

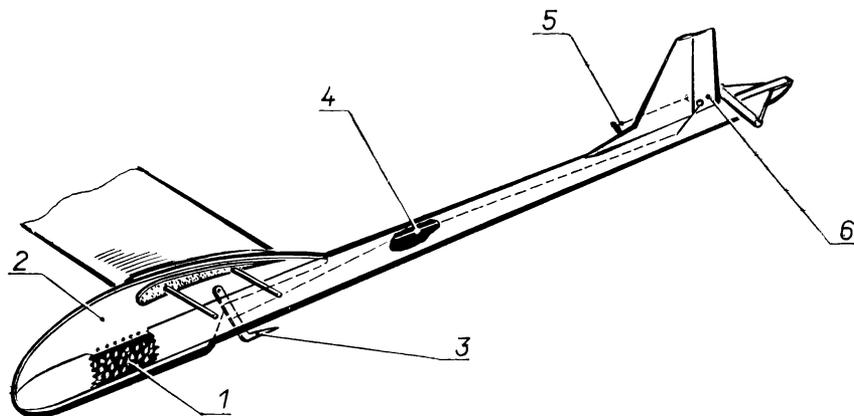


Рис. 58. Фюзеляж с металлическим гребнем:

1 — камера для груза; 2 — гребень из листа Д16Т толщиной 2 мм.

ют в горячей воде, а затем формируют на болванке, закрепляя по всей длине резиновой нитью.

Мотораму таймерной модели (рис. 62, а) изготавливают из брусочков бука или граба, которые клеивают в шпангоуты фюзеляжа.

Иногда для удобства регулировки угла отклонения двигателя мотораму (рис. 62, б) фрезеруют из дюралюминия и укрепляют на резьбовых шпильках, вклеенных в силовые шпангоуты.

На рисунке 62, в показан монолитный низок таймерной модели.

На хвостовой части фюзеляжа таймерной модели делают площадку для крепления стабилизатора.

Наиболее часто используют фюзеляж смешанной конструкции. Например, фюзеляж таймерной модели: его передняя часть с пилоном наборная, состоит из силовых шпангоутов, а хвостовая выклеена из бальзового шпона. Возможны и другие сочетания типов конструкций фюзеляжей.

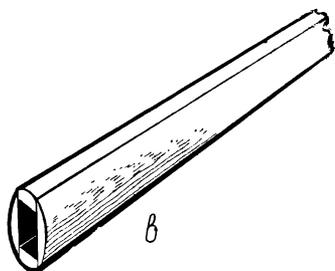
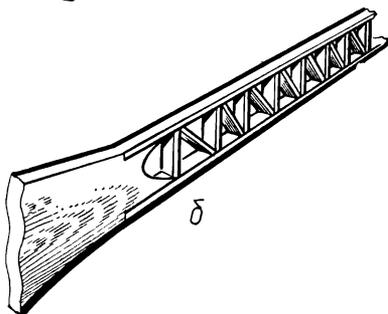
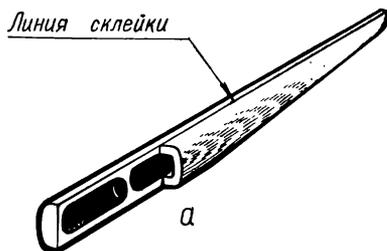


Рис. 59. Балки фюзеляжа.

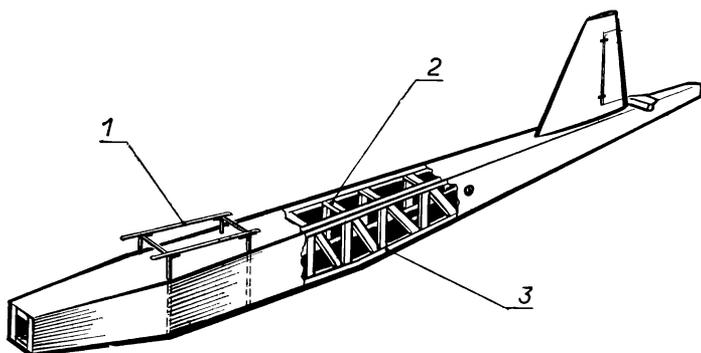


Рис. 60. Фюзеляж ферменной конструкции:
1 — пилон, 2 — распорки, 3 — ферма фюзеляжа,

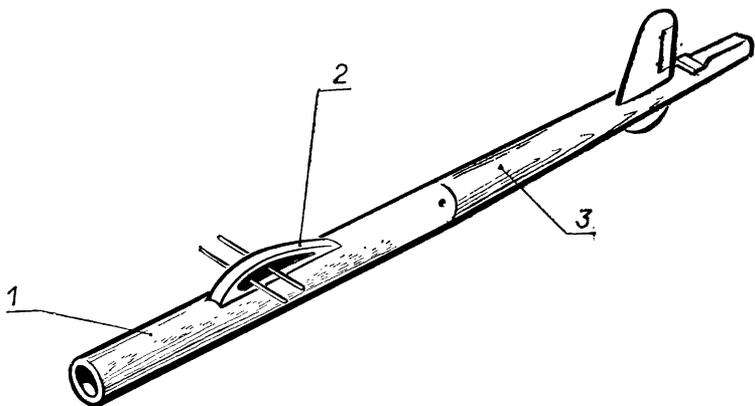


Рис. 61. Фюзеляж резиномоторной модели:
1 — трубка, 2 — пилон, 3 — хвостовая балка.

8. Рекомендации по выбору параметров

Линейные параметры свободнолетающих моделей и их массу определяют, исходя из многих факторов: назначения модели, выбранного для нее двигателя, технологии изготовления, имеющихся материалов, погодных условий, в которых предполагается запускать модель, и тех летных характеристик, которые надо получить на модели.

Очень часто свободнолетающие модели, построенные по одним и тем же чертежам, но из разных материалов, отличаются по массе, что сильно сказывается на их летных качествах. Поэтому

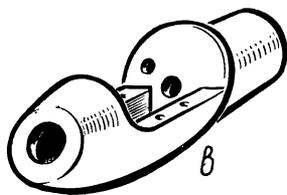
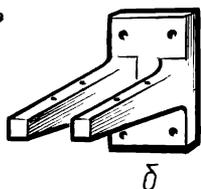
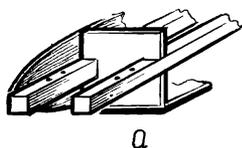


Рис. 62. Моторамы таймерных моделей.

выбору технологии изготовления и материалов надо уделять такое же внимание, как и выбору обводов и линейных размеров. Построив чертеж модели в натуральную величину и продумав конструкцию ее основных узлов, необходимо решить вопрос о массе модели и ее частей: крыла, стабилизатора, киля, фюзеляжа, шасси и т. д.

При изготовлении деталей модели надо стремиться к тому, чтобы не утяжелить их. Однако, увлекаясь чрезмерным облегчением частей модели, можно упустить не менее важный фактор — жесткость и прочность конструкции. При по-

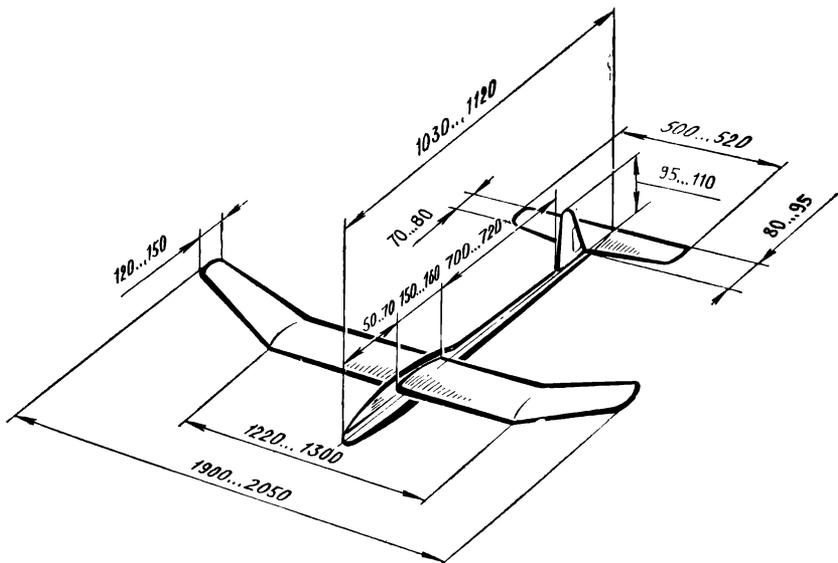


Рис. 63. Модель планера.

стройке первых моделей следует придерживаться рекомендаций по изготовлению силовых частей моделей, уже проверенных в полетах при различной погоде.

При изготовлении свободнолетающих моделей большое значение имеет строгое соблюдение основных размеров и пропорциональности отдельных частей. В качестве примеров рассмотрим три типа наиболее распространенных свободнолетающих моделей и дадим им краткую характеристику.

Модели планеров. Это безмоторные модели (рис. 63), запускаемые в полет с помощью нити—леера. Планеры имеют высокое аэродинамическое качество. Соревнования проводятся на продолжительность полета с момента отцепления леера.

Рекомендуемые профили крыла 6, 9, 10 (см. рис. 42).

Резиномоторные модели — модели самолетов (рис. 64), снабженные резиновыми двигателями, энергия которых используется для вращения воздушного винта. Модели имеют винт, складывающийся после раскрутки резиномотора.

Соревнования проводятся на продолжительность полета с момента запуска модели. Общая продолжительность складывается из времени моторного полета и планирования.

Рекомендуемые профили крыла 7 и 10 (см. рис. 42).

Таймерные модели. Модели этого класса (рис. 65) оснащены двигателем внутреннего сгорания, с помощью которого модель, запускаемая спортсменом с рук, взлетает на высоту и соверша-

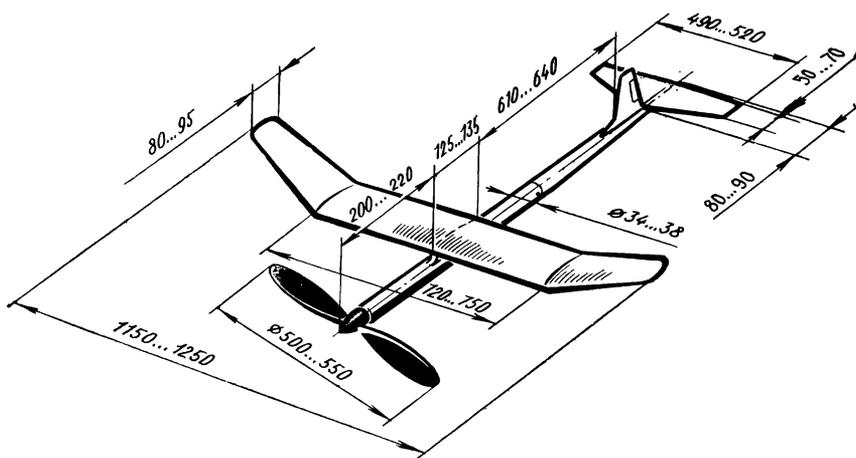


Рис. 64. Резиномоторная модель.

ет планирующий полет. Время моторного полета ограничено и не может превышать 7 с.

Соревнования проводятся на продолжительность свободного полета с момента запуска модели.

Рекомендуемые профили крыла 5 и 8 (см. рис. 42).

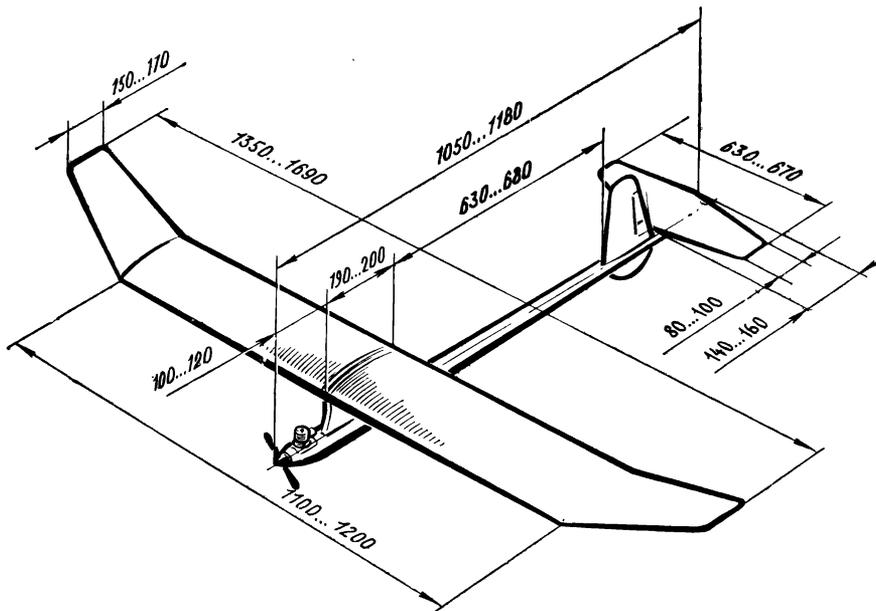


Рис. 65. Таймерная модель.

КОМНАТНЫЕ МОДЕЛИ

9. Виды моделей и их особенности

Комнатные модели оснащают резиновым, электрическим или механическим двигателем массой несколько граммов; они предназначены для полетов в закрытых помещениях. Размах крыла таких моделей не должен превышать 650 мм. Полетная масса модели не менее 1 г.

В классе комнатных моделей различают два вида — схематические и фюзеляжные. Они отличаются размещением резиномотора. У фюзеляжных моделей резиноmotor находится внутри фюзеляжа.

Соревнования с такими моделями проводятся на продолжительность полета. Модели-копии оцениваются на качество и точность изготовления и испытываются на продолжительность полета.

Использование микроэлектродвигателей типа ДК-5-19 и газового двигателя, работающего на сжатом газе CO_2 (о нем подробнее см. далее, с. 73—74), открывает большие возможности для экспериментирования и создания новых типов и классов комнатных моделей.

Так, оснащая модель электродвигателем и подавая питание по проводам, которые служат одновременно кордами управления, можно запускать кордовые модели на вечерах техники, уроках физики и проводить соревнования моделей-копий.

Применение новейших достижений радиоэлектроники позволяет создать двухкомандную систему радиоуправления с массой бортового устройства всего 20...30 г. Поднять в воздух модель с размахом крыла 0,5...0,6 м, оснащенную такой аппаратурой, вполне под силу газовому двигателю с рабочим объемом 0,05...0,1 см³.

Затраты на постройку таких моделей очень невелики, запускать же их можно зимой и летом в актовом или физкультурном зале или на улице в тихую погоду.

10. Конструкции комнатных моделей с резиновым двигателем

Для изготовления этих моделей широко используют солому злаковых растений, бальзу, для крепления деталей применяют кусочки стальной проволоки и капроновые нити. Комнатные модели обклеивают пленкой из целлулоида.

Крылья моделей изготавливают без лонжеронов. Крыло комнатной модели состоит из кромок, закруглений, нервюр, подкосов и растяжек.

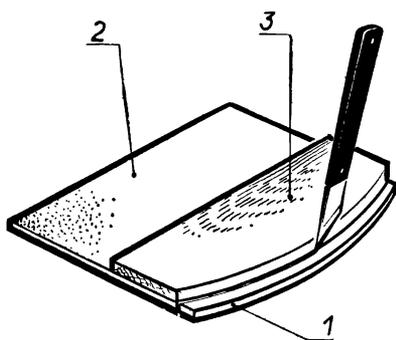


Рис. 66. Изготовление нервюра.

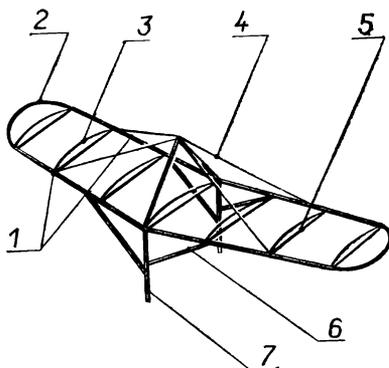


Рис. 67. Конструкция крыла с поперечным V:

1 — кромки, 2 — закругления, 3 — нервюры, 4 — растяжки, 5 — стяжки, 6 — подкосы, 7 — стойки.

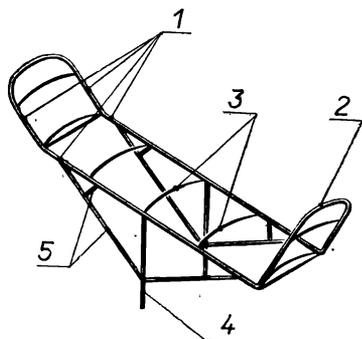


Рис. 68. Конструкция U-образного крыла:

1 — кромки, 2 — закругления, 3 — нервюры, 4 — стойки, 5 — подкосы.

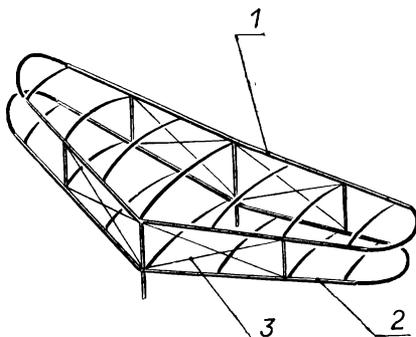


Рис. 69. Конструкция биплана:

1 — верхнее крыло, 2 — нижнее крыло, 3 — растяжки.

При изготовлении крыла из соломы подбирают прямые без узлов нужной длины стебли различного диаметра: для кромок— 0,9... 1,2 мм, для закруглений— 0,8... 1,0 мм и для нервюр— 0,7... 0,8 мм.

Соломинки, выбранные для закруглений, должны плотно входить в отверстия кромок.

В местах закруглений и сгиба соломинки нагревают на электрическом паяльнике или на стеклянном баллоне электрической лампы. Нервюры выгибают по чертежу, их концы срезают на ус и вклеивают в прорези кромок крыла.

При использовании для кромок крыла бальзы нарезают рейки сечением 1×1 мм, а нервюры 1 вырезают из пластины бальзы 2 по шаблону 3 (рис. 66) острым ножом.

Для обеспечения определенной формы профиля крыла под нервюры подклеивают стяжку.

Требуемую жесткость крыла создают путем применения стоек и подкосов, изготовленных из соломинок или бальзы, и растяжек — из капроновых ниток.

Различные конструкции крыльев показаны на рисунках 67—69. Конструкции стабилизаторов аналогичны конструкциям крыльев.

Киль изгибают из соломинки или склеивают из рек бальзы.

Фюзеляжи простейших моделей можно сделать из рейки бальзы (рис. 70, а), соломинок диаметром 3 ... 4 мм (рис. 70, б) или выклеить из пластины бальзы трубку диаметром 4 ... 6 мм (рис. 70, в).

Для крепления на фюзеляж стоек крыла устанавливают переходники 5, 8, 9. Для повышения жесткости фюзеляжа применяют растяжки из ниток № 10. Хвостовые балочки 6 можно сделать из соломинок или рейки бальзы.

Конструкции подшипников воздушного винта очень просты. Они состоят из бобышки 1, крючка 2, выполненного из стальной проволоки диаметром 0,4 ... 0,6 мм, шайб 4 из целлулоида и ступицы 3.

Задний крючок 7 выполняют из такой же проволоки и прикрепляют нитками с клеем вместе с хвостовой балочкой.

На рисунке 71 показаны конструкции фюзеляжей. Для фюзеляжных моделей фюзеляж треугольной формы может быть изготовлен из соломинок (рис. 71, а) и пластин бальзы.

Технология изготовления трубчатого фюзеляжа из пластины бальзы показана на рисунке 71, б. Заготовку фюзеляжа 2 предварительно распаривают в горячей воде, а затем обертывают вокруг стержня 1 диаметром 10 ... 12 мм и обматывают сверху резиновой лентой 3. После полного высыхания заготовку снимают со стержня, зашкуривают и склеивают по продольному шву.

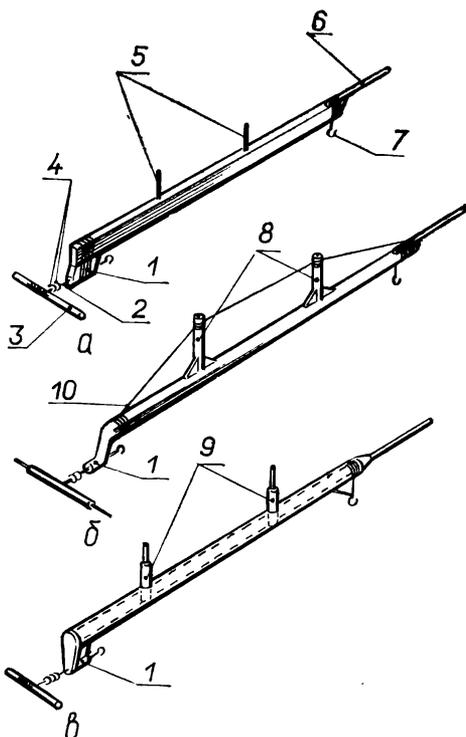


Рис. 70. Фюзеляжи схематических моделей.

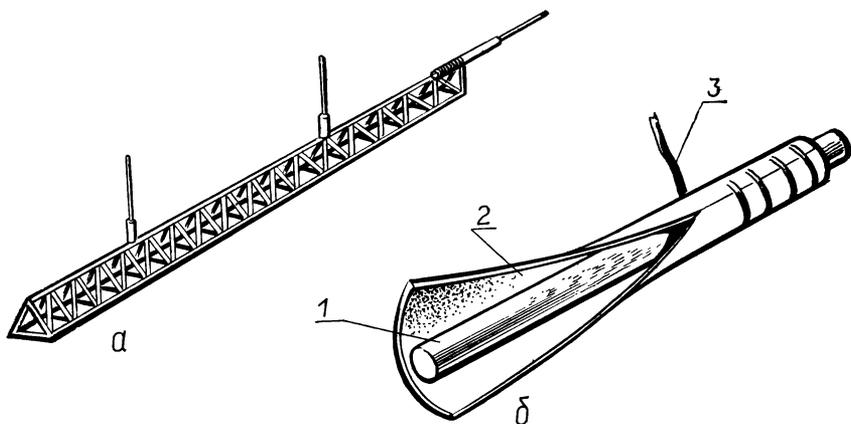


Рис. 71. Конструкция фюзеляжей:
а — ферменная, *б* — изготовление трубки.

Конструкции бобышек показаны на рисунке 72. Задний конец резиномотора фиксируют в хвостовой части фюзеляжа штырьком диаметром 1,5 ... 2 мм. Винт моделей изготавливают из соломинок. Он имеет ступицу с осью, бобышку и лопасти.

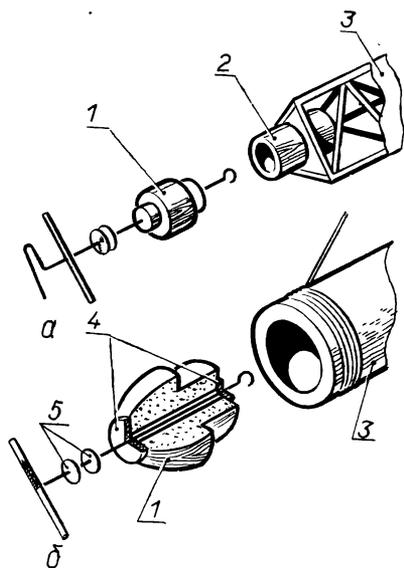


Рис. 72. Бобышки фюзеляжа:
а — треугольного, *б* — круглого; 1 — бобышка, 2 — вставка, 3 — фюзеляж, 4 — подшипники, 5 — шайбы.

Лопasti винта (рис. 73) имеют лонжерон 1, нервюры 2 и кромки 3. После сборки лопасти закручивают путем нагрева на паяльнике и проверяют углы по шаблону. Угол установки лопастей регулируют, поворачивая их в ступице 5. Лопасти винта можно изготовить из пластинки бальзы. Для этого сначала вырезают заготовку лопасти, размачивают ее в воде и привязывают резинкой к шаблону. После изготовления двух лопастей их склеивают и устанавливают крючок.

Обклеивают такие модели микропленкой, приготовленной из раствора эмали, ацетона и касторового масла.

11. Конструкции кордовых комнатных моделей и моделей-полукопий

В качестве силовой установки на кордовых комнатных моделях используют микроэлектродвигатели, масса которых не превышает 20 г, например ДК-5-19.

Воздушный винт можно непосредственно установить на вал электромотора, но лучшие результаты получаются при установке понижающего редуктора с отношением от 1:2 до 1:4.

Источники питания микроэлектродвигателя находятся у пилота и соединены с кордами, которые выполняют двойную роль — служат для управления моделью и в качестве проводника электрического тока, — проводами ПЭЛ, ПЭЛШО диаметром 0,2 ... 0,35 мм, длиной 2 ... 4 м.

На простейших моделях концы провода закрепляют на крыле и подключают к электромотору (рис. 74). Управлять подъемом и

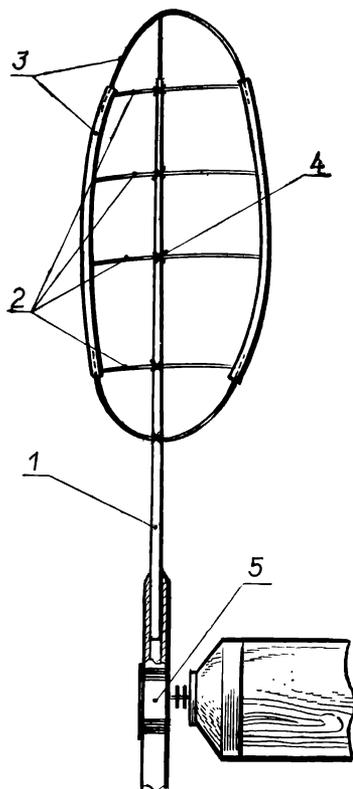


Рис. 73. Лопасть винта.

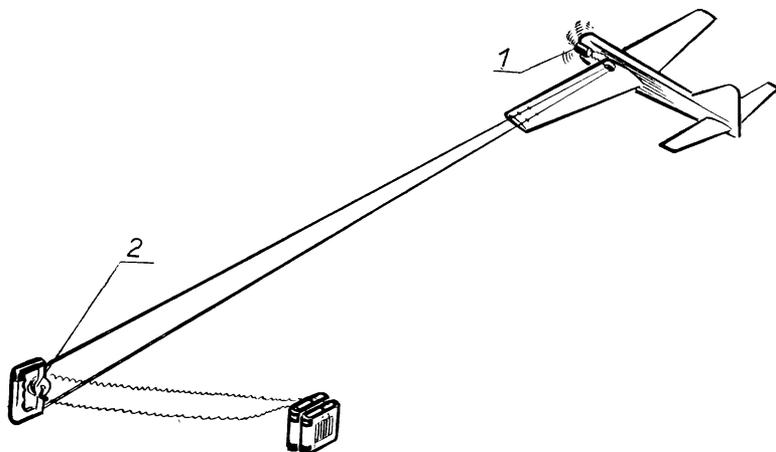


Рис. 74. Простейшая модель с электродвигателем:
1 — электродвигатель, 2 — реостат.

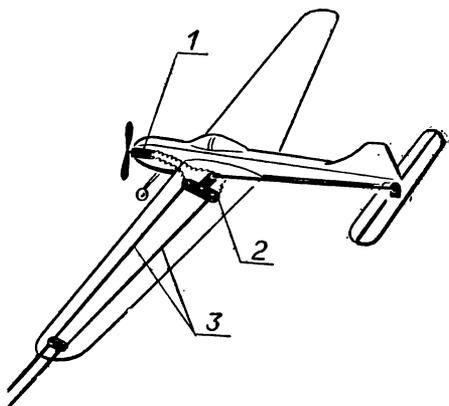


Рис. 75. Система управления.

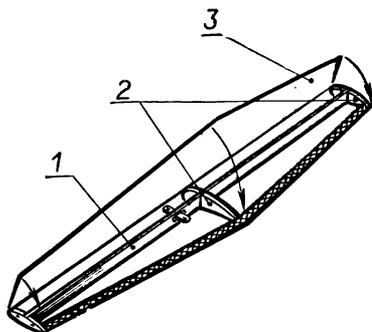


Рис. 76. Конструкция крыла.

спуском таких моделей можно изменением напряжения питания двигателя или подъемом и опусканием руки.

Укрепив концы проводов 3 (рис. 75) на трехплечевой качалке 2, изготовленной из электроизоляционного материала, и подключив их к двигателю 1, можно сделать модель, выполняющую все фигуры пилотажного комплекса кордовых моделей.

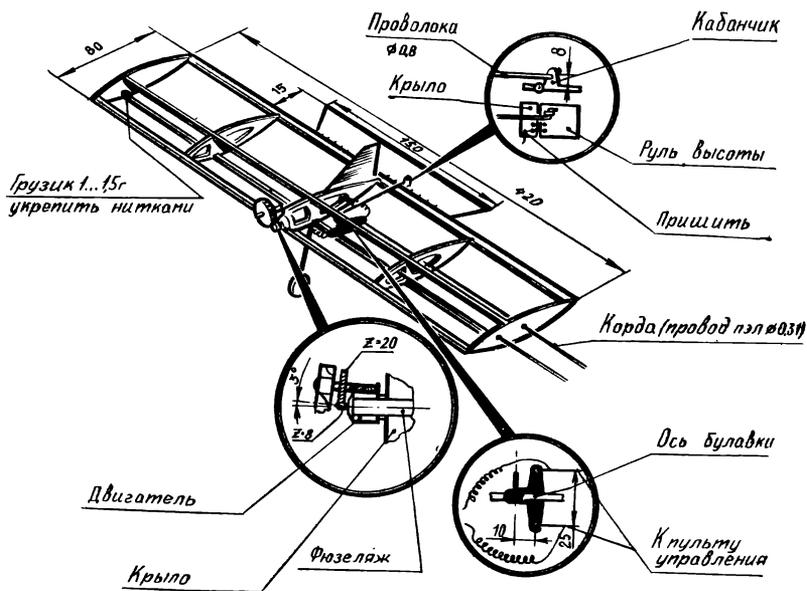


Рис. 77. Модель типа «Летающее крыло».

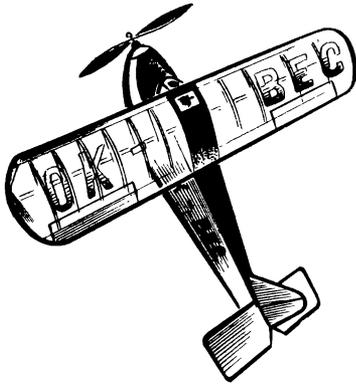


Рис. 78. Модель-полукопия ВЕС-30.

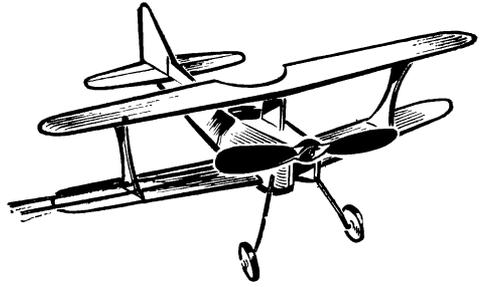


Рис. 79. Модель-полукопия ПО-2.

Малые нагрузки и отсутствие сильных вибраций от микроэлектродвигателя позволяют использовать при изготовлении этих моделей большое разнообразие материалов.

На рисунке 76 показана конструкция крыла с обшивкой из ватмана. Крыло состоит из лонжерона 1 и двух концевых и корневой нервюр 2, укрепленных на лонжероне, и обшито ватманом 3.

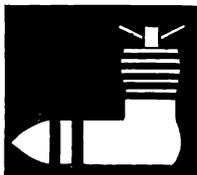
Раскраску и нанесение инициалов удобнее нанести на обшивку до ее приклейки к узлу лонжерона и склейки по задней кромке.

На рисунке 77 показана конструкция модели типа «Летающее крыло», которая отличается от кордовых моделей только уменьшенными сечениями. Нервюры и моторама сделаны из пенопласта, руль и киль — из картона, а лонжерон, передняя и задние рейки — из липового шпона. Обтягивают такую модель конденсаторной бумагой.

Небольшие размеры кордовых комнатных моделей позволяют изготавливать отдельные части целиком из пластинок пенопласта.

Конструкции фюзеляжа и крыла моделей-полукопий могут быть выполнены наборными, выклеены из нескольких слоев бумаги или вырезаны из бальзы.

Конструкции моделей ВЕС-30 и ПО-2 показаны на рисунках 78, 79.



Второй раздел

ДВИГАТЕЛИ

Для приведения в движение моделей самолетов применяют резиновые двигатели (резиномоторы), двигатели внутреннего сгорания и электродвигатели.

Первый тип двигателя широко используется на моделях различных типов, что объясняется прежде всего его универсальностью и простотой изготовления.

Достоинством этих двигателей является простота их конструкции, а также способность выдерживать большие динамические перегрузки, возникающие при эксплуатации. Эти двигатели отличаются устойчивой работой при неполной мощности и малой плотностью.

Другую группу двигателей составляют двигатели внутреннего сгорания. Они работают по двухтактному циклу на различных топливных смесях и обладают значительной мощностью.

Основными двигателями внутреннего сгорания, применяемыми при тренировочных запусках и во время проведения школьных соревнований, являются компрессионные двигатели, характеризующиеся простотой запуска, конструкции и работающие на легкодоступных топливах.

Калильный двигатель приводится для теоретической подготовки будущих спортсменов и расширения их кругозора. Проводимая аналогия конструкций компрессионного и калильного двигателей позволит юным моделистам определить особенности и сложность эксплуатации калильного двигателя.

Основной разновидностью электродвигателей, которые широко применяются в качестве основного двигателя на тренировочных моделях и как вспомогательные на моделях-копиях самолетов (для выпуска и уборки шасси, щитков и т. д.), а также в рулевых машинках радиоуправляемых моделей, являются микроэлектродвигатели постоянного тока небольшой мощности. Электрическое питание этих двигателей осуществляется от автономных источников тока: малогабаритных батарей или аккумуляторов.

РЕЗИНОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Для полета моделей, на которых установлен резиновый двигатель, или так называемый резиномотор, используется энергия закрученного жгута, состоящего из набора резиновых нитей. В зависимости от расположения резиномотора модели самолетов с этим типом двигателя подразделяются на схематические и фюзеляжные. У схематической модели фюзеляжем служит рейка, под которой расположен открытый резиномотор. У фюзеляжной модели резиномотор находится внутри фюзеляжа и, таким образом, защищен от внешних воздействий.

12. Общие сведения

Резиновый двигатель представляет собой одну или несколько резиновых нитей, имеющих на концах петли. Один конец его неподвижно закрепляют на модели, а другой надевают на крючок оси воздушного винта. При закручивании последнего резина растягивается, запасая тем самым механическую энергию, часть которой при раскрутке резиномотора расходуется на вращение воздушного винта. В резиновых двигателях используют как нити круглого сечения диаметром 1 ... 1,3 мм, так и ленты толщиной 1 мм и шириной от 3 до 6 мм. Работа, которую может совершить резиномотор, зависит от сорта резины, ее предварительной подготовки, продолжительности хранения, длины и площади поперечного сечения, числа оборотов закрутки. Различные сорта резины, используемые в резиномоторах, отличаются друг от друга удельной энергией, т. е. работой, которую способен совершать 1 кг резины при переходе к ненапряженному состоянию. Отечественные сорта резины имеют удельную энергию до 450 даН·м/кг, венгерская круглая — 400 ... 500 даН·м/кг, авиамодельная резина фирм «Пирелли» и «Дэнлоп» — 550 ... 600 даН·м/кг.

Для авиамodelей могут быть изготовлены резиномоторы различной мощности, размеров и массы. Так, на комнатные модели устанавливают резиномоторы массой около 1 г (рис. 80). Этот двигатель, как правило, состоит из одной или нескольких нитей 1 сечением 1 ... 4 мм². На концах он имеет петли 2, обмотанные нитками.

На моделях чемпионатного класса масса резиномотора ограничена нормативами. Для этих моделей изготавливают двигатели массой, близкой к максимально допустимой, подбирая оптимальную длину резиномотора и его сечение.

Короткий резиномотор отличается большим крутящим моментом, благодаря чему модели, на которых он установлен, имеют более крутую траекторию набора высоты. Однако время полета

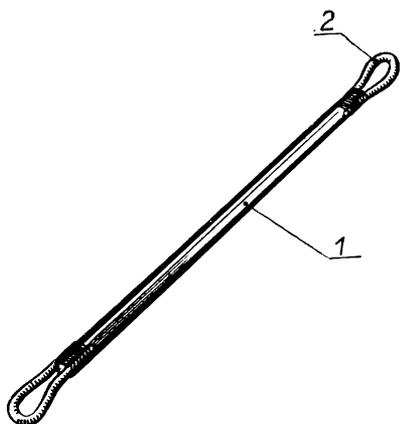


Рис. 80. Резиновый двигатель.

таких моделей меньше, чем моделей с более длинным резиномотором. Для скоростных рекордных моделей резиномоторы могут быть изготовлены любой заданной мощности и по массе достигать сотен граммов.

13. Расчет параметров резиномоторов

Исходными данными для расчета параметров резинового двигателя являются его максимальная масса m и длина L .

Возможную длину резиномотора определяют из чертежа модели. Она должна быть несколько большей расстояния между местами закрепления концов двигателя. Если по каким-либо причинам удлиняют резиномотор более чем на 20% от этого расстояния, то его равномерно заплетают по всей длине. Количество нитей N_n в резиномоторе определяют по формуле:

$$N_n = \frac{m}{\rho \cdot L \cdot S_n},$$

где m — масса резиномотора; ρ — плотность резины (для отечественных сортов и венгерской резины $\rho=0,9$ г/см³, для резины фирм «Пирелли» и «Дэнлоп» $\rho=0,98$ г/см³); L — длина резиномотора, см; S_n — площадь поперечного сечения одной нити, см².

При раскручивании резиномотора его крутящий момент изменяется. Особенно это характерно для двигателей, выполненных из венгерской круглой резины, крутящий момент которых в начале раскрутки в 3 ... 3,5 раза превышает средний момент. На моделях, оснащенных такими двигателями, следует предусмотреть специальные автоматы, изменяющие шаг винта, или возможность перебалансировки модели в зависимости от крутящего момента.

Наиболее удовлетворяют требованию сохранения среднего крутящего момента моторы из отечественных сортов резины, итальянской резины «Пирелли» и американской «Дэнлоп».

Расчет резиномотора в основном сводится к определению максимально допустимого числа оборотов, на которые можно закручивать двигатель. Оно может быть определено по формуле:

$$n = K \frac{L}{\sqrt{N_n \cdot S_n}},$$

где K — безразмерный коэффициент, зависящий от сорта рези-

ны (для отечественной резины $K=5 \dots 5,5$; для венгерской $K=5,5 \dots 6$; для резины фирм «Пирелли» и «Дэнлоп» $K=7 \dots 7,5$); L — длина резиномотора, см; N_n — число нитей; S_n — площадь поперечного сечения одной нити, см².

Для относительно длинных и тонких резиномоторов частота вращения (и отдаваемая энергия) несколько больше, чем расчетные, из-за более равномерного растягивания нитей, находящихся в центре и по краям пучка, и меньших потерь на трение между отдельными нитями.

14. Изготовление и эксплуатация резиномоторов

Для изготовления двигателей следует выбирать резиновые ленты постоянного сечения, без заусенцев и подрезов. Отобранные ленты надо промыть в теплой воде с мылом и высушить. В процессе изготовления резиномоторов предохраняют их поверхность от попадания на нее твердых частиц, пыли и грязи. Если не придерживаться этого, посторонние частицы при закрутке резиномотора внедрятся в поверхность нити и вызовут ее надрез, по которому в дальнейшем произойдет разрыв. На чистой поверхности стола или верстака устанавливают два штифта (рис. 81, а) на расстоянии, равном длине резиномотора. Вокруг этих штифтов равномерно без натяжения производят намотку необходимого числа нитей.

При выполнении петли конец резиномотора плотно захватывают пальцами рук (рис. 81, б), растягивают и в этом состоянии аккуратно обматывают ниткой участок 15 ... 20 мм. Затем, сложив пополам, закрепляют петлю (рис. 81, в). Такую же петлю делают на втором конце резиномотора.

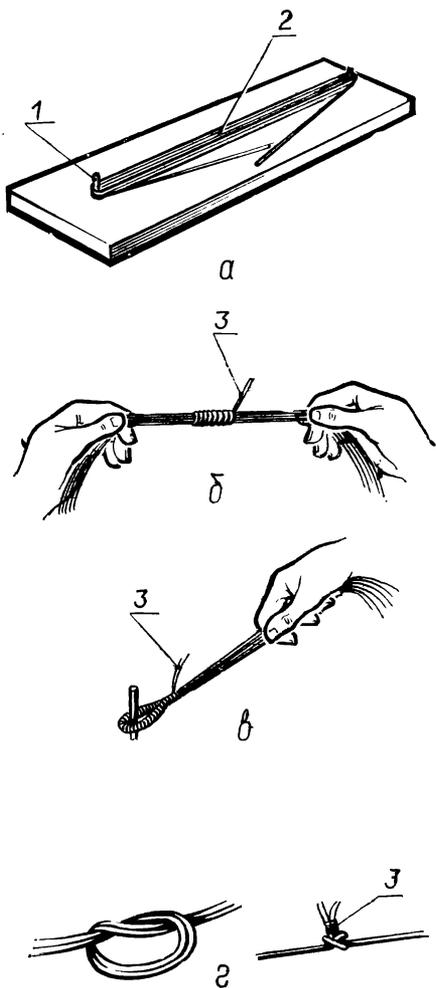


Рис. 81. Изготовление резиномотора: а — намотка резиновых нитей, б, в — обматывание петли, г — соединение концов нитей; 1 — штифты, 2 — резиновые ленты, 3 — нитки.

Особенно тщательно связывают отдельные нити. Концы их закрепляют морским узлом, который после затяжки фиксируют нитками (рис. 81, *з*).

Когда резиномотор готов, его равномерно смазывают касторовым маслом, что позволяет уменьшить потери на трение при его эксплуатации.

После смазки резиномотор оставляют на несколько дней, чтобы масло впиталось в резину, затем лишнюю смазку удаляют и производят динамическую тренировку резины. Она заключается в последовательном 5...8 разовом закручивании и раскручивании резинового двигателя.

Первую закрутку производят на число оборотов, не превышающее 25% от допустимого значения. При каждой последующей закрутке увеличивают число оборотов примерно на 100 до тех пор, пока оно не достигнет 80...85% от максимально возможной величины. Интервал между закрутками 10—15 мин.

После тренировки резиномотор промывают и смазывают касторовым маслом. Наибольшую энергию резиномотор отдает при первой закрутке его на максимальное число оборотов. При последующих закрутках отдача резины несколько уменьшается. Для ускорения закрутки резиномотора применяют дрели или редукторы с передаточным отношением от 1:2 до 1:10.

Двигатель устанавливают в фюзеляж модели с помощью рейки (рис. 82), оканчивающейся двумя крючками. Закрепив один конец двигателя в фюзеляже, другой его конец надевают на крючок дрели или редуктора и, растянув в 2...3 раза, закручивают, постепенно уменьшая длину. К концу закрутки длину резиномотора надо уменьшить до нормальной величины. На крючок дрели при закрутке надевают предохранительное кольцо из фанеры. Конструкция последнего показана на рисунке 83.

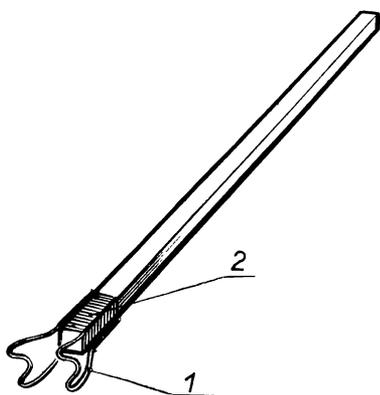


Рис. 82. Заправочная рейка:
1 — крючок, 2 — рейка.

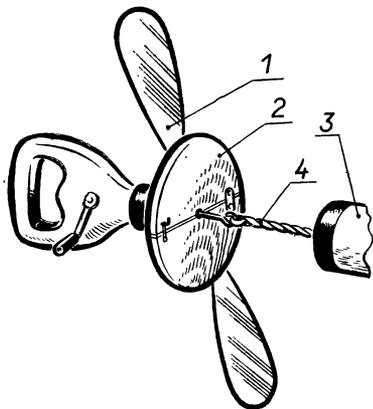


Рис. 83. Заводка двигателя дрелью:
1 — воздушный винт, 2 — разъемное предохранительное кольцо, 3 — фюзеляж, 4 — резиновый двигатель.

Если резиномоторы используют при низкой температуре, то их смазывают смесью глицерина и этилового спирта.

При повторном запуске осматривают резиновые ленты в слегка натянутом виде и в случае необходимости ремонтируют их. Обнаруженные заусенцы и подрезы вырезают ножницами. Если произошел значительный надрыв ленты, то в этом месте ленту разрезают и заново завязывают.

После запусков резиномоторы промывают, высушивают и, смазав касторовым маслом, помещают на хранение в полиэтиленовые пакеты.

Глава II.

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

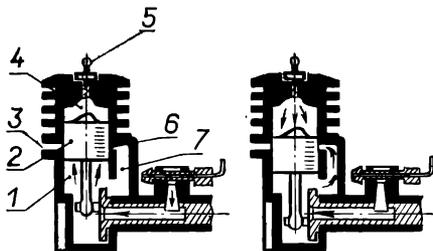
15. Принцип работы двухтактного двигателя внутреннего сгорания

Микролитражные двигатели, используемые на авиационных моделях, работают по двухтактному циклу на жидком топливе и составляют группу так называемых карбюраторных двигателей. Карбюраторными их называют потому, что горючая смесь у них образуется в специальном узле — карбюраторе.

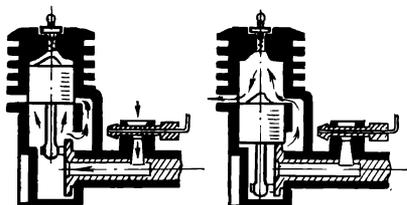
Двигатель состоит из поршневой группы, включающей поршень и цилиндр; кривошипного механизма, коленчатый вал и шатун которого преобразуют поступательное движение поршня во вращательное движение вала. Все эти детали монтируются в корпусе, называемом картером.

Рабочий процесс двигателя внутреннего сгорания состоит из четырех процессов: впуска горючей смеси, ее сжатия, сгорания рабочей смеси, выпуска продуктов сгорания.

Рассмотрим цикл работы двухтактного двигателя (рис. 84). При перемещении поршня 2 в верхнее крайнее положение, называемое верхней мертвой точкой (сокращенно ВМТ), в полости 1 под поршнем создается разрежение. Создаваемая таким образом разность давлений способствует наполнению картерной полости горючей смесью. При движении поршня вниз рабочая смесь сжимается и по перепускному каналу 7 проходит через перепускное окно гильзы в цилиндр над поршнем, где испытывает дальнейшее сжатие движущимся вверх поршнем 2. Сжатая рабочая смесь 4 воспламеняется калильной свечой 5. Сгоревшие газы, расширяясь, с силой давят на поршень 2 и заставляют его двигаться вниз. Так происходит рабочий ход поршня. Во время движения поршня 2 вниз сначала открывается выпускное окно 3, а затем перепускное или продувочное окно 6. Отработавшие газы выходят через выпускное окно 3, а через проду-



Всасывание рабочей смеси Рабочий ход



Сжатие рабочей смеси Выпуск и продувка

Рис. 84. Рабочий процесс двухтактного двигателя внутреннего сгорания.

ние рабочей смеси происходит при достижении определенной степени сжатия (а не при помощи калильных свечей), которая регулируется специальным контрпоршнем. Такого типа двигатели в отличие от калильных называют компрессионными или дизельными.

Таким образом, в двухтактном двигателе в течение одного такта, т. е. при переходе поршня от НМТ к ВМТ, над поршнем происходит сжатие рабочей смеси, под поршнем — всасывание горючей смеси в картер двигателя. В течение другого такта, т. е. при ходе поршня от ВМТ к НМТ, над поршнем происходит рабочий ход и продувка, под поршнем — предварительное сжатие рабочей смеси.

16. Калильные двигатели

Двигатель МД2,5 «Метеор». Среди калильных двигателей наибольшее распространение получил двигатель МД2,5 «Метеор» (рис. 85). Он имеет рабочий объем 2,5 см³ и предназначен для использования на скоростных, таймерных моделях самолетов, моделях воздушного боя. Впуск рабочей смеси осуществляется через коленчатый вал. Продувка двигателя поперечная, что позволяет применить бездефлекторный поршень. Двигатель МД2,5

вочное окно *б* рабочая смесь под давлением движущегося поршня устремляется в рабочий объем над поршнем и помогает выходу отработавших газов.

Поскольку выпускное и продувочное окна открываются почти одновременно, для того чтобы предотвратить выпуск рабочей смеси, на поршне сделан отражательный козырек, называемый *дефлектором*.

Дефлектор служит для направления потока рабочей смеси в цилиндр и для лучшего его заполнения. Одновременно он препятствует перепуску рабочей смеси из перепускового окна в выпускное.

В некоторых двигателях внутреннего сгорания двухтактного цикла воспламенение

имеет значительно меньшую степень сжатия, чем компрессионные двигатели, что уменьшает силы, действующие на кривошипно-шатунный механизм.

Частота вращения двигателя регулируется подачей топлива, это значительно упрощает его эксплуатацию.

Меньшая, чем у компрессионных двигателей, степень сжатия топливовоздушной смеси требует меньшего момента инерции воздушного винта, что важно при использовании двигателей на скоростных моделях, пилотажных и радиоуправляемых моделях. Картер двигателя МД2,5 «Метеор» моноблочный, т. е. корпус отлит вместе с носком и ребрами охлаждения. Такую сложную отливку получают литьем под давлением, которое позволяет получить отливки с минимальными припусками на механическую обработку. Поверхность картера обрабатывается в пескоструйном аппарате.

Коленчатый вал имеет диаметр 10 мм; выбор большого диаметра обусловлен тем, что вал не должен быть ослаблен впускным отверстием. Поскольку двигатель работает на значительных оборотах, коленчатый вал сбалансирован. Для увеличения сечения впускное окно выполняется прямоугольной формы. Материал коленчатого вала — термообработанная сталь 38ХА. Головка цилиндра выполнена из алюминиевого сплава, и в ней установлена калильная свеча. Изменение степени сжатия рабочей смеси достигается установкой или снятием прокладок под головкой двигателя. Крепят головку цилиндра четырьмя винтами с резьбой М3.

Наличие на карбюраторе двигателя МД2,5 съемного диффузора позволяет подобрать оптимальный режим работы двигателя. Для того чтобы предотвратить самоотворачивание регулировочной иглы карбюратора во время регулировки двигателя, на резьбовую часть жиклера навинчивается контргайка. При затягивании ее сжимается прорезь в жиклере и игла надежно закрепляется.

Картер двигателя имеет выпускной патрубок, что позволяет направленно выбрасывать отработавшие газы, а также упрощает регулирование двигателя дроссельной заслонкой, например, на радиоуправляемых моделях.

Калильные свечи. Для воспламенения топливовоздушной смеси в двигателях этого типа используется калильная свеча (рис. 86). Конструкция свечи очень проста. Сердечник 1 изоли-

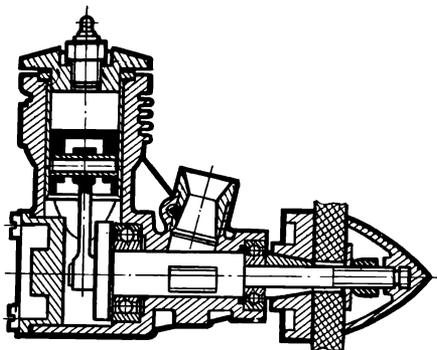


Рис. 85. Конструкция двигателя МД2,5 «Метеор».

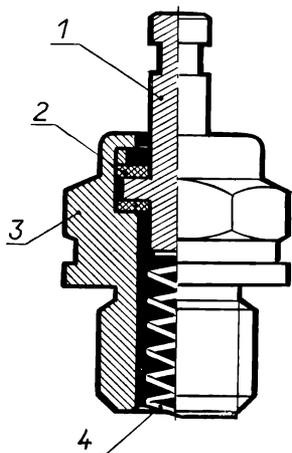


Рис. 86. Конструкция неразборной калильной свечи.

рован от корпуса 3 изоляционными шайбами 2. Крепление спирали 4 осуществляется точечной сваркой или зачеканкой одного из ее концов на корпус 3, другого — на сердечник 1, для чего во втором случае на этих деталях выполнены специальные прорезы.

Свеча питается от батареи постоянного тока или аккумулятора напряжением до 1,5 В, которое в момент запуска двигателя подводится к сердечнику свечи и корпусу. При правильно подобранном напряжении спираль должна раскалиться до светло-красного цвета. Величина напряжения зависит от материала спирали и ее сечения и обычно указывается в паспорте на двигатель. После запуска микродвигателя батарея (или аккумулятор) отключается. После того как будет установлен

определенный режим работы двигателя, накал свечи поддерживается за счет высокой температуры рабочих газов в камере сгорания. Для микродвигателей калильного зажигания чаще всего используют свечу КС-2. Корпус свечи выполнен из стали марки А 12, хромированный, с размером шестигранника под ключ 8 мм и специальной резьбой М6,35×0,79, что соответствует 1/4". По резьбе свеча взаимозаменяема со свечами иностранных фирм. Спираль свечи изготавливают из платиноиридиевого сплава марки ПЛИ-10. Для свечей высокоскоростных двигателей используется сплав ПЛИ-20. Цифры 10 и 20 указывают на процентное содержание в сплаве иридия.

Применение этих сплавов объясняется прежде всего тем, что платина, входящая в состав сплава для спирали, является хорошим катализатором, способствующим лучшему горению рабочей смеси. Кроме того, платина допускает высокую температуру нагрева спирали и не окисляется. Однако калильные свечи из платиноиридиевого сплава боятся перекала, поэтому в момент запуска двигателя необходимо строго следить за величиной подводимого напряжения.

Калильные свечи КС-2 по своим характеристикам и надежности превосходят калильные свечи, выпускаемые зарубежными фирмами.

Одним из основных факторов работоспособности свечи является ее герметичность.

Проверить свечу на герметичность можно, не выворачивая ее из крышки двигателя. Для этого на корпус свечи вокруг сердечника наносят несколько капель керосина или топливной смеси, после чего проворачивают вал двигателя. Если вокруг сердечника

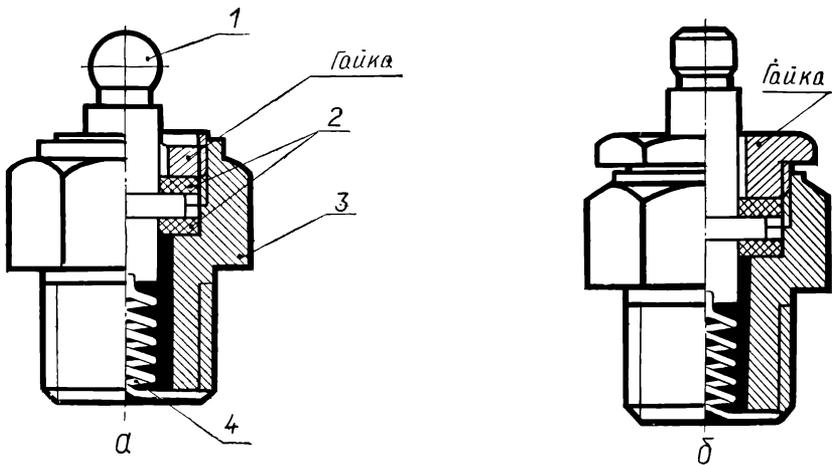


Рис. 87. Конструкция разборной калильной свечи:
 1 — сердечник, 2 — изоляционная шайба, 3 — корпус, 4 — спираль.

образуются воздушные пузырьки — свеча негерметична. Устанавливать такую свечу на двигатель не рекомендуется, так как двигатель с ней трудно запускается и работает неудовлетворительно.

В отличие от свечи КС-2 конструкция разборных калильных свечей (рис. 87) предусматривает возможность устранения появившейся негерметичности, а также замены перегоревшей спирали. Такие свечи устанавливают на чехословацких двигателях MVVS. Для обеспечения работы двигателя с наибольшей мощно-

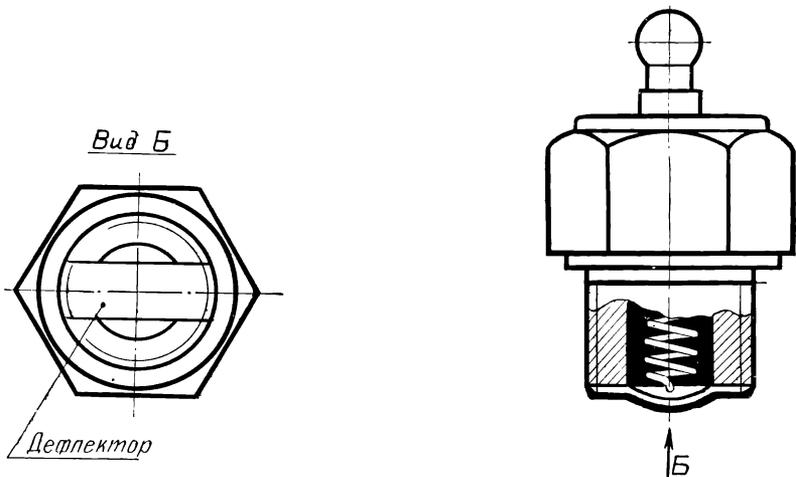


Рис. 88. Калильная свеча для радиоуправляемых и пилотажных моделей.

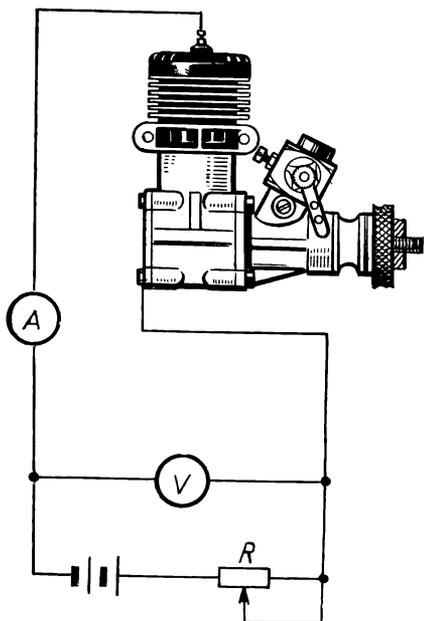


Рис. 89. Электрическая схема устройства для накаливания свечи.

стью необходимо подобрать к нему свечи для холодной и жаркой погоды.

Для радиоуправляемых и пилотажных моделей применяется калильная свеча с металлической пластинкой—дефлектором (рис. 88), предохраняющим спираль от заброса топливом. Ширина пластинки из латуни или стали обычно равна наружному диаметру спирали, толщина 0,2 ... 0,3 мм.

В заключение следует отметить, что калильные свечи всех типов имеют дюймовую резьбу. Поэтому самодельные свечи с метрической резьбой устанавливать на двигатель нельзя: при их заворачивании будет сорвана резьба в алюминиевой головке двигателя. Если же самодельную свечу все-таки завернули в головку двигателя, при запуске она может стать причиной травмы.

Устройство для накаливания калильной свечи состоит из источника постоянного тока (аккумулятора или батареи), приспособления для подключения к свече и реостата, соединенных электрическими проводами. Кроме того, в устройство могут входить приборы контроля, например вольтметр и амперметр, подключенные согласно принципиальной схеме (рис. 89).

К элементам, входящим в состав устройства, предъявляются следующие требования:

1) источник питания должен обладать достаточной емкостью и обеспечивать накал свечи при напряжении 1,5 В. Габариты источника тока должны быть минимальными;

2) зажим на свечу должен быть надежным и простым. Рекомендуемая конструкция зажима из листовой бериллиевой бронзы, обладающей хорошими упругими свойствами, или из другого токопроводящего материала показана на рисунке 90. Нельзя применять зажим типа «крокодил», так как во время запуска двигателя он часто соскакивает;

3) соединительные провода должны быть эластичными и легкими, с небольшим электрическим сопротивлением. Общая длина проводов — не более 1,5 м. В качестве провода можно рекомендовать микрофонный коаксиальный кабель.

Контроль за накалом свечи осуществляется вольтметром со

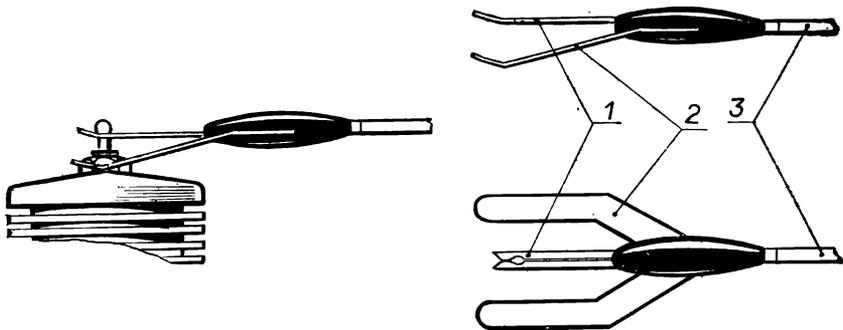


Рис. 90. Зажим для свечи:
1, 2 — контакты, 3 — провод.

шкалой до 5 В и амперметром с пределом измерения до 10 А. В качестве источника тока применяют аккумуляторные батареи СЦ-25 (блок из трех штук) или сухие элементы типа 1,5 ТМЦ-29,5. Реостат для регулирования напряжения, подаваемого на свечу, выбирают, исходя из электрических характеристик схемы.

17. Компрессионные двигатели

Двигатель МК-17 «Юниор». Этот двигатель (рис. 91) получил наибольшее распространение среди начинающих моделестов. Он имеет самый малый из серийных отечественных двигателей рабочий объем, составляющий 1,48 см³. Его устанавливают на кордовые тренировочные, таймерные модели самолетов, а также на кордовые модели-копии самолетов.

Двигатель относительно прост по конструкции. Он состоит из картера, носка картера, задней золотниковой крышки, гильзы цилиндра, поршневой группы, контрпоршня, рубашки охлаждения, жиклера, карбюратора, коленчатого вала. Остановимся кратко на перечисленных деталях и узлах.

Корпус из алюминиевого сплава АЛ9 отлит в кокиль. На корпусе имеются отверстия для крепления носка двигателя, задней крышки и рубашки охлаждения. Крепление этих деталей осуществляется посредством винтов М2,5×0,35. Перепускные каналы образуются между стенками картера и гильзой ци-

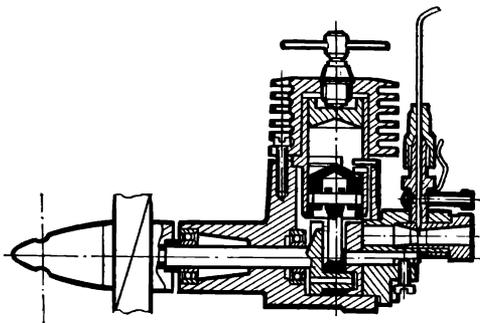


Рис. 91. Конструкция двигателя МК-17 «Юниор».

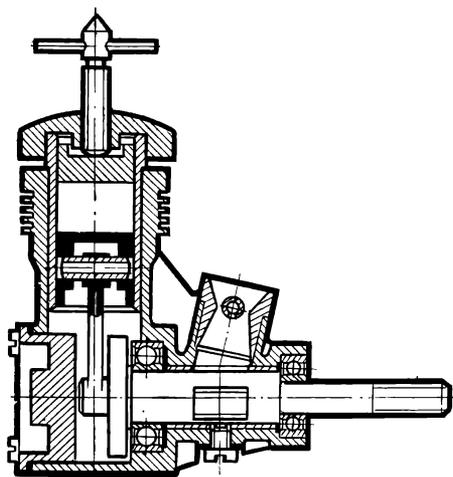


Рис. 92. Конструкция двигателя МД2,5К «Метеор».

линдра. Продувка цилиндра в этом двигателе фонтанного типа.

Задняя золотниковая крышка из алюминиевого сплава АЛ9 также отлита в кокиль. В крышке установлен диффузор, в который ввинчивается жиклер. По внутренней торцевой поверхности крышки на стальной оси вращается дисковый золотник из алюминиевого сплава Д1Т.

Стальная гильза цилиндра имеет три выпускных и три перепускных окна, выполненных дисковой фрезой. Перепускные окна расположены под уплотняющим буртиком гильзы. Гильзу

центрируют в картере по наружному диаметру буртика.

Поршневая группа состоит из поршня, поршневого пальца и шатуна. Поршень сделан из чугуна; днище его для увеличения жесткости выполнено коническим. Перпендикулярно оси поршня расположено отверстие для поршневого пальца диаметром 3 мм, который изготовлен из стали. На верхней и нижней головках шатуна, отштампованного из алюминиевого сплава В95, для смазки профрезерованы прорезы.

Контрпоршень выполнен из стали марки 38ХА. Днище его имеет форму конуса с таким же, как и у поршня, углом.

Рубашка охлаждения из алюминиевого сплава Д1Т имеет шесть ребер охлаждения. Крепление ее к картеру осуществляется при помощи трех винтов М2,5, проходящих через ребра охлаждения. Головки винтов упираются в ребро охлаждения, которое для увеличения жесткости имеет толщину 2,5 мм. В головку рубашки охлаждения ввинчивают цанговую резьбовую втулку, называемую футоркой, которая препятствует самоотвинчиванию контрпоршня. Винт контрпоршня с резьбой М4 имеет поперечное сверление для запрессовки 2-миллиметровой ручки.

Стальной коленчатый вал двигателя термообработан, диаметр пальца коленчатого вала 4 мм.

Двигатель МД2,5К «Метеор». Этот двигатель (рис. 92) является модернизацией серийно выпускаемого двигателя МД2,5 «Метеор» калильного зажигания. Он имеет такой же рабочий объем (2,5 см³) и отличается конструкцией поршневой пары (гильза — поршень) и диффузора. Как у всех компрессионных

двигателей, гильза выполнена удлиненной для установки контрпоршня. Соответственно с учетом установки контрвинта изменена и конструкция головки. Несколько изменена конструкция кривошипного вала, что позволяет этому двигателю иметь отличные от двигателя калильного зажигания фазы впуска и выпуска рабочей смеси.

Сравнительная характеристика технических данных рассмотренных выше двигателей дана в таблице 3.

Таблица 3

Марка двигателя	МД2,5	МД2,5К	МК-17
Рабочий объем, см ³	2,47	2,47	1,48
Диаметр цилиндра, мм	15	15	12,8
Ход поршня, мм	14	14	11,4
Степень сжатия	7...8	12...14	10...16
Развиваемая частота вращения, об/мин	14 000	10 000	12 000
Максимальная мощность, Вт (л. с.)	257 (0,35)	257 (0,35)	110,5 (0,15)
Масса двигателя, кг	0,150	0,150	0,130
Габариты двигателя: длина×ширина×высота	85×42×64	82×42×80	112×35×80

18. Конструкции топливных систем

От равномерного питания двигателя зависит стабильность его работы на всех режимах. Неравномерное поступление топлива приводит к обогащению или обеднению топливной смеси и, следовательно, к изменению работы двигателя. Однако добиться равномерной подачи топлива очень трудно из-за влияния сил, возникающих в полете при изменении положения модели. Удачный выбор конструкции топливной системы, включающей в себя бак, топливопровод, фильтр, заправочные устройства, позволяет частично устранить влияние этих сил на работу двигателя. Системы питания двигателя можно разделить на систему с подачей топлива самотеком и систему с принудительной пода-

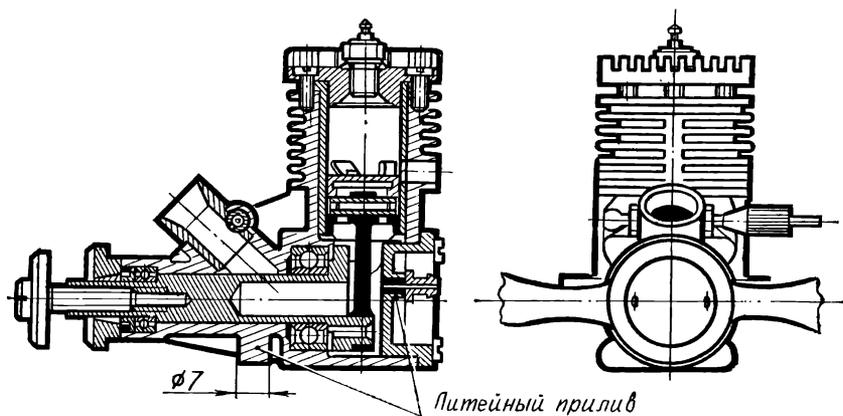


Рис. 93. Двигатель со штуцером для отбора давления.

чей. Примером первой системы может служить эластичный бак пилотажной модели, в качестве которого используются резиновые баллончики, резиновые трубки и другие емкости. Другая система питания предусматривает принудительное поступление топливной смеси за счет давления, создающегося внутри картера двигателя, или давления отработавших газов, отбираемых от выпускного патрубка двигателя или выпускной трубы. В случае отбора давления из картера на месте литейных приливов на носке картера или задней крышке двигателя сверлят отверстия и нарезают резьбу под штуцер отбора давления (рис. 93). От штуцера топливовоздушная смесь под давлением через соединительную трубку поступает в топливный бак, что значительно улучшает условия работы карбюратора и способствует увеличе-

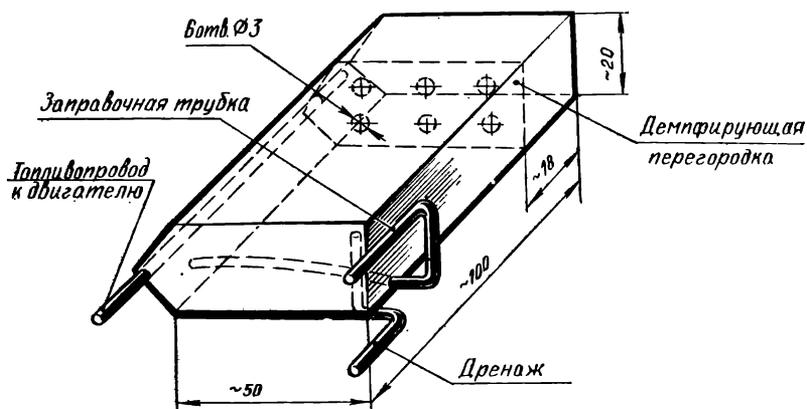


Рис. 94. Топливный бак для пилотажной модели.

нию скорости наполнения рабочей камеры двигателя топливной смесью. Общим требованием, предъявляемым к системам питания двигателя, является обеспечение его устойчивой работы при различных положениях модели в воздухе. Выбор конструкции топливного бака зависит от типа модели, на которой он будет установлен. Рассмотрим конструкции баков некоторых кордовых моделей.

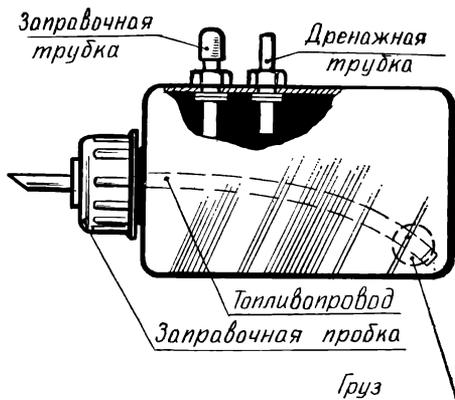


Рис. 95. Полиэтиленовый бак.

Бак для пилотажной модели. Для пилотажных моделей применяются жесткие и мягкие баки.

Жесткий бак (рис. 94) изготавливают из белой жести или латуни толщиной 0,15 ... 0,3 мм, а также из фольги. Он имеет дренажную, заправочную и топливную трубки. При выполнении фигур пилотажного комплекса топливо может приливать к концу заправочной трубки или отливать от нее. Чтобы процесс поступления топлива к заборной трубке был равномерным и бесперебойным, внутри бака сделана перегородка с отверстиями, которая замедляет перетекание топливной смеси из одной камеры в другую. При установке такого бака на модели стремятся к тому, чтобы конец трубки и ось жиклера находились на одном уровне. К достоинствам жесткого бака следует отнести простоту его конструкции, большую механическую прочность, удобство заправки и обеспечение надежного поступления топлива к карбюратору во всех положениях модели. В качестве жесткого бака для пилотажных радиоуправляемых моделей применяют полиэтиленовые флаконы (рис. 95) емкостью 100 см³ и более, цилиндрической и прямоугольной форм. Флакон имеет резьбовую пробку, через которую при помощи штуцера внутрь емкости выведен гибкий топливopровод, оканчивающийся грузом или фильтром, выполняющим роль груза. Надетый на топливную трубку груз (обычно в виде шарика) необходим для обеспечения постоянного контакта этой трубки с топливом при выполнении фигур высшего пилотажа. Груз всегда будет находиться там, где топливо, так как на них действуют одни и те же силы.

Заправочная и дренажная трубки такого бака находятся в верхней его части, поэтому при полете модели на спине в перевернутом положении происходит некоторая потеря топлива.

К двигателю пилотажной модели предъявляется требование быстрого изменения режима работы при изменении положения модели. Добиваются этого соответствующей установкой бака.

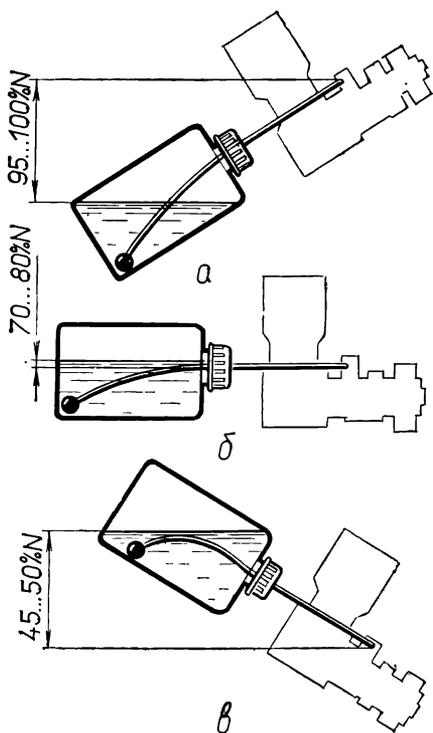


Рис. 96. Схема положения бака на пилотажной модели.

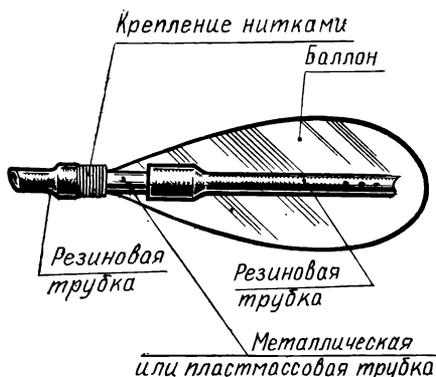


Рис. 97. Мягкий бак для пилотажной модели.

В нормальном положении модели уровень топлива должен совпадать с осью жиклера. В этом случае при горизонтальном полете модели двигатель работает на обогащенной смеси и частота его на 15...20% меньше максимально возможной. Набор высоты моделью сопровождается снижением уровня топлива, что приводит к обеднению смеси, а следовательно, и к повышению частоты вращения до максимальной. При переходе же модели в пикирование двигатель работает на переобогащенной смеси за счет превышения уровня топлива над жиклером. Мощность двигателя значительно снижается. Положение бака относительно двигателя на пилотажной модели показано на рисунке 96.

Большое значение для работы двигателя имеет не только уровень топлива в баке относительно жиклера двигателя, но и удаление бака от двигателя. Удаление бака на 100...140 мм обеспечивает нормальный перепад между давлением топлива в баке и давлением топлива на входе в жиклер.

Для пилотажных моделей применяются также и мягкие баки, в качестве которых используют баллончики детских шаров (рис. 97). Горловину баллончика привязывают нитками к жесткой трубке (металлической или пластмассовой). С двух сторон на жесткую трубку надеты резиновые трубки.

Общая длина трубки внутри баллончика короче его на 7 ... 10 мм. На расстоянии 12 ... 15 мм от конца трубки сделаны 3—4 боковых отверстия для обеспечения поступления топлива в трубку, если центральное отверстие ее будет перекрыто.

При установке мягкого бака также стремятся к совпадению осей жиклера и конца заправочной трубки. Внутренняя поверхность корпуса модели, на которой устанавливается этот бак, должна быть с плавными переходами, гладкой, без острых углов, иначе под действием вибрации двигателя бак может быть поврежден. Механическая прочность мягкого бака мала, и даже небольшое повреждение может привести его в негодность. Заполнение эластичного бака топливом обычно производится шприцем. Баллон с топливом после заполнения не должен содержать воздух. Для этого баллон переворачивают и остатки воздуха удаляют из него, нажимая пальцами на верхнюю часть баллона. После удаления воздуха баллон присоединяют к жиклеру карбюратора, иглу которого заворачивают до положения полного закрытия.

Бак для скоростной модели. Наибольшее распространение получил бак типа «поилка» (рис. 98, а). Он состоит из двух полостей, разведенных перегородкой, в которую впаивают заправочную трубку 1. Трубка 2 дренажная. Трубка 3 служит топливопроводом. Заправочный штуцер впаивают в боковую стенку и после заливки топлива закрываются.

Схема подачи топлива в двигатель показана на рисунке 98, б. В полость А заливают определенное количество топлива, которое перетекает в полость Б и устанавливается на определенном уровне h . По мере выработки топлива в полости Б его уровень снижается и топливо из полости А свободно перетекает в полость Б, компенсируя расход топлива.

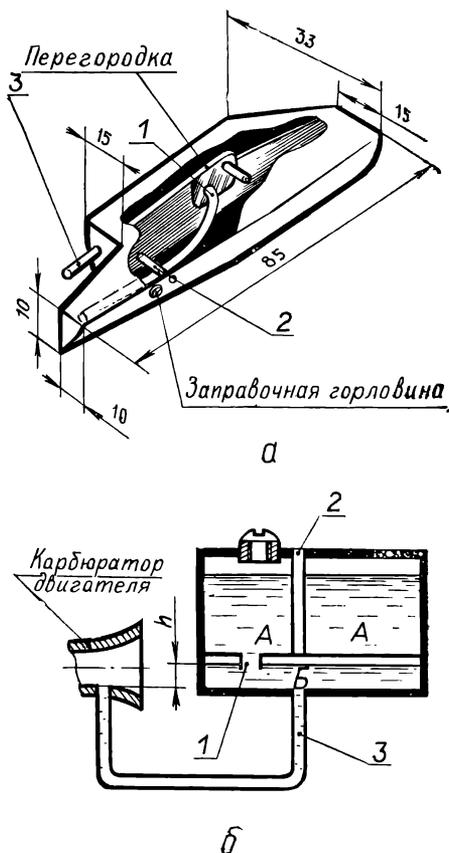


Рис. 98. Бак типа «поилка»: а — конструкция, б — схема подачи топлива.

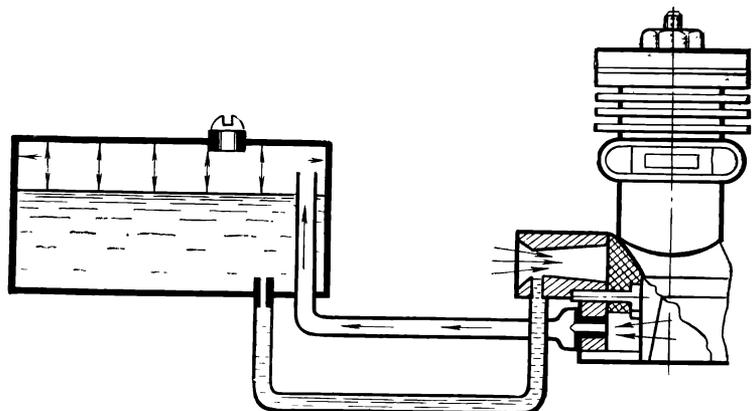


Рис. 99. Схема подачи топлива под давлением.

Постоянство уровня топлива в полости *Б* создает благоприятные условия для работы двигателя, который получает топливо с постоянным давлением на входе в жиклер.

В конструкциях бака типа «поилка» применяются соединительные и дренажные трубки из латуни с внутренним диаметром 1,5 мм. Топливопровод от бака к жиклеру карбюратора изготовляют из эластичной резиновой трубки с внутренним диаметром, равным внутреннему диаметру выходной трубки бака (2 мм).

Баки изготовляют из луженой жести толщиной 0,3 мм. Латунные трубки подвергаются лужению снаружи и изнутри.

В последнее время получили распространение баки с однокамерной поилкой.

Бак для скоростных, таймерных и моделей «воздушного боя». Схема подачи топлива для моделей этого типа показана на рисунке 99. Конструкция бака рассчитана на принудительное поступление топливной смеси за счет давления, создающегося внутри картера двигателя. Топливная система замкнутая и герметичная, поэтому бак дренажной трубки не имеет.

Топливо поступает за счет давления, подводимого от задней крышки картера. Величина давления 0,2 ... 0,3 даН/см². Заправочный штуцер герметически закрыт.

Описанная конструкция бака позволяет использовать диффузоры карбюратора большого сечения для получения повышенной мощности двигателя.

Топливные фильтры. Для исключения попадания в двигатель посторонних частиц в топливопроводе на входе в карбюратор устанавливают топливные фильтры. Они способствуют более равномерному течению смеси, что важно при резких изменениях положения модели в пространстве, например при выполнении фигур высшего пилотажа. Одновременно в фильтрах происходит гашение пены и освобождение топлива от пузырьков воздуха.

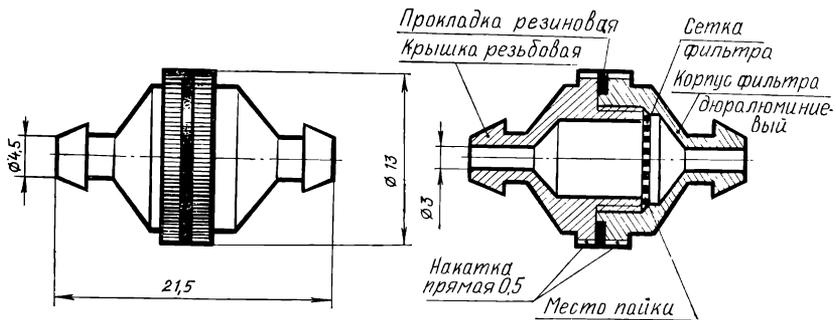


Рис. 100. Конструкция разборного топливного фильтра.

Фильтры изготавливаются из легких сплавов и по конструкции делятся на разборные (рис. 100) и неразборные (рис. 101). Для неразборных фильтров применяется латунь или бронза, так как места соединения деталей приходится паять. Внутри корпуса фильтра закрепляется латунная или никелевая сетка с размером ячейки 0,04 мм, которая позволяет надежно профильтровать топливо.

Заправочные устройства. Заправка топливных систем двигателей осуществляется различными способами и во многом определяется типом модели, на которой стоит двигатель. Например, двигатель гоночной модели заправляют несколько раз во время соревнований, и от того, насколько быстро это сделано, во многом зависит результат гонок. Заправка же двигателей таймерной модели происходит один раз, и двигатель работает только 7 с. Для заправки двигателей гоночных моделей применяют простое, но надежное заправочное устройство (рис. 102), которое состоит из емкости 2 с подкачивающим насосом 3, топливопровода 4 и наконечника с обратным запорным клапаном 5 (рис. 103). Работает устройство следующим образом. В емкость через горловину 1 заливают топливную смесь. За счет подкачивающего поршневого насоса топливная смесь под давлением поступает через топливопровод к наконечнику с обратным клапаном. Обратный клапан шарикового типа, состоящий из корпуса, пружины и шарика, запирает выход из топливопровода и поэтому делается герметичным. Для удобства заправки наконечник с клапаном должен иметь внутренний конус. При

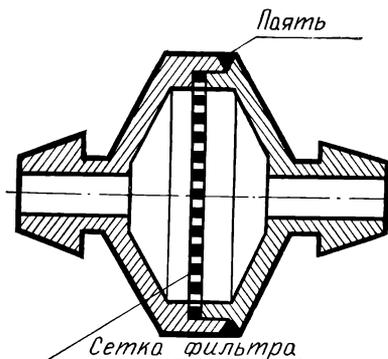


Рис. 101. Конструкция неразборного топливного фильтра.

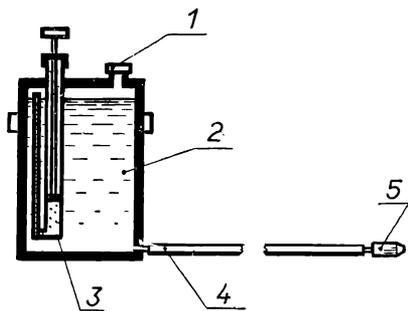


Рис. 102. Схема устройства для заправки гоночных моделей.

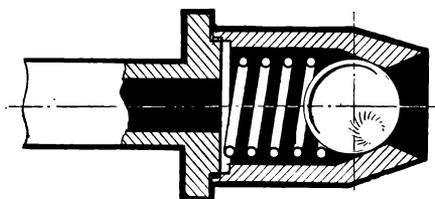


Рис. 103. Наконечник с обратным клапаном шарикового типа.

надавливанием наконечником на заправочную трубку бака во время его заправки шарик отжимается и топливная смесь устремляется в бак. Для удобства работы емкость с топливной смесью закрепляют эластичными лентами на поясе моделиста, а заправочный наконечник держат в руке.

19. Рецепты и методика составления топливных смесей

Топливные смеси для двигателей состоят из горючего, смазочных масел и присадок, улучшающих свойства топлива.

Все топливные смеси разделяются на две группы — для калильных и компрессионных двигателей. Кроме того, в каждой группе различают в зависимости от назначения смеси для обкатки двигателей, для

нормальной работы и для получения максимальной мощности.

Для обкатки (приработки) двигателей используются смеси с большим содержанием в них смазочных масел. Смеси для нормальной работы двигателя характеризуются небольшим содержанием смазочных масел и большим содержанием горючего. Для получения от двигателя максимальной мощности применяют смеси с большим количеством разнообразных присадок, повышающих активность сгорания топливной смеси.

Топливные смеси для компрессионных двигателей содержат в качестве компонентов: горючее — керосин, этиловый (серный) эфир; смазочные масла — касторовое, минеральное МК8, соляровое. Эти масла в топливной смеси обеспечивают качественную смазку трущихся деталей двигателя. Подбирают масла так, чтобы они полностью сгорали с наименьшим нагарообразованием. Количественное содержание смазочных масел в топливной смеси колеблется от 8 до 34 %.

Присадки, входящие в состав топлива для компрессионных двигателей, улучшают и ускоряют сгорание топлива. Они способствуют стабильной работе двигателей, облегчая их запуск и регулировку.

Составление топливной смеси — ответственное и сложное дело, которое требует большого внимания и определенных навыков. Прежде всего нужно ознакомиться с физико-химическими

свойствами возможных компонентов. При составлении топливных смесей необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. Приступая к составлению топливных смесей, нужно приготовить чистую герметичную посуду, лучше темного цвета, шприцы, воронки, мензурки с делениями 1 см³ и фильтры. В соответствии с имеющимся рецептом топливной смеси все компоненты смешивают в одной емкости, после чего смесь фильтруют. Профильтрованную смесь хранят в темном помещении с нормальной температурой окружающей среды (+20...25 °С) и отстаивают в течение полутора-двух суток, после чего фильтрацию повторяют. Топливную смесь рекомендуется взбалтывать в течение 1...1,5 ч с помощью специального приспособления или на вибростенде частотой 100...150 Гц в закрытой герметичной посуде.

Для ответственных запусков применяют методику составления смесей по способу, предложенному заслуженным тренером СССР М. Е. Васильченко. Готовую смесь разводят в объеме, в 2 раза большем, чем требуется, а емкость посуды берут равной трем объемам требуемого количества смеси. После взбалтывания топливная смесь отстаивается в течение суток, затем 75% этой смеси без перемешивания сливают в другую чистую емкость. Слитая топливная смесь обладает, как правило, высокими качествами, так как содержит в себе максимальное количество легких фракций. При составлении топливных смесей в горючем (керосине или спирте) сначала растворяют масло, а затем добавляю присадки.

С целью соблюдения указанной выше последовательности составления топливной смеси рекомендуется вести журнал записей с указанием выполненных операций и количества компонентов, вводимых в смесь. Используемые для составления топливных смесей емкости должны иметь наклеенные этикетки с соответствующими надписями. Существует большое количество рецептов топливных смесей, учитывающих такие факторы, как погодные условия (влажность, температуру), степень сжатия двигателя и др. Рекомендуются следующие рецепты топливных смесей для компрессионных двигателей, наиболее часто применяемые начинающими моделистами.

I.	Эфир серный	33,3 %
	Керосин	33,4 %
	Масло минеральное МК8	33,3 %
II.	Эфир серный	40 %
	Керосин	36 %
	Масло касторовое	24 %
III.	Эфир серный	35 %
	Керосин	40 %
	Масло касторовое	10 %
	Масло минеральное МК8	15 %

20. Запуск и регулировка компрессионного двигателя

Для успешного запуска двигателя необходимо соблюдать ряд перечисленных ниже требований.

Двигатель должен быть надежно прикреплен к модели. Бачок для питания двигателя не следует устанавливать слишком высоко или низко по отношению к двигателю. Лучше всего его закрепить вблизи жиклера.

Для того чтобы запустить двигатель, необходимо:

1) залить топливо в бачок (бачок соединить с карбюратором эластичной трубкой);

2) установить воздушный винт в горизонтальном положении (при этом положение поршня должно соответствовать начальной фазе сжатия);

3) открыть иглу жиклера на 3—4 оборота от положения полного закрытия;

4) регулировочным винтом установить контрпоршень в такое положение, когда при вращении вала ощущались бы легкие толчки;

5) закрыть пальцем левой руки диффузор карбюратора и повернуть воздушный винт 3—4 раза против часовой стрелки (если смотреть со стороны воздушного винта);

6) сделать несколько резких ударов по лопасти воздушного винта в сторону вращения вала; если двигатель хорошо отрегулирован, то он сразу заработает. Останется только, увеличивая и уменьшая подачу топлива, отрегулировать частоту вращения.

При этом следует помнить, что если топливная смесь подается в двигатель под давлением, то даже при небольшом изменении положения иглы режим двигателя будет значительно изменяться.

Если двигатель не запускается, то необходимо уменьшить степень сжатия за счет перемещения контрпоршня относительно поршня. Это можно осуществить регулировочным винтом.

Характерные неисправности в работе компрессионного двигателя указаны в таблице 4.

21. Стендовые испытания двигателей

Перед установкой двигателя на модель он должен быть предварительно отрегулирован и испытан на стенде (рис. 104), который прикрепляется к любому столу при помощи струбины.

Стенд имеет зажимы для крепления двигателя и топливный бак с топливопроводом, смонтированные на основании. Габариты стенда $134 \times 120 \times 84$ мм, масса 400 г. Стенд предназначен для испытания двигателей с рабочим объемом не более $2,5 \text{ см}^3$.

При испытаниях двигателей наибольший интерес представляет измерение его мощности.

Основной характеристикой двигателя внутреннего сгорания

Неисправность	Причина неисправности и способы ее устранения
<p>1. Двигатель не запускается</p> <p>2. Двигатель дает вспышки, но не запускается</p> <p>3. Двигатель работает глухо и частота вращения его мала</p> <p>4. Двигатель самопроизвольно останавливается после непродолжительной работы, из окон двигателя идет дым, слышны очень звонкие хлопки</p>	<p>а) Не отрегулирована подача топлива из бака к карбюратору Необходимо отвернуть на 4—5 оборотов иглу жиклера от положения полного закрытия, закрыть пальцем левой руки отверстие диффузора и повернуть вал несколько раз. Это необходимо для засасывания топлива в двигатель</p> <p>б) В картере слишком много топлива. Достаточно завернуть иглу жиклера до упора и вращать вал двигателя в сторону, противоположную нормальному вращению, до полного удаления топлива из полости картера</p> <p>Мала степень сжатия в цилиндре двигателя. Регулировочным винтом установить необходимый зазор между поршнем в ВМТ и контрпоршнем. Если указанная операция не улучшает работу двигателя, то нужно обдуть или обогатить рабочую смесь, завертывая или отвертывая иглу жиклера</p> <p>Происходит неполное сгорание рабочей смеси при малой степени сжатия в цилиндре. Необходимо уменьшить подачу топлива, производя регулировку поворотом иглы жиклера карбюратора. Степень сжатия нужно увеличить, завертывая регулировочный винт и тем самым перемещая контрпоршень вниз</p> <p>Чрезмерно высока степень сжатия и слишком обеднена рабочая смесь. Для четкой работы двигателя необходимо уменьшить степень сжатия, вывертывая регулировочный винт в головке двигателя, и увеличить подачу топлива, вывертывая иглу жиклера карбюратора</p>

является его мощность. Мощность, снимаемая с вала двигателя с учетом механических потерь, т. е. потеря на трение между деталями поршневой группы и кривошипного механизма, называется эффективной мощностью. Поэтому, когда говорят о полезной мощности двигателя, то подразумевают под этим именно эффективную мощность.

Мощность двигателя (кВт) подсчитывают по формуле:

$$N_э = \frac{M_{кр} \cdot n}{9555},$$

где $M_{кр}$ — крутящий момент, Н·м; n — частота вращения, об/мин; 9555 — постоянный коэффициент. На стендовых испытаниях измеряют крутящий момент и частоту вращения коленчатого



Рис. 104. Регулировочный стенд.

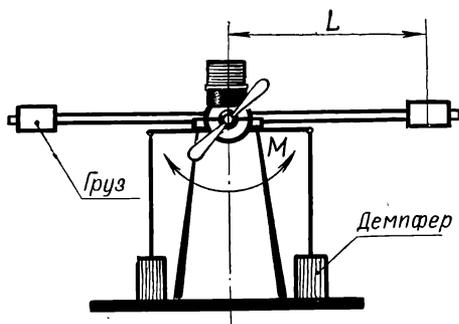


Рис. 105. Схема балансирующего станка.

стремится отклониться от горизонтального положения. Перемещая один из грузов, добиваются горизонтального положения рамы при работающем двигателе, а затем, измерив плечо рычага от оси вращения рамы до центра тяжести перемещенного груза и зная силу его тяжести, определяют величину крутящего момента по формуле:

$$M_{кр} = P \cdot L,$$

где P — сила тяжести груза, кг; L — длина плеча, см.

Приборы для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя. Эти приборы носят название тахометров. В зависимости от принципа действия тахометры могут быть контактные и бесконтактные. Контактные тахометры подразделяются на электродинамические, хронометрические, жидкостные, центробежные.

Бесконтактные тахометры не отбирают мощности для привода их в действие, что очень важно при испытании двигателей, имеющих малые абсолютные мощности. К бесконтактным относятся строботахометры, фототахометры и звуковые тахометры.

Фототахометры работают по принципу замера частоты.

го вала двигателя и по приведенной выше формуле определяют его мощность.

Измерение крутящего момента. Может быть выполнено различными способами, но наибольшее распространение получило измерение его на балансирующем станке, представляющем собой подвижную раму (рис. 105), на которой закрепляют модельный двигатель.

На концах рамы имеются два груза, передвигая которые можно устанавливать раму с двигателем в горизонтальное положение.

Когда двигатель работает на максимальной частоте, в направлении, противоположном вращению вала, создается так называемый реактивный момент, равный по величине крутящему моменту, под действием которого рама с двигателем

прерываний луча света, попадающего на фотодиод; в качестве прерывателя источника света может быть использован воздушный винт.

Наиболее часто в практике используется магнитоэлектрический тахометр ИО-30. Он имеет три шкалы замера: 30...300 об/мин, 300...3000 об/мин, 3000...30 000 об/мин. Переключаются диапазоны поворотом втулки так, чтобы указанные на втулке пределы измерения располагались против фиксирующей отметки. Для соединения тахометра с вращающимся механизмом используется ряд вставок. С помощью арретира, который приводится в действие стопорной кнопкой, фиксируют стрелку после замера частоты вращения двигателя.

22. Летные испытания

Летные испытания обычно проводятся для того, чтобы выявить особенности работы двигателя в различных условиях, встречающихся при эксплуатации моделей.

Мощность двигателя, установленного на модели, может оказаться меньшей, чем при испытании на стенде. Происходит это по многим причинам, например, в результате изменения условий охлаждения двигателя, неудачного расположения диффузора, недоработок в системе питания и т. д.

В комплект стартового оборудования для запуска двигателя калильного зажигания входят источник электрического питания в виде аккумуляторных батарей или батарей сухих элементов напряжением 1,5 В и приборы контроля — вольтметр и амперметр.

Для удобства пользования амперметр и вольтметр могут быть скомпонованы в одном корпусе или на одной щитке. Соединительные провода должны иметь хорошую изоляцию и обеспечивать надежность подключения источников тока к калильной свече двигателя.

Действующими правилами проведения соревнований по авиамodelьному спорту запрещается использовать в некоторых классах моделей посторонние источники механической энергии — стартеры. Во всех других условиях при запуске моделей рекомендуется пользоваться стартером, так как время запуска двигателя значительно сокращается. Обычно стартер представляет собой электродвигатель с частотой в 4500 ... 9000 об/мин, имеющий на валу специальный наконечник с резиновой муфтой (рис. 106). Передача вращающего момента осуществляется посредством резиновой

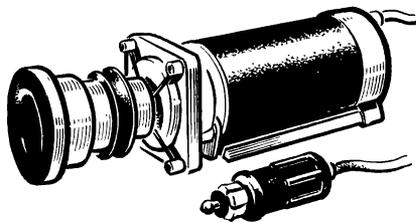


Рис. 106. Электрический портативный стартер.

муфты, прижимаемой к обтекателю двигателя. Используются и механические стартеры различных видов, например стартер ручного типа. Он состоит из мультипликатора (редуктора) с большим передаточным отношением (1:50, 1:75 и т. д.) и позволяет раскрутить коленчатый вал двигателя до момента его запуска с большой частотой. Для сокращения времени запуска применяют также стартеры, устанавливаемые непосредственно на двигатель. Обычно это пружины из проволоки типа ОВС (Сталь 70) сечением 1,5... 2 мм или механизм с применением спиральных ленточных пружин типа часовых.

Выбор параметров таких пружин зависит от компрессии двигателя и его рабочего объема. Пружина должна обладать достаточной упругостью, чтобы обеспечить при запуске прокрутку вала с воздушным винтом до момента запуска. Оборудование, применяемое для летных испытаний двигателя, зависит от тех задач, которые ставятся перед испытываемой моделью. При подготовке к наиболее ответственным стартам, например, скоростных моделей, успех проведения которых во многом определяется хорошей работой двигателя, используют специальное оборудование.

Техника безопасности при эксплуатации двигателей внутреннего сгорания. Двигатели внутреннего сгорания обладают достаточно большой мощностью и развивают частоту вращения в пределах 10 000... 20 000 об/мин и более. При эксплуатации их необходимо соблюдать правила безопасной работы, которые заключаются в следующем:

1. Перед запуском двигатель следует надежно закрепить на модели или испытательном стенде.

2. Перед установкой воздушного винта необходимо проверить его на отсутствие трещин, зазубрин или заусенцев, так как при запуске это может вызвать травмы. Кроме этого, необходимо его отбалансировать. Несбалансированность (дисбаланс) воздушного винта приводит к большим вибрациям двигателя на модели и ослаблению его крепления или повреждению модели.

3. Запрещается находиться в плоскости вращения воздушного винта работающего двигателя, так как возможен разрыв воздушного винта из-за больших напряжений, возникающих в нем.

4. Запрещается крепить двигатель за картер. Несоблюдение этого правила может привести к деформациям и трещинам картера.

5. Применяемую для запуска двигателя топливную смесь разрешается хранить в хорошо вентилируемом помещении в небьющей посуде с этикетками, указывающими на состав топливной смеси.

6. Запуск двигателей разрешается производить только в помещениях с принудительной вентиляцией или на открытом воздухе на специально оборудованных площадках—кордромах.

7. Запрещается использовать в качестве компонентов рабочей смеси токсичные вещества, способные вызвать отравление или аллергические заболевания.

23. Двигатель для миниатюрных моделей

В последние годы в моделизме появились различные экспериментальные двигатели, наиболее перспективным из которых считают газовый двигатель. Конструкция представленного двигателя разработана мастером спорта Н. К. Шкаликовым. Это двигатель расширительного типа, использующий для вращения вала энергию сжатого газа CO_2 или воздуха. По сравнению с двигате-

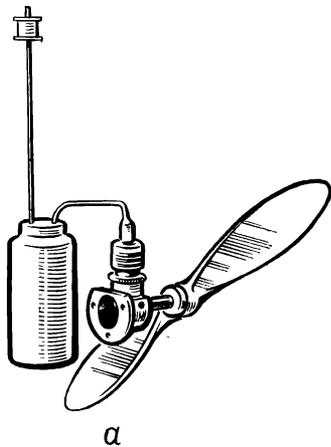
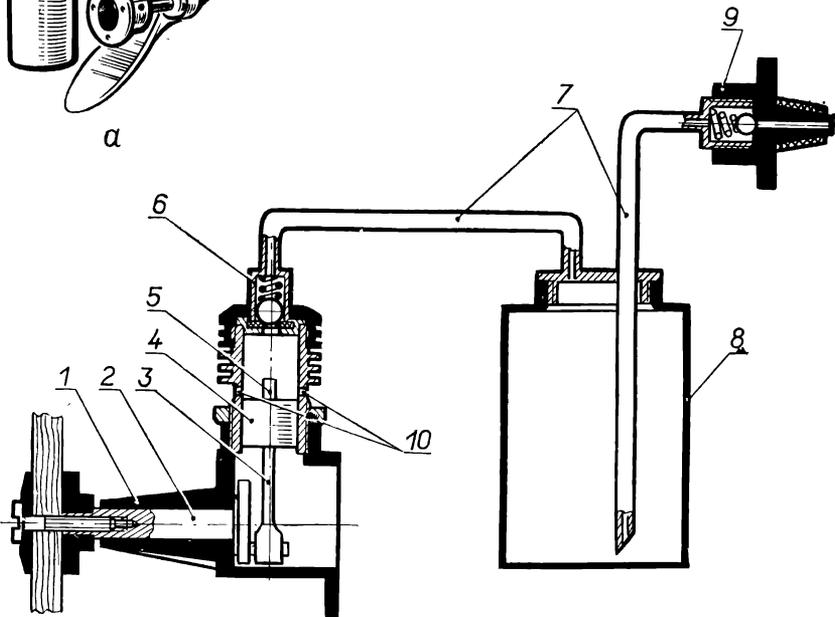


Рис. 107. Конструкция экспериментального двигателя:

a — общий вид. *b* — конструкция двигателя; 1 — картер двигателя, 2 — вал, 3 — шатун, 4 — поршень, 5 — упор поршня, 6 — впускной клапан, 7 — трубки, 8 — бак, 9 — заправочный клапан, 10 — выпускные окна.



b

лями внутреннего сгорания или электрическими он прост в изготовлении и эксплуатации, имеет малую массу, бесшумен.

При работе его отсутствуют вредные продукты сгорания топливной смеси, для запуска не нужны источники электрического тока. Двигатель рассчитан на установку его на комнатные и другие модели с размахом крыльев до 700 мм и массой до 50 г. Баллончика газа CO_2 , используемого для заправки сифонов, достаточно для трех запусков двигателя длительностью по 30...40 с. Рассмотрим принцип работы газового двигателя и кратко остановимся на особенностях его конструкции (рис. 107). Сжатый газ из бака 8 по трубке 7 поступает к впускному клапану двигателя 6 и вместе с пружиной удерживает его в закрытом состоянии. При движении поршня 4 вверх до верхней мертвой точки (ВМТ) упор поршня 5 проходит через отверстие головки двигателя и поднимает шарик впускного клапана. Сжатый газ устремляется в пространство над поршнем и, расширяясь, давит на поршень, заставляя его двигаться вниз и совершать рабочий ход. При движении вниз упор поршня 5 освобождает шарик и впускной клапан закрывается. Поршень движется вниз до нижней мертвой точки (НМТ). Силы инерции возвращают поршень в ВМТ, и рабочий ход повторяется. Газ, совершивший работу, выпускается через выпускные окна 10.

Конструкция двигателя очень проста. Картер, выточенный и отфрезерованный из алюминиевого сплава, имеет резьбу для установки гильзы. Стальная гильза с ребрами охлаждения в верхней своей части имеет резьбу, на которую навинчивается головка с впускным клапаном. Клапан шарикового типа уплотняется фторопластовой прокладкой, выполненной в виде шайбы с отверстием в центре. Шатун, головка и бачок изготовлены из алюминиевого сплава. Впускной клапан и крышка бака латунные, трубки стальные, диаметром 2,5 мм, с толщиной стенки 0,1 мм.

Основные технические данные газового двигателя: рабочий объем 0,1 см³, диаметр поршня 5 мм, ход поршня 5 мм, частота вращения до 3000 об/мин, масса двигателя 15 г, время работы с бачком емкостью 10 см³ до 120 с.

Глава III.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

24. Микроэлектродвигатели

Электрические двигатели малой мощности (микроэлектродвигатели) привлекают многих авиамodelистов своей компактностью, надежностью, бесшумной работой, легкостью запуска, простотой эксплуатации и большим сроком службы. Наибольшее

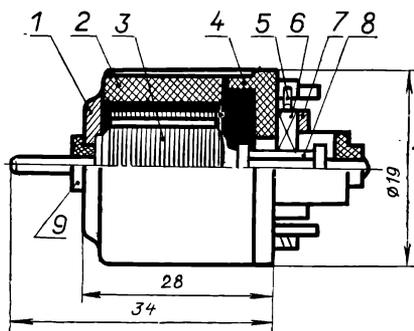


Рис. 108. Электродвигатель ДК-5-19.

Электродвигатель имеет пятизубцовый сердечник якоря 3, собранный из штампованных стальных листов, на котором намотана обмотка якоря.

Эксплуатация электродвигателей очень проста. Чтобы электродвигатель мог нормально работать длительное время, необходимо своевременно производить его профилактический осмотр и смазку подшипников вала.

Основному осмотру подвергаются коллектор и щетки электродвигателя. Пластины коллектора следует периодически очищать от пыли и масла, протирая их чистой тряпкой, смоченной в бензине или спирте. Щетки должны свободно перемещаться в щеткодержателях и плотно (всей поверхностью) прилегать к пластинам коллектора.

Периодически после 2—3 ч работы в подшипники вала двигателя закапывают 1—2 капли машинного масла.

25. Сухие элементы и аккумуляторы

Самыми распространенными источниками электрической энергии, применяемыми для питания бортовых и передающих устройств и в качестве источника для электрифицированных узлов моделей, являются сухие гальванические элементы и малогабаритные аккумуляторы. Характеристика сухих гальванических элементов приведена в таблице 5.

Эксплуатация таких батарей очень проста. К недостаткам их следует отнести прежде всего то, что они являются источниками тока одноразового действия и с момента изготовления в них протекают химические реакции, которые даже без подключения внешних потребителей с течением времени приводят их в негодность. Перед установкой на модель батарею проверяют под нагрузкой, например, подключив к ней клеммы микроэлектродвигателя

распространение получили микроэлектродвигатели постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

Рассмотрим конструкцию одного из микроэлектродвигателей, например типа ДК-5-19 (рис. 108). В металлический корпус 1 установлены кольцевой постоянный магнит 2 и втулка подшипника 9. Правая крышка 4 выполнена из пластмассы. На ее боковой поверхности установлены щеткодержатели 7. Угольные щетки 6 прямоугольного сечения помещены в пазы крышки и прижаты к коллектору 8 пружинами 5.

Таблица 5

Тип батареек	Напряжение, В	Емкость, А · ч	Непрерывный разряд			Габариты, мм			Масса, г
			нагрузка, Ом	ток раз- ряда, рА	время разряда, ч	длина	ширина (диаметр)	высота	
286	1,48	0,15	200	7	20	—	10,5	44,5	10
314	1,52	0,3	200	7	38	—	14,5	38,0	15
373 (Марс)	1,55	3	20	75	40	—	34	61,5	115
376	1,55	5	20	75	65	—	34	91	165
3336Л	4,5	0,5	10	350	2	62	21	63	150
Крона	9,0	0,15	—	10	15	26	16	49	35

Таблица 6

Тип аккумулятора	Емкость, А · ч	Режим заряда		Ток разряда, мА			Масса с элект- ролитом, г
		ток, мА	время, ч	10 ч	3 ч	1 ч	
Д-0,06	0,06	6	15	6	20	60	3,6
Д-0,07	0,07	7	15	7	30	70	4,8
Д-0,12	0,12	12	15	12	40	120	6,8
Д-0,2	0,2	25	15	20	65	200	14,2
ЦНК-0,2	0,2	20	15	20	65	200	15
ЦНК-0,45	0,45	40	15	40	150	450	21
ЦНК-0,85	0,85	85	15	85	280	850	41

теля ДП-10 и замерив напряжение на клеммах. Если напряжение меньше 3,5 В или медленно уменьшается, то такая батарея уже выработала свой ресурс и ставить ее на модель нельзя.

Наибольший интерес представляют герметичные кадмиево-никелевые и серебряно-цинковые аккумуляторы.

Основные технические характеристики первой группы аккумуляторов приведены в таблице 6. Напряжение полностью заряженной банки аккумулятора 1,3 В, а разряженной — 1 В.

Серебряно-цинковые аккумуляторы хранят сухими, отдельно от электролита, в качестве которого используют раствор едкого калия КОН плотностью 1,4 г/см³. Для приведения аккумулятора в действие его заливают небольшим количеством электролита и оставляют на пропитку на 18 ... 24 ч, после чего электролит доливают так, чтобы уровень его был между полосками, нанесенными на прозрачном корпусе. Электролит, попавший на руки или одежду, следует немедленно смыть большим количеством воды, слабым водным раствором борной кислоты и снова водой.

Перед эксплуатацией аккумуляторы отформовывают — проводят два цикла заряда — разряда. Заряд производят постоянным током, контролируя его величину и напряжение на каждом аккумуляторе. Когда напряжение на клеммах достигнет 2,02 ... 2,1 В, заряд прекращают.

Схема стенда для заряда аккумуляторов показана на рисунке 109. Для понижения напряжения сети до 20 ... 30 В используют любой трансформатор мощностью не менее 100 Вт. Пониженное напряжение выпрямляется диодами Д1 ... Д4 и подводится через реостат R к клеммам подключения аккумулятора. Реостат R служит для регулировки зарядного тока, а вольтметр и амперметр — для контроля режима заряда. Зарядку аккумулятора производят следующим образом. Подключают выводы стенда к клеммам аккумулятора (вывод «+» к клемме «+», соответственно вывод «-» к клемме «-»), включают питание и, перемещая движок реостата, добиваются необходимого тока заряда. Заряд прекращают при возрастании напряжения у кадмиево-никелевого аккумулятора до 1,76 ... 1,85 В, а у серебряно-цинкового — до 1,95 ... 2,02 В.

При разряде аккумулятора доводят напряжение на клеммах до 1 В, затем разряд прекращают во избежание порчи аккумулятора.

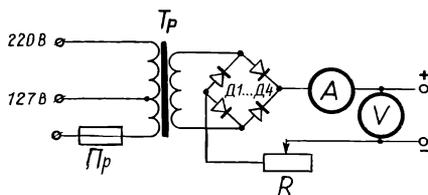
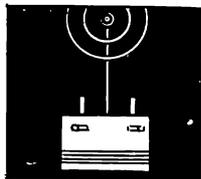


Рис. 109. Схема стенда для зарядки аккумуляторов.



Третий раздел

РАДИОУПРАВЛЕНИЕ И АВТОМАТЫ

На любом современном самолете установлены сотни различных приборов и автоматов, помогающих летчику выбрать нужный курс, дающих информацию о работе двигателей и других систем, а также предупреждающих о неисправностях и опасностях.

Многие летающие модели тоже оснащают различными автоматами. С их помощью можно останавливать двигатель или изменять режим его работы, задавать программу полета модели. Но изменение программы полета осуществляется только после посадки модели.

Оснатив модель аппаратурой управления по радио, моделист получает возможность управлять траекторией полета модели с момента старта и до посадки.

Об основных автоматах и простейших системах радиоуправления рассказано в этом разделе.

Глава I.

АВТОМАТЫ

26. Маятниковые автоматы крена и курса

Первые пробные запуски — наиболее ответственный момент в жизни модели. Нередко в первом же полете из-за неудачного старта модели, неточной ее регулировки, неумения моделиста управлять или резкого порыва ветра модель получает повреждение. А между тем можно изготовить простой и надежный маятниковый автомат, который «возьмет» на себя все обязанности по боковой устойчивости свободнолетающей модели и не один раз спасет ее от поломок.

Общий вид автомата крена показан на рисунке 110. Он состоит из маятника *1*, грузом которого служат батареи *9*, питающие бортовую радиоаппаратуру. Две оси *3*, закрепленные на шпанго-

утах 6, удерживают этот груз от перемещения вдоль продольной оси модели.

При прямолинейном полете модели без крена центр тяжести груза маятника совпадает с осью симметрии и тяги 2 и 5 не отклоняют элероны 8 от сбалансированного положения.

В момент крена груз маятника сохраняет вертикальное положение, повернувшись на некоторый угол β (рис. 111). Этот поворот маятника через тягу 2 (см. рис. 110) вызовет поворот качалок 4, закрепленных на боковых стенках фюзеляжа, которые через тягу 5 и кронштейны 7 отклонят левый элерон 8 вниз, увеличив тем самым подъемную силу опустившегося крыла. При этом правый элерон отклоняется вверх, уменьшая подъемную силу поднявшегося крыла, что приводит к восстановлению нормального полета.

При полете модели по кругу на груз маятника автомата (рис. 112), кроме силы тяжести, действует сила, направленная от центра круга, которая отклоняет груз от оси симметрии. Это отклонение маятника (рис. 112)

вызывает изменение положения элеронов, в результате чего модель летит с креном. Таким образом, автомат позволяет модели производить разворот с креном без скольжения, и полет модели становится похож на полет самолета. Момент, отклоняющий маятник автомата, пропорционален отношению квадрата скорости полета к радиусу виража. Если маятник автомата не помещается в фюзеляж модели, то его устанавливают с наружной стороны, что, однако, несколько ухудшает аэродинамику модели.

Самой трудоемкой в изготовлении частью автомата является маятник с батареями 9. Его конструкция зависит от типов источников питания радиоаппаратуры, устанавливаемых на модели.

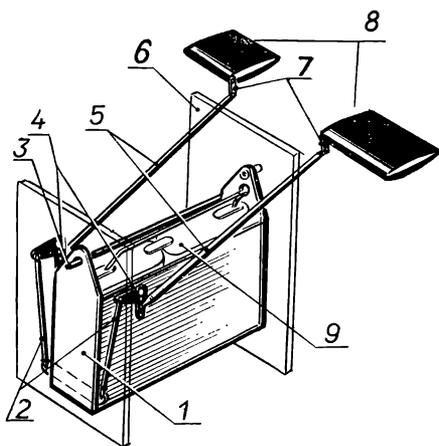


Рис. 110. Маятниковый автомат крена.

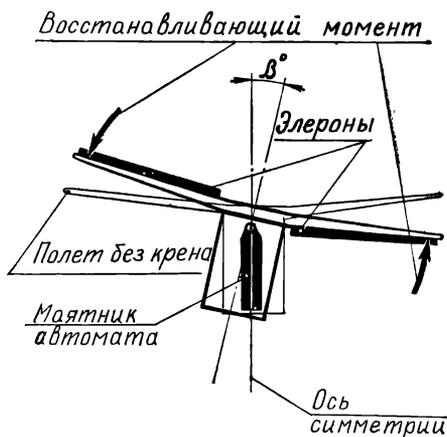


Рис. 111. Схема работы автомата при возникновении крена.

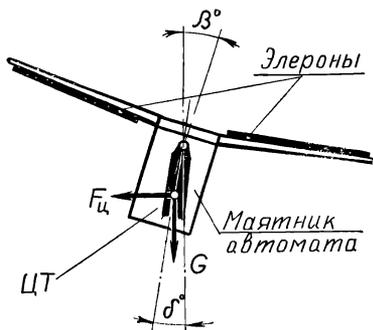


Рис. 112. Схема работы автомата при полете по кругу:

δ° — угол отклонения маятника под действием силы $F_{ц}$, G — сила тяжести маятника.

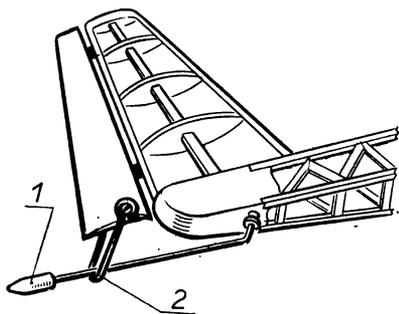


Рис. 113. Маятниковый автомат курса.

отклоняет его от нейтрального положения вправо. Через серьгу это отклонение передается на руль поворота, в результате чего модель восстанавливает полет по прямой и маятник опять занимает нейтральное положение.

27. Автоматы остановки двигателя

В зависимости от принципа остановки двигателя различают автоматы остановки по воздуху, перекрывающие всасывающее или выпускное отверстие двигателя, и по горючему, прекращающие доступ горючего в двигатель или разгерметизирующие систему подачи топлива под давлением.

Рассмотрим сначала автоматы остановки двигателя по воздуху. На рисунке 114 показан автомат, устанавливаемый на кордовой модели. Он состоит из тяги 2 с клапаном 1, рычага взвода 3, защелки 4 и привода от качалки управления 5.

Перед запуском двигателя ставят рычаг 3 в положение, при котором тяга 1, преодолевая сопротивление возвратной пружи-

Промежуточная качалка и тяги — обычной конструкции, применяемой в кордовых моделях. При наладке автомата следует добиваться того, чтобы углы отклонения маятника и элеронов были одинаковы и не превышали 10° . Регулировка автомата производится тягами 5 и качалкой 4 (см. рис. 110). Возможны и другие варианты исполнения автомата крена, например с электрическим приводом или с гироскопом, но они более тяжелы, сложны и менее надежны.

Кроме автоматов крена, на моделях устанавливают маятниковые автоматы курса, которые позволяют выдерживать определенное направление полета. Простой автомат курса (рис. 113) состоит из маятника 1, шарнирно закрепленного на фюзеляже, и серги 2, связанной с рулем поворота.

При отклонении модели от полета по прямой, например, влево, на груз маятника начинает действовать сила, которая

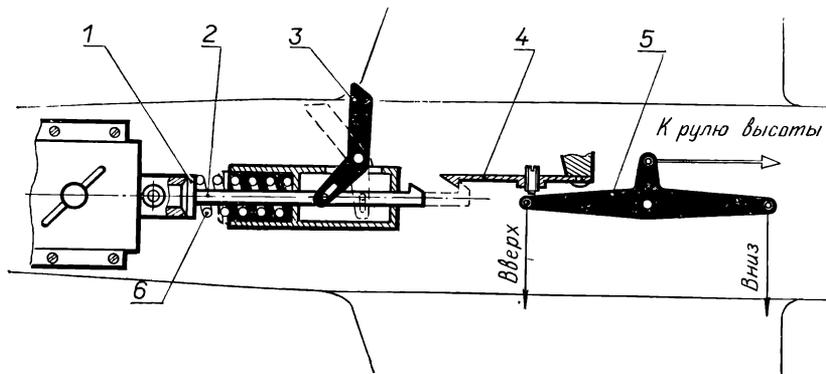


Рис. 114. Автомат остановки по воздуху.

ны, открывает отверстие всасывающего патрубка. Защелка 4 удерживает клапан в открытом состоянии. В нужный момент времени пилот резко отклоняет руль вниз и качалка управления 5 своим плечом освобождает тягу 2, которая под действием пружины 6 перемещается, закрывает клапан, и двигатель останавливается.

Срабатывание такого автомата происходит при очень кратковременном и резком отклонении руля вниз, что существенно не влияет на траекторию полета скоростных и гоночных кордовых моделей. Подобный автомат можно применять для перекрытия выпускного окна двигателя или резонансной трубы.

На кордовых моделях класса «воздушный бой» и пилотажных моделях срабатывание автомата остановки двигателя происходит при резком рывке ручки управления. С помощью пружин добиваются такого положения качалки (рис. 115), чтобы силы, возникающие при обычном полете, не смогли вызвать ее срабатывание.

При резком рывке ручки управления защелка освобождается, преодолевая усилие, развиваемое пружиной, автомат срабатывает, и двигатель останавливается.

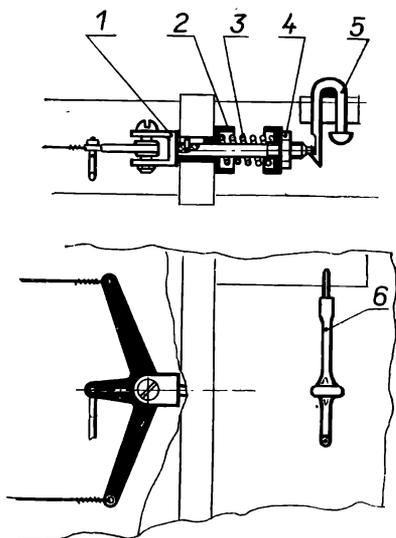


Рис. 115. Автомат остановки по го-
рячему:

1 — шток с качалкой управления, 2 — направляющая втулка, 3 — пружина, 4 — гайка регулировки усилия срабатывания, 5 — рычаг взвода, 6 — эластичная трубка разгерметизации бака.

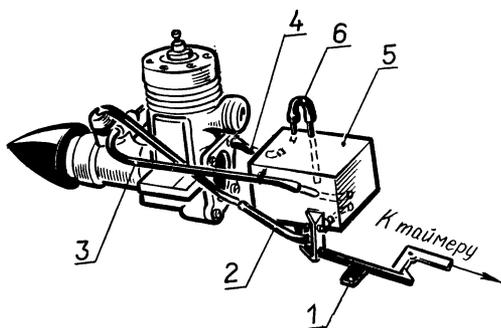


Рис. 116. Автомат остановки по горючему перезаливом:

1 — тяга, 2 — трубка перезалива, 3 — трубка питания, 4 — трубка давления, 5 — бак, 6 — герметизация заправочной и дренажной трубок.

время работы двигателя после выпуска модели в полет. При взведении автомата тяга 1 перекрывает трубку перезалива, герметизируя тем самым систему подачи топлива.

В момент срабатывания автомата тяга 1 освобождается и открывает трубку перезалива, по которой горючее под давлением попадает во всасывающий диффузор, смесь обогащается, бак разгерметизируется, и двигатель останавливается.

28. Механизмы программного управления

Механизмы программного управления широко применяются на свободнолетающих моделях для ограничения времени работы двигателя, полета модели или для изменения угла установки крыла, руля поворота или стабилизатора.

Такой механизм состоит из таймера и программно-исполнительного устройства. В качестве таймера используют часовой механизм от автоспуска фотоаппарата. Программно-исполнительное устройство имеет чеку, нажатие или выдергивание которой включает часовой механизм и систему рычагов, тяг и пружин, обеспечивающих последовательное выполнение команд.

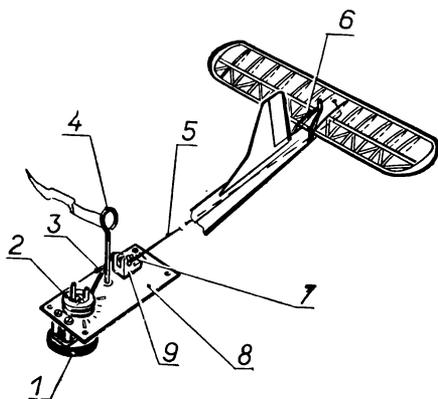


Рис. 117. Механизм ограничения времени полета.

На рисунке 117 показан в рабочем положении механизм ограничения времени полета. После его срабатывания стабилизатор модели устанавливается на большие отрицательные углы, и модель, парашютируя, совершает посадку.

На плате механизма 8 закреплены таймер — часовой механизм от автоспуска 1, на заводной рычаг которого установлен барабан 2 с прямоугольной резьбой, кронштейн 9 с крючком 7, поворачивающийся на вертикальной оси, и чека 4. Стабилизатор закрепляется резинкой 6, а тяга 5, надеваемая на крючок 7, удерживает его в полетном положении.

Для взвода механизма в рабочее положение заводят таймер, вставляют чеку и, поворачивая кронштейн, вводят крючок в зацепление с барабаном. Затем тягу стабилизатора надевают на другой конец крючка.

В момент запуска выдергивается чека 1, освобождающая маятник часового механизма, и таймер начинает вращать барабан. При срабатывании механизма крючок выходит из зацепления с барабаном через паз, освобождает тягу и резинка отклоняет стабилизатор в посадочное положение.

Установив на плату механизма несколько крючков и спрофилировав барабан, можно через заданное время, например, остановить двигатель модели, отклонить руль направления или руль высоты на несколько секунд и заставить модель летать по заданной программе.

Глава II.

КОМПЛЕКТЫ РАДИОУПРАВЛЕНИЯ

Комплект аппаратуры состоит из передающего и приемного устройств. Передающее устройство (передатчик) находится в руках у моделиста. При работе передатчика его антенна излучает высокочастотные колебания — команды. Приемное устройство, устанавливаемое на модели, состоит из приемника с дешифратором команд, рулевых машинок и источника питания. Приемник настроен на частоту своего передатчика. Он усиливает команды передатчика, дешифрует их и включает рулевые машинки, которые отклоняют рули модели.

29. Дискретная радиоаппаратура

Комплекты аппаратуры «Пилот», «Старт», «РУМ-2», выпускаемые нашей промышленностью, относятся к так называемым дискретным системам управления. Ручки управления передатчиков в этих системах имеют несколько фиксированных положений. При нажатии ручки управления передатчика, т. е. при подаче команды, например, «Влево», рычаг рулевой машины отклоняется до упора влево и остается в этом положении до тех пор, пока нажата ручка управления.

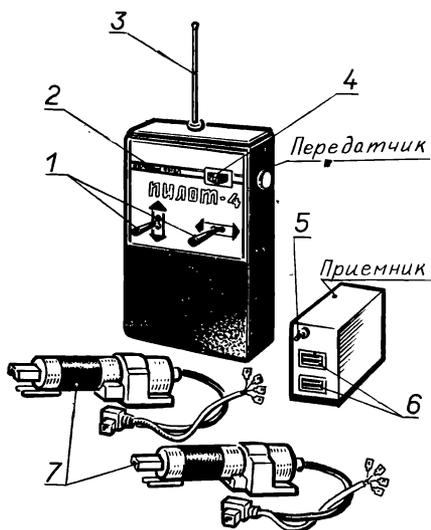


Рис. 118. Комплект радиоаппаратуры «Пилот-4»:

1 — ручки переключателей команд, 2 — индикатор напряжения питания, 3 — антенна, 4 — выключатель, 5 — гнездо приемной антенны, 6 — разъемы для подключения рулевых машинок, 7 — рулевые машинки.

лот-2М») и четырехкомандном («Пилот-4») исполнении с автоматическим возвратом силовых рычагов рулевых машинок в нейтральное положение. Аппаратура «Пилот-4» представляет собой модернизированный вариант хорошо зарекомендовавшей себя двухкомандной аппаратуры «Пилот».

Передатчики всех исполнений имеют металлический корпус. На лицевой панели установлены индикатор напряжения питания, тумблер включения и ручки управления. Съёмная задняя крышка обеспечивает доступ к отсеку питания. В верхней части закреплено гнездо для подключения штывевой антенны.

Приемные устройства радиоаппаратуры типа «Пилот» смонтированы на печатных платах и заключены в тонкий металлический корпус. На корпусе установлены гнезда для подключения антенны, рулевых машинок. Рулевая машинка состоит из электродвигателя МДП-1 с редуктором, преобразующим электрическую энергию в возвратно-поступательные движения силового рычага, и системы возврата силового рычага в нейтральное положение после прекращения команды.

Аппаратура «Старт». Представляет собой четырехкомандную дискретную радиоаппаратуру управления моделями.

В комплект радиоаппаратуры (рис. 119) входят передатчик и приемное устройство.

После прекращения подачи команды рычаг рулевой машинки автоматически возвращается в нейтральное положение (если рулевая машинка снабжена механизмом возврата) или остается в том положении, в котором его застало прекращение команды.

Рулевые машинки, применяемые для привода руля высоты, руля направления и элеронов авиамodelей, имеют механизм возврата. Рулевые машинки для управления частотой вращения коленчатого вала двигателя или привода триммера руля высоты не имеют механизма возврата, и силовой рычаг может остановиться в любом промежуточном положении.

Аппаратура «Пилот». Дискретная аппаратура «Пилот» (рис. 118) выпускается в двухкомандном («Пилот», «Пи-

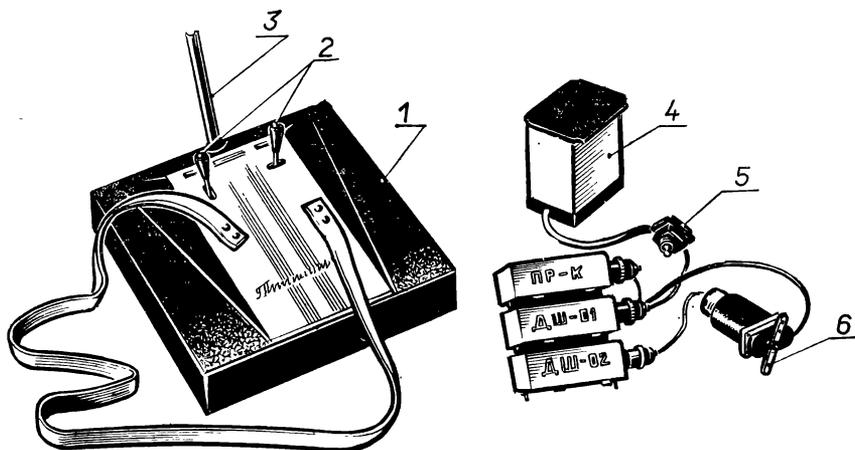


Рис. 119. Комплект радиоаппаратуры «Старт»:

1 — передатчик, 2 — ручки переключения команд, 3 — антенна, 4 — блок питания, 5 — выключатель, 6 — рулевая машинка.

Передатчик 1 заключен в пластмассовый корпус. На переднюю панель выведены тумблер включения питания, две ручки управления, индикатор работы и гнездо для телескопической антенны.

Доступ к отсеку питания осуществляется через заднюю съемную крышку. Приемное устройство выполнено в виде трех законченных функциональных блоков: приемника и двух дешифраторов. К блокам дешифраторов с помощью штепсельных разъемов подключают рулевые машинки. Каждый блок имеет пластмассовое основание, на котором смонтированы печатная плата и разъемы. Сверху блок закрывается металлической крышкой.

Рулевая машинка аппаратуры «Старт» состоит из электродвигателя с понижающим редуктором, на выходном валу которого укреплен силовой рычаг, и системы возврата этого рычага в нейтральное положение после прекращения команды.

Аппаратура РУМ-2. РУМ-2 (рис. 120) — шестикомандная,

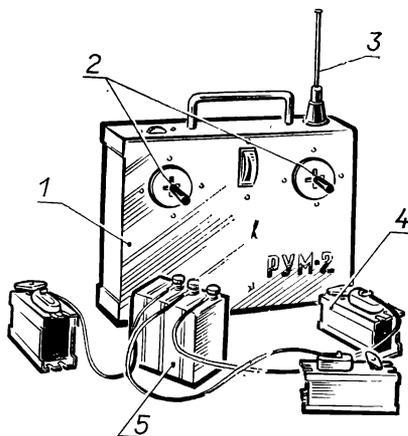


Рис. 120. Комплект радиоаппаратуры РУМ-2:

1 — передатчик, 2 — ручки переключения команд, 3 — антенна, 4 — рулевая машинка, 5 — блоки приемного устройства.

дискретная аппаратура с автоматическим возвратом рычагов в нейтральное положение.

В отличие от комплектов, описанных выше, РУМ-2 позволяет одновременно управлять двумя рулевыми машинками, что значительно расширяет возможности радиоуправления.

Комплект аппаратуры РУМ-2 состоит из передатчика и приемного устройства.

Передатчик выполнен в прямоугольном металлическом корпусе со съемной крышкой. На передней панели расположены ручки управления и индикатор работы, на верхней — выключатель и гнездо для антенны.

Приемное устройство состоит из блока приемника, трех одинаковых по размерам блоков дешифраторов и трех рулевых машинок.

Рулевая машинка имеет большую скорость действия и состоит из электродвигателя с редуктором и системы электровозврата.

30. Пропорциональная аппаратура

Системы радиоуправления, в которых отклонение ручки управления передатчика синхронно передается рычагу рулевой машинки, называются пропорциональными. С помощью таких систем можно плавно отклонить руль модели на любой требуемый угол.

Сигнал, излучаемый передатчиком пропорционального управления, содержит информацию об угле и скорости отклонения ручки управления. Эта информация поступает в приемник, усиливается им, расшифровывается в дешифраторе и сравнивается с сигналами положения рычагов рулевых машинок, которые дают потенциометры, установленные в них. Если сигналы различны, то возникает сигнал рассогласования, который усиливается и, проходя через электродвигатель рулевой машинки, поворачивает ее рычаг и потенциометр в новое положение, при котором сигнал рассогласования равен нулю.

Система пропорционального управления более совершенна, чем дискретная. Модель, оснащенная такой аппаратурой, позволяет с лучшим качеством выполнять сложные фигуры высшего пилотажа и быстрее осваивать технику пилотирования.

Аппаратура «Новопрор-3». Представляет собой пропорциональную шестикомандную радиоаппаратуру (рис. 121). Она позволяет одновременно подавать три команды. Рычаги рулевых машинок двух каналов имеют возврат в нейтральное положение. Перемещая командные рычаги передатчика, можно менять длительность командных импульсов. Эти импульсы усиливаются приемником и распределяются таким образом, что первый командный импульс, длительность которого меняется только при отклонении одной ручки управления, всегда поступает в виде

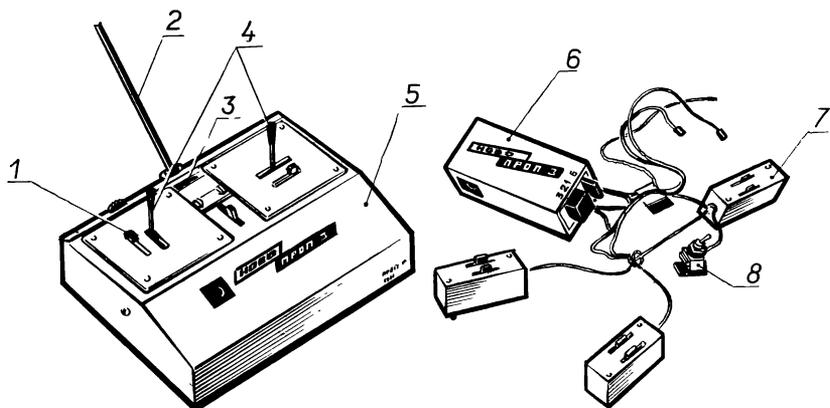


Рис. 121. Комплект радиоаппаратуры «Новопроп-3»:

1 — ручка триммера, 2 — антенна, 3 — индикатор, 4 — ручки управления, 5 — передатчик, 6 — приемное устройство, 7 — рулевая машинка, 8 — выключатель.

напряжения к электродвигателю рулевой машинки первого канала, второй — ко второй и т. д.

Величина этого напряжения зависит от положения потенциометра, связанного с силовым рычагом рулевой машинки. Разность этих напряжений усиливается и заставляет вращаться электродвигатель рулевой машинки до тех пор, пока силовой рычаг не повернется на такой угол, при котором оба напряжения сравниваются. Таким образом, перемещение ручки управления вызывает пропорциональное отклонение силового рычага рулевой машинки.

Передатчик смонтирован в металлическом корпусе. На лицевой стороне расположены две ручки управления 4 с автоматическим возвратом в нейтральное положение, индикатор напряжения питания 3, три ручки триммера 1 и гнездо для подключения телескопической антенны 2.

Рулевая машинка приемника включает в себя микроэлектродвигатель типа ДК-5-19 и редуктор с передаточным числом 87.

Технические данные всех комплектов радиоуправления сведены в таблицу 7.

Таблица 7

Сравниваемые параметры	«Пилот-2»	«Пилот-4»	«Старт»	«РУМ-2»	«Новопроп-3»
Частота передатчика, МГц	28,0	27,12	28,1	27,12	28,1
Масса передатчика, г	700	700	1000	1200	1500

Сравниваемые параметры	«Пилот-2»	«Пилот-4»	«Старт»	«РУМ-2»	«Новопрор-3»
Габариты передатчика, мм	205×130×45	205×130×45	200×210×80	60×200×161	210×165×142
Количество команд	2	4	4	6	6
Габариты приемника, мм	74×46×45	74×70×45	3 блока 90×56×28	4 блока 56×16×41	102×66×46
Масса приемника, г	110	170	210	165	400
Габариты рулевых машинок, мм	30×38×120	30×38×120	75×43×26	24×35×73	65×34×23

Глава III.

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОАППАРАТУРЫ

31. Схемы управления

Модель, оснащенная двухкомандной радиоаппаратурой, обычно имеет привод рулевой машинки на руль направления. При отсутствии сигнала передатчика рычаг рулевой машинки 3 (рис. 122) и руль направления 1 находятся в нейтральном положении. Модель совершает прямолинейный полет. При подаче команды, например, влево рычаг рулевой машинки через тягу 2 поворачивает руль направления и модель начинает делать разворот. Модель самолета можно отрегулировать так, чтобы при повороте вправо она летела бы со снижением, а влево — с небольшим набором высоты. При такой регулировке модель может совершать восходящие и нисходящие спирали, развороты, восьмерки, летать по квадрату и прямой.

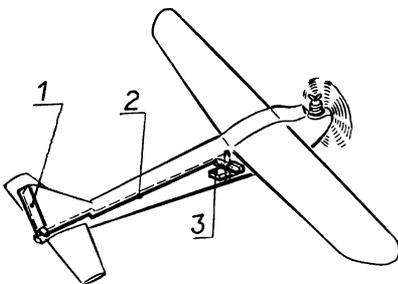


Рис. 122. Схема управления для двухкомандной аппаратуры.

Используя двухкомандную аппаратуру и применив комбинированную схему управления (рис. 123), можно добиться

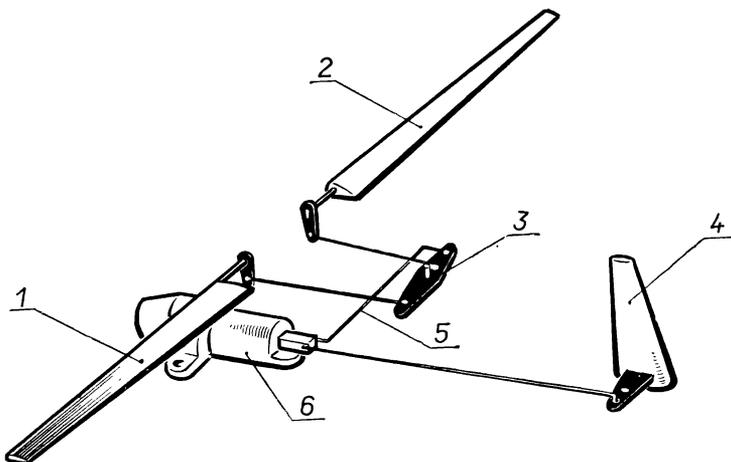


Рис. 123. Комбинированная схема управления.

выполнения моделью координированных разворотов без скольжения. В этой системе при работе рулевой машинки 6 одновременно с отклонением руля направления 4 через тягу 5 и качалку 3 происходит передача усилия на элероны 1, 2, отклоняющиеся в разные стороны. Элерон, в сторону которого отклонился руль направления, поворачивается вверх, а противоположный — вниз. Соотношение углов отклонения элеронов и руля направления подбирают опытным путем. Максимальные углы отклонения элеронов не должны превышать 5 ... 7°.

Четырехкомандную радиоаппаратуру (рис. 124) можно подключить к рулю направления (команды «Вправо», «Влево») и к дроссельной заслонке двигателя (команды «Больше», «Меньше»). Возможность управления частотой вращения колчатого вала двигателя расширяет летные возможности модели, делает ее полет зрительно более эффективным и упрощает регулировку.

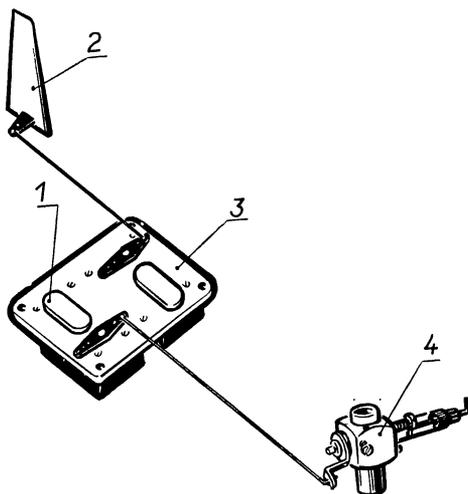


Рис. 124. Схема управления рулем поворота и оборотами двигателя:

1 — рулевая машинка, 2 — руль направления, 3 — плата рулевых машинок, 4 — дроссельная заслонка двигателя.

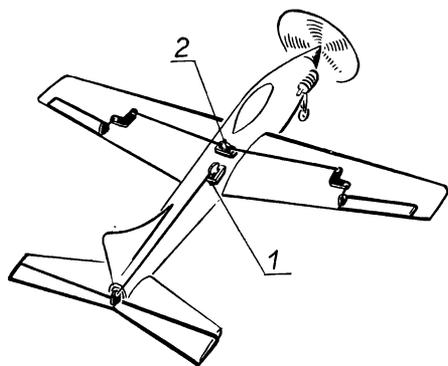


Рис. 125. Схема управления пилотажной модели с четырехкомандной аппаратурой.

Применяя шестикомандную аппаратуру, например «Ново-проп-3», в схему управления добавляют канал управления частотой вращения двигателя.

Для управления всеми аэродинамическими поверхностями модели самолета используют восьмикомандную пропорциональную аппаратуру.

32. Размещение аппаратуры

При размещении радиоаппаратуры на борту модели следует обратить особое внимание на защиту ее от ударов, резких толчков и вибраций, влаги, а также на удобство эксплуатации и возможность осмотра и замены всех узлов и блоков.

Наиболее часто бортовую аппаратуру устанавливают в фюзеляже так, чтобы доступ к ней открывался при сьеме крыла.

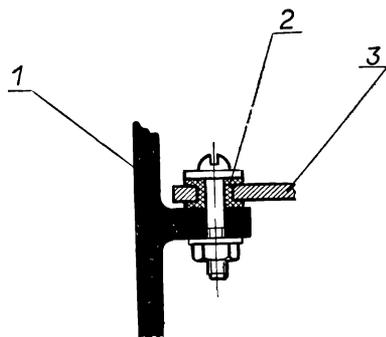


Рис. 126. Крепление платы рулевых машинок:

1 — конструкция модели, 2 — резиновая втулка-амортизатор, 3 — плата рулевых машинок.

На рисунке 125 показана система управления модели, позволяющая при установке четырехкомандной аппаратуры выполнять фигуры высшего пилотажа. При этом рулевая машинка 1 отклоняет руль высоты, а рулевая машинка 2 — элероны.

Для разворота модели сначала отклонением элеронов переводят ее в полет с большим креном, после чего, отклоняя руль высоты, совершают разворот и переводят модель в горизонтальный полет.

Рулевые машинки (см. рис. 124) монтируют на одной плате, которую укрепляют на резиновых прокладках-амортизаторах (рис. 126). Рулевую машинку для привода элеронов устанавливают непосредственно в крыле и кабелем с вилкой присоединяют к бортовому устройству.

Для защиты аппаратуры от механических воздействий ее можно обернуть в несколько слоев тонкого поролона. Для этой же цели применяют кусок пенопла-

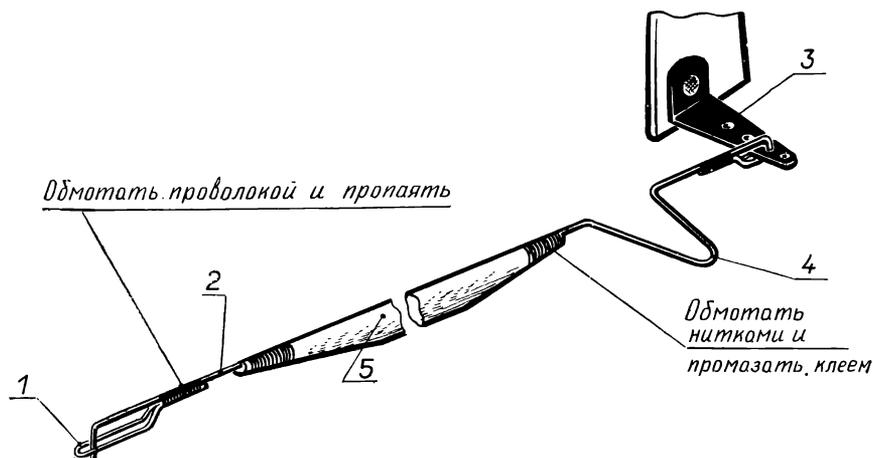


Рис. 127. Конструкция тяги.

ста, в котором делают гнезда по форме блоков приемника. Можно разместить аппаратуру и в жестком и прочном контейнере. В качестве последнего используют выклеенную из стеклопластика или фрезерованную из дюралюминия коробочку, в которую вставляют через прокладку поролона бортовое устройство. Прочность контейнера должна быть такова, чтобы при ударе о землю и разрушении конструкции модели он сохранил свою геометрическую форму и аппаратура осталась бы неповрежденной.

Батареи, как правило, размещают в отсеке впереди приемного устройства, закрепляя их от перемещений резинкой или заполняя пустоты поролоном.

Рулевые тяги, связывающие силовые рычаги рулевых машинок с кронштейнами рулей, должны быть легкими, прочными и иметь устройство для изменения длины. Наиболее распространены тяги (рис. 127) из древесины, имеющие на концах переходники 2, 4 из стальной проволоки. Они снабжены замками 1, предотвращающими случайные выпадения тяги и позволяющими легко переставлять ее в разные отверстия кронштейна силового рычага рулевой машинки и кронштейна 3 для изменения при регулировке модели максимальных углов отклонения руля.

Для регулировки нейтрального положения руля служит колесо переходника 4, разгибая или сжимая которое можно изменять длину тяги, не снимая ее с модели.

Другая конструкция тяги (рис. 128) позволяет плавно регулировать длину тяги и плечо кронштейна руля. Кронштейном 3 руля служит винт с резьбой М4. На резьбовой конец тяги 1 наварнута резьбовая втулка 5, которая соединяется с вилкой 4

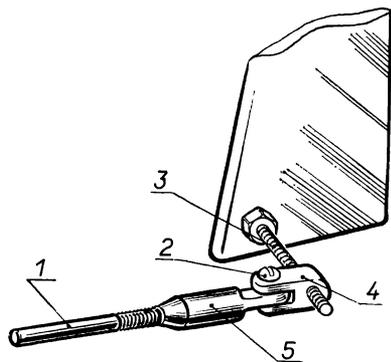


Рис. 128. Конструкция регулируемой тяги.

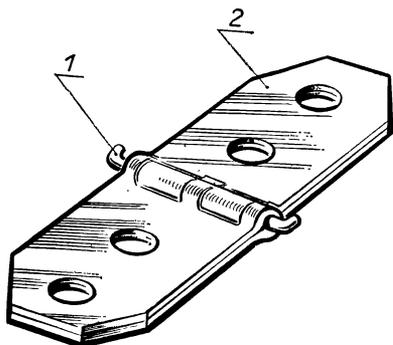


Рис. 129. Шарнир подвески:
1 — ось шарнира, 2 — петля.

винтом 2. Для регулирования углов отклонения руля надо отвернуть винт 2 и отсоединить вилку от резьбовой втулки.

Регулирование нейтрального положения руля производится резьбовой втулкой 5, а максимальных углов отклонения руля — перемещением по резьбе кронштейна руля вилки 4. Сочленение тяг и отверстий кронштейнов выполняют без люфтов, используя для этого высокопрочные материалы. При наличии даже небольших люфтов возникают вибрации тяг и руля, что усложняет регулировку модели и приводит к разрушению шарниров.

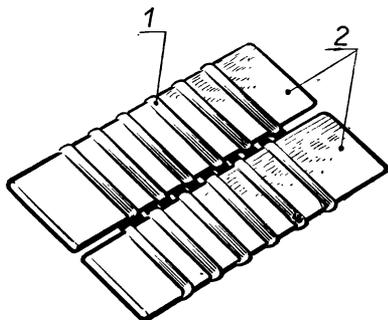
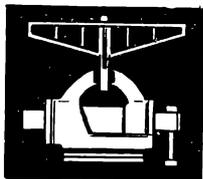


Рис. 130. Шарнир подвески:
1 — капроновая нить, 2 — пластинки из фанеры.

Шарниры подвески рулей должны обеспечивать свободный ход рулей без люфтов. Наиболее просты в изготовлении шарниры (рис. 129) из проволоки и жести.

Можно выполнить шарниры из капроновых ниток, намотанных восьмеркой на два кусочка фанеры (рис. 130). Они обладают повышенной прочностью и не имеют люфта. Вклеивают шарниры в специально проделанные пазы или отверстия.



Четвертый раздел

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ

Из предыдущих разделов вы узнали о конструкциях моделей, устанавливаемых на них двигателях и особенностях их эксплуатации, познакомились с устройством простейших автоматов и систем радиуправления. Теперь можно приступить к изготовлению моделей.

В этом разделе рассказано об инструментах и материалах, применяемых авиамоделистами, и о приспособлениях, ускоряющих работу. Приведены чертежи и технология изготовления нескольких несложных моделей.

Глава I.

ИНСТРУМЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ

Первым помощником моделиста является инструмент. Ведь при изготовлении моделей приходится вырезать из древесины рейки и пластины, выпиливать из фанеры различные детали, паять, склеивать, шлифовать, красить и выполнять еще много других видов работ. Поэтому подбору инструмента каждый из вас должен уделить особое внимание.

33. Инструмент

Набор инструментов, наиболее часто применяемых в работе над моделью, показан на рисунке 131. Для закрепления деталей при обработке применяют настольные или ручные тиски. Работы по металлу выполняют плоскогубцами, круглогубцами, ножницами, ножовкой, электропаяльником.

Универсальным инструментом являются напильники. Они служат для опиливания различных деталей из древесины, пластмассы и металлов. При грубой обработке поверхности, когда необходимо снять большой слой материала, применяют напильники с крупной насечкой. Для окончательной обработки деталей

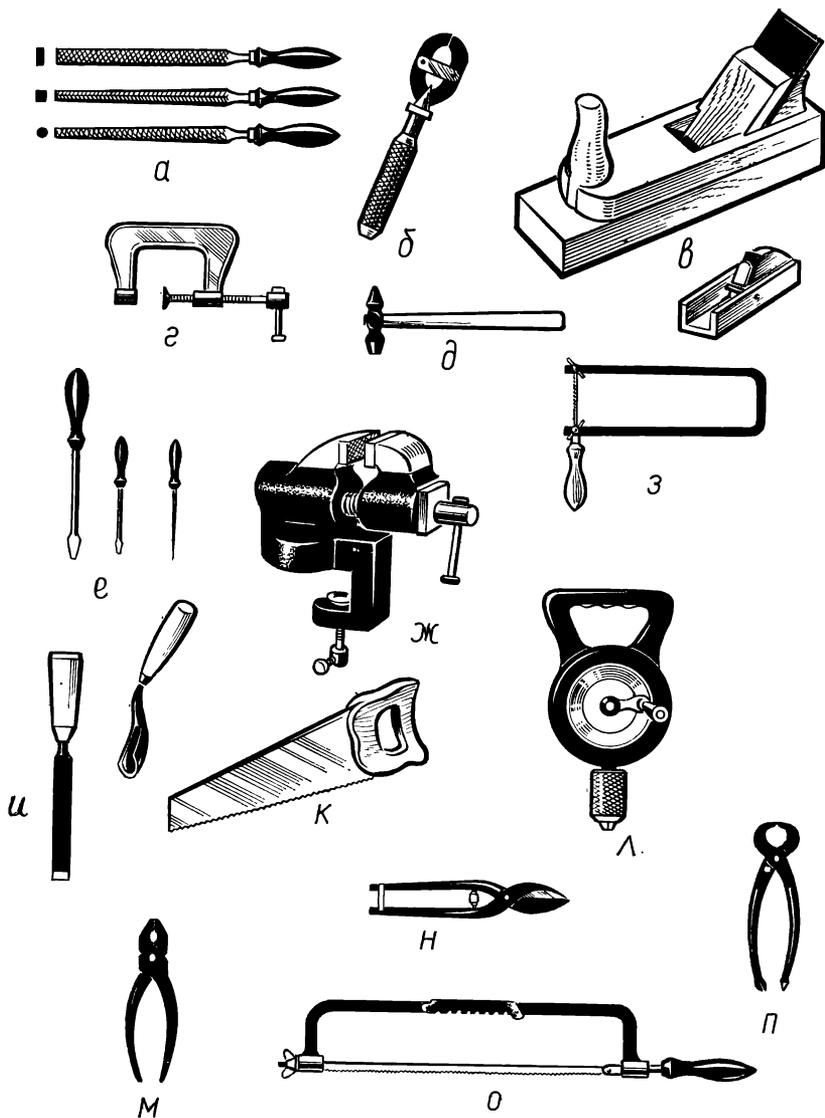


Рис. 131. Набор инструмента:

а — напильники, *б* — ручные тиски, *в* — рубанки, *г* — струбцина, *д* — молоток, *е* — отвертки и шило, *ж* — настольные тиски, *з* — лобзик, *и* — стамески, *к* — пила по дереву, *л* — дрель, *м* — комбинированные плоскогубцы, *н* — ножницы, *о* — пила по металлу, *п* — кусачки.

и их подгонки используют напильники с более мелкой насечкой и шкурочки. Последние представляют собой брусочки, на которых закреплена шлифовальная (наждачная) бумага. Образцы шкурочек, которыми удобно работать при доводке и шлифовании реек, пластин и других деталей моделей, показаны на рисунке 132. Для выполнения мелких пазов и отверстий применяют надфили. Различные детали из фанеры и древесины вырезают лобзиком. Для удобства работы с ним к краю стола привинчивают пластину (рис. 133).

Для долбежных работ достаточно иметь 2—3 стамески с плоским и полукруглым лезвием. Отверстия выполняют сверлом, закрепленным в патроне ручной дрели. Небольшие отверстия прокалывают шилом.

Древесину распиливают пилой с мелким зубом, а доводку плоскостей деталей осуществляют рубанком.

Наиболее часто при изготовлении моделей пользуются ножом. Он должен быть небольшим по величине, острым и иметь удобную ручку. На рисунке 134 показан такой нож, который можно изготовить из ножовочного полотна или пластины нехрупкой и прочной стали. Сначала на наждачном круге обрабатывают заготовку ножа по контуру до выбранных размеров, затем затачивают лезвие 1 с двух сторон, периодически охлаждая его в воде и не допуская сильного перегрева кромки. Ручку ножа 2 изготавливают из двух пластинок древесины или фанеры. Она должна быть подогнана по руке и отшлифована. Перочинные, садовые и дру-

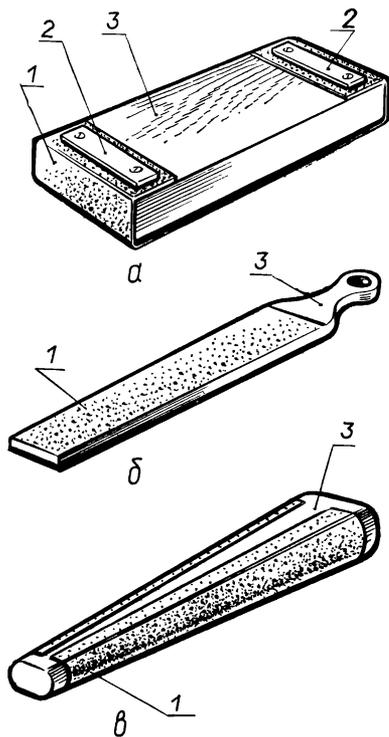


Рис. 132. Конструкции шкурочек:
1 — наждачная бумага, 2 — накладка,
3 — брусок.

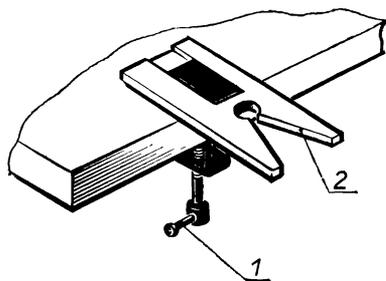


Рис. 133. Упор при выпиливании лобзиком:
1 — струбчинка, 2 — пластина.

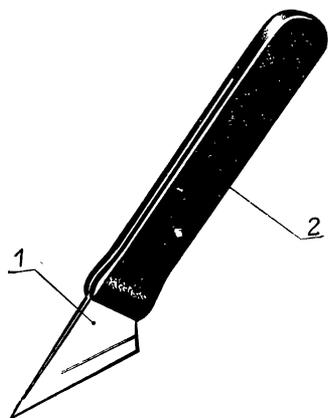


Рис. 134. Нож авиамоделиста.

гие складывающиеся ножи менее удобны в работе, кроме того, при самопроизвольном складывании они могут поранить руку.

Для вычерчивания моделей и разметки деталей используют чертежный и измерительный инструмент: карандаши, циркули, пластмассовые треугольники, транспортер, штангенциркуль и металлическую линейку.

От правильного хранения инструмента зависит его долговечность и качество обработки им поверхности модели. Нельзя допускать беспорядочного хранения инструмента в ящике, где вместе с ножом и стамесками лежат металлический рубанок,

пила, молоток. Удобнее всего размещать инструменты в специальных держателях на столах, в ящиках или шкафах.

Пользоваться нужно только острым инструментом, это ускоряет работу и способствует повышению ее качества. При заточке лезвий режущих и строгальных инструментов применяют крупнозернистые наждачные камни (бруски), а для окончательной доводки и правки (шлифования) — мелкозернистые (оселки). При заточке лезвий их кладут всей плоскостью на смоченный водой брусок и круговыми движениями снимают слой металла. Затем рабочую поверхность лезвия зашлифовывают на оселке, снимая заусенцы и следы от заточки. Положив лезвие на край оселка, проводят им по всей длине. Направление движения лезвия должно быть противоположным его рабочему ходу.

34. Материалы

Самым доступным материалом для изготовления моделей является древесина. Наиболее часто применяют древесину липы, из нее выполняют кромки крыла, нервюры, законцовки, рули, бобышки и другие детали. Тонкие пластины используют для обшивки крыла и фюзеляжа. Вместо липы можно применять древесину ольхи и тополя.

Полки лонжеронов крыла и стрингеров фюзеляжа изготавливают из древесины сосны или ели.

Для силовых нервюр, моторам и шпангоутов используют фанеру толщиной 3 ... 10 мм, а для обычных деталей 1 ... 1,5 мм.

Широко применяется и древесина бальзы. Она очень мягкая, легко обрабатывается, склеивается и имеет плотность в 2...3 раза меньше, чем липа. Из бальзы делают все основные части модели.

Твердые породы древесины, такие, как бук, граб и береза, применяют при изготовлении воздушных винтов, моторам и посадочных лыж. Все чаще в качестве основного конструкционного материала используют пенопласт. Из пенопласта с большой плотностью изготавливают нервюры, законцовки и другие объемные полые детали. Пенопласты с малой плотностью применяются в качестве наполнителей в крыльях и фюзеляже.

Для изготовления моделей можно использовать готовые наборы № 14, в которых имеются все необходимые материалы: рейки различных сечений, бруски из древесины липы и бука, фанера, жест, авиамодельная резина, бамбук, длинноволокнистая (микалентная) бумага, стальная проволока, медные трубки и наждачная бумага.

В качестве вспомогательных материалов используются многие металлы. Качалки управления, кронштейны и силовые элементы выполняют из листового дюралюминия Д16АТ толщиной 1,5...4 мм. Для тяг управления, стоек шасси и кабачников применяют стальную проволоку или тонкостенные трубки. Козырьки и фонари кабин изготавливают из органического стекла и целлулоида толщиной 0,5...1,5 мм.

При сборке моделей, обтяжке их и для покрытия поверхности применяют универсальный нитроклей — эмалит. Для этой цели можно использовать нитроклей для кожи, клей АГО, нитролак НЦ-551. Хороший клей можно получить, растворив в ацетоне стружку целлулоида. Нитроклей быстро загустевает, поэтому его хранят в герметичной посуде. Кисти после окончания работы обязательно промывают в ацетоне или растворителе.

35. Приспособления для ускорения работ

При изготовлении моделей большую часть операций приходится выполнять вручную. На это уходит много времени, да и качество работы у начинающих моделлистов получается невысоким. Упростить технологию изготовления моделей, уменьшить трудоемкость и повысить качество отделки позволяют несложные приспособления, которые можно изготовить в кружке под руководством преподавателя.

Шлифовальный круг. Это приспособление (рис. 135) состоит из электродвигателя 3

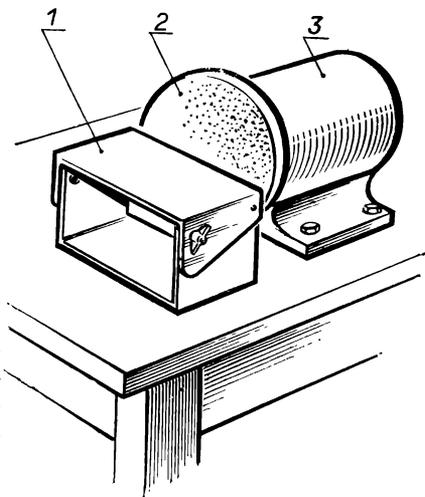


Рис. 135. Шлифовальный круг.

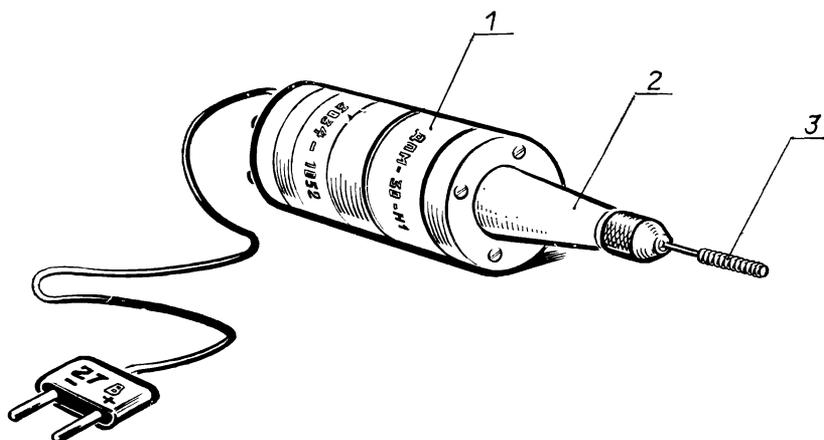


Рис. 136. Бормашина:

1 — электродвигатель, 2 — переходник, 3 — микрофреза.

с закрепленным на его оси кругом 2 из фанеры толщиной 15... 20 мм, на который наклеена наждачная бумага. Перед шлифовальным кругом установлен стол 1. После включения электродвигателя заготовку детали подводят к кругу. Использование приспособления ускоряет работы по опиливанию, доводке и шлифованию деталей. Стол можно устанавливать под различными углами. Для разных видов работ достаточно иметь три-четыре круга с наждачной бумагой различной зернистости.

Бормашина. Позволяет выполнить сверление отверстий, фрезерование различных полостей в местах, труднодоступных для обычного инструмента. Для бормашины используют фрезы, применяемые при зубном протезировании. При наличии гибкого шланга и наконечника сделать бормашину не представляет труда. На доску устанавливают электродвигатель, например, от привода швейной машины, и его вал соединяют с гибким валом. Если нет гибкого вала, можно укрепить наконечник или трехкулачковый патрон на оси микроэлектродвигателя типа ДПМ-30 (рис. 136).

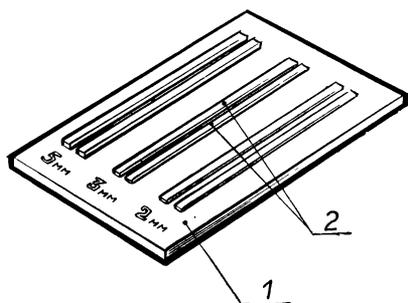


Рис. 137. Приспособление для выравнивания реек.

Приспособление для выравнивания реек. Часто при изготовлении моделей требуется несколько реек одинакового сечения. Работа эта достаточно трудна и занимает много времени. Приспособление (рис. 137) значительно упрощает из-

готовление реек одинакового сечения. Оно представляет собой основание 1, на котором расположены пары пластин 2, образующие пазы разной глубины. Выстрагивать рейки удобнее вдвоем. Один держит рубанок, а помощник равномерно тянет рейку. Обработав рейку, подбирают подходящий по глубине паз и протягивают рейку до получения нужного размера. Рейки, обработанные в одних и тех же пазах, имеют одинаковые размеры.

Глава II.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛИ ПЛАНЕРА

Для постройки модели планера (рис. 138) необходимы сосновые рейки, фанера толщиной 4 мм, нитки, алюминиевая проволока, кусочки жести, клей и микалентная бумага.

Несмотря на простую конструкцию, модель хорошо планирует. Ее можно запускать с рук, с леера или с катапульты.

Модель выполнена по схеме высокоплана. Крыло безлонжеронной конструкции крепится к носу фюзеляжа резиновой лентой.

36. Изготовление фюзеляжа и хвостового оперения

Фюзеляж (рис. 139, б) состоит из носика 1 и хвостовой балки 5, на которой установлены стабилизатор и киль.

Носик фюзеляжа 1 выполните из фанеры толщиной 4 мм. Для перемещения груза при регулировке модели пропилите паз шириной 3 мм.

К верхней части носика прикрепите на клею и гвоздиках две рейки 4. На эту площадку будет устанавливаться крыло, и она должна быть ровной. Для обеспечения установочного угла атаки расстояние от оси хвостовой балки до передней кромки крыла должно быть на 7 мм больше, чем расстояние до задней кромки.

Для хвостовой балки выстрогайте две сосновые рейки сечением 4×10 мм и длиной 0,5 м. Установите их с двух сторон носика, приклейте и закрепите гвоздиками. На конце хвостовой балки для кромок стабилизатора 6 прорежьте пазы сечением 3×4 мм на расстоянии 100 мм. В них вставьте кромки стабилизатора и крест-накрест закрепите нитками. Законцовки сделайте из реек такого же сечения. Для их закрепления изготовьте из жести уголки 9 и укрепите их нитками.

Киль (рис. 139, а) состоит из передней кромки и проволочного закругления. Переднюю кромку 2 кия сделайте из рейки и спилите ее верхнюю часть на ус. Согните закругление кия 3 из алюминиевой проволоки диаметром 2 мм и, расплющив ко-

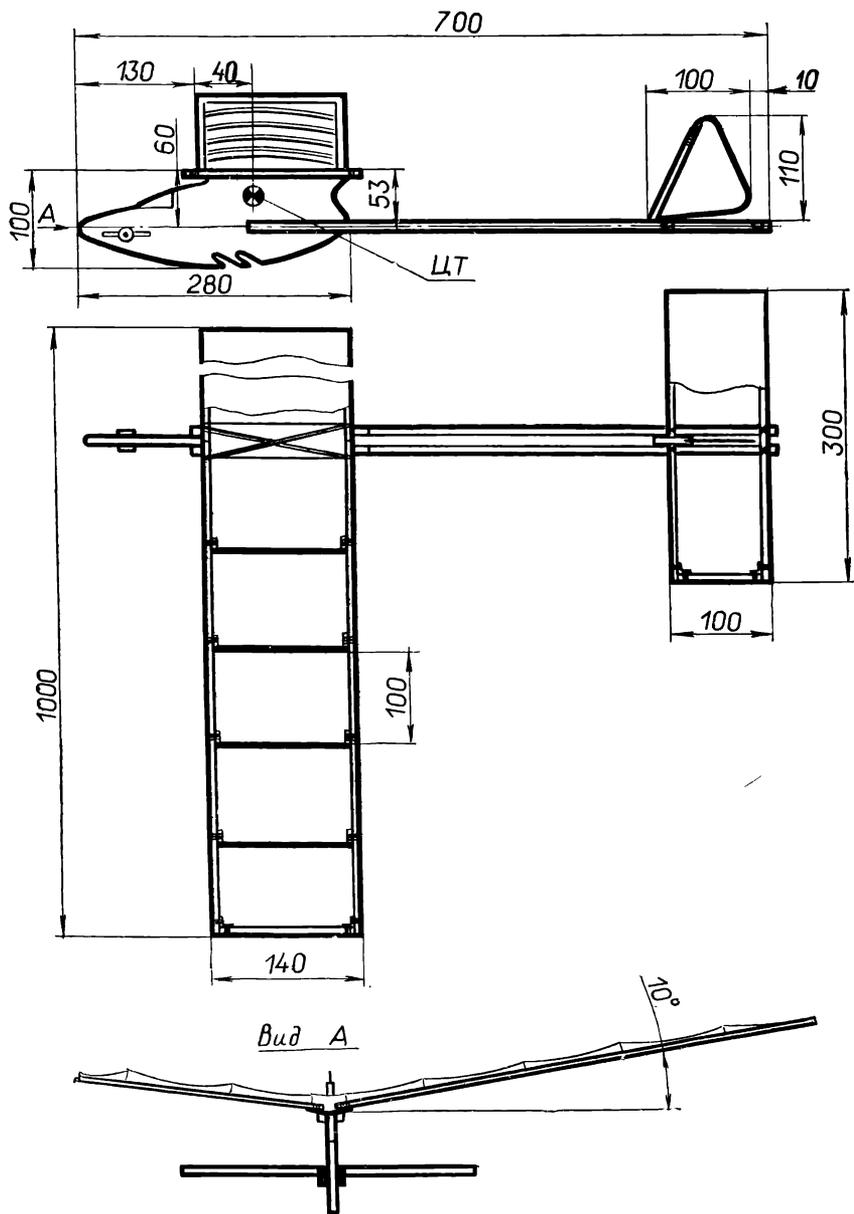


Рис. 138. Модель планера.

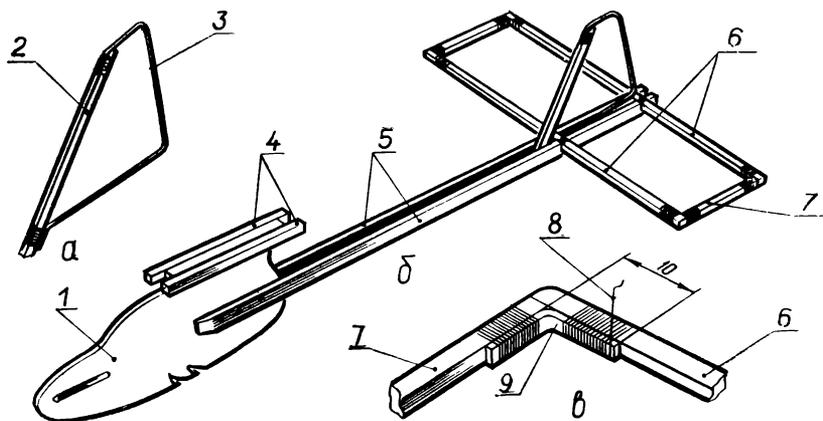


Рис. 139. Фюзеляж и хвостовое оперение:

a — киль, *б* — фюзеляж, *в* — закрепление реек и законцовок; 1 — носик, 2 — рейка киля $3 \times 10 \times 130$ мм, 3 — закругление киля, 4 — рейки $5 \times 5 \times 170$ мм, 5 — хвостовая балка $4 \times 10 \times 500$ мм, 6 — кромки стабилизатора $4 \times 4 \times 300$ мм, 7 — законцовки $3 \times 4 \times 94$ мм, 8 — нитки, 9 — уголок из жести.

нец, соедините нитками с передней кромкой. Готовый киль вклейте между рейками хвостовой балки.

Обработайте всю поверхность носика, реек фюзеляжа и оперения мелкой наждачной бумагой, а места соединений еще раз промажьте клеем.

37. Изготовление крыла

Крыло (рис. 140, *a*) состоит из кромок 1, нервюр 2, законцовок 3 и центроплана 4.

Сначала следует собрать консоли крыла. Из алюминиевой проволоки диаметром 2 мм изогните нервюры и проконтролируйте их по чертежу (рис. 140, *б*). Кромки изготовьте из реек площадью сечения 4×4 мм. Разметив места установки нервюр, привяжите нитками нервюры к рейкам.

Законцовку крыла сделайте из рейки площадью сечения 2×4 мм и укрепите уголком из жести и нитками (см. рис. 139, *в*). Собранные консоли соедините на уголках из алюминиевой проволоки, обеспечив нужный угол поперечного V крыла.

Центроплан вырежьте из пенопласта и укрепите в центральной части крыла нитками и клеем, как показано на рисунке 140, *a*.

38. Обтяжка, сборка и запуск модели

Модель надо обклеить микалентной бумагой. Перед обклейкой крыла покройте центроплан двумя слоями клея БФ-2 для предохранения пенопласта от разъедания эмалитом.

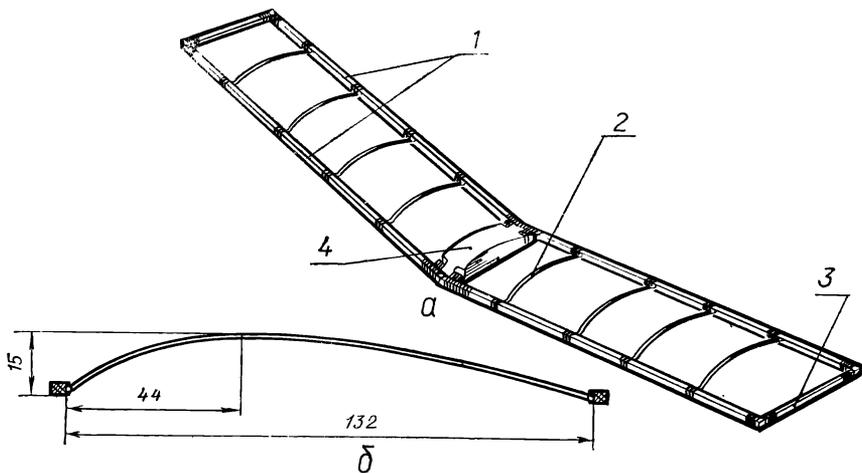


Рис. 140. Крыло:
а — общий вид крыла, *б* — профиль нервюры.

Крыло обклеивают только сверху. Каждую консоль следует обклеивать отдельно до центроплана. Вырезав кусок бумаги с небольшим запасом (чтобы можно было приклеить ее к нижней части кромок), наложите бумагу на одну из консолей и закрепите канцелярскими булавками к нижней части кромок.

Расправив складки, промажьте бумагу сверху по нервюрам и кромкам. После высыхания клея срежьте излишки бумаги кусочком мелкой наждачной бумаги.

Киль и стабилизатор обклейте бумагой с двух сторон.

Обтянув модель, на поверхность крыла и оперения наклейте элементы отделки и покройте модель двумя слоями жидкого эмалиста.

В прорези носика фюзеляжа на винте установите две шайбы-грузики массой по 7... 10 г. Затем укрепите крыло резиновой лентой.

Проверьте, нет ли перекосов крыла, оперения, и отбалансируйте модель. Для этого, передвигая грузик по пазу, добейтесь, чтобы центр тяжести модели находился в точке, указанной на чертеже. Зафиксируйте грузик в этом положении, завернув винт. Выберите подходящую площадку для запусков модели и встаньте с моделью против ветра.

Первые пробные запуски модели удобно производить, присев на колени. Возьмите модель правой рукой за носик позади центра тяжести. Затем слегка наклоните носик модели и плавно толкните ее. Правильно отрегулированная модель должна совершать плавный прямолинейный полет на расстояние 6... 10 м. Если модель кабрирует (совершает волнообразный полет), пе-

редвиньте грузик вперед на 3 ... 5 мм и вновь запустите ее. При резком пикировании (быстром снижении модели) передвиньте грузик примерно на то же расстояние назад. При развороте модели отогните в противоположную сторону проволочную часть киля. Крен модели устраните изменением углов атаки консолей крыла.

Отрегулировав модель на планирование, можно приступить к запускам с леера и катапульты.

Для леера подберите прочную нить или рыболовную леску диаметром 1 мм и укрепите на ней кольцо из алюминиевой проволоки диаметром 25 ... 30 мм. Надев кольцо на носик планера, возьмите в руки другой конец леера и, дав сигнал помощнику выпускать модель, бегите против ветра. Планер поднимется вверх и после сбрасывания кольца совершит свободный полет.

Для запуска модели с катапульты надо на расстоянии 2 м вбить в землю два колышка. На колышки укрепите резиновый жгут длиной 5 м, площадью сечения 5 ... 10 мм². В середине прикрепите леер длиной 15 ... 20 м с кольцом. Надев кольцо на передний крючок, растяните резиновый жгут и выпустите планер против ветра. Когда планер наберет высоту, кольцо автоматически сбросится.

Глава III.

КОРДОВАЯ ТРЕНИРОВОЧНАЯ МОДЕЛЬ

Конструкция модели (рис. 141) рассчитана под двигатель «Ритм» или МД-2,5к объемом 2,5 см³ и очертаниями фюзеляжа напоминает современный самолет — истребитель. При изготовлении ее используются наиболее доступные материалы: древесина, фанера, пенопласт, стальная проволока и белая жесть. Модель достаточно прочна и имеет хорошие летные характеристики.

Вначале необходимо вычертить чертеж модели в натуральную величину, на котором следует показать расположение нервюры, систему управления, сечения лонжеронов, профили крыла и оперения, конструкцию шасси, топливного бака и расположение центра тяжести модели. Затем изготавливают детали и собирают их.

Запуск кордовой тренировочной модели помогает моделистам получить навыки управления кордовыми моделями.

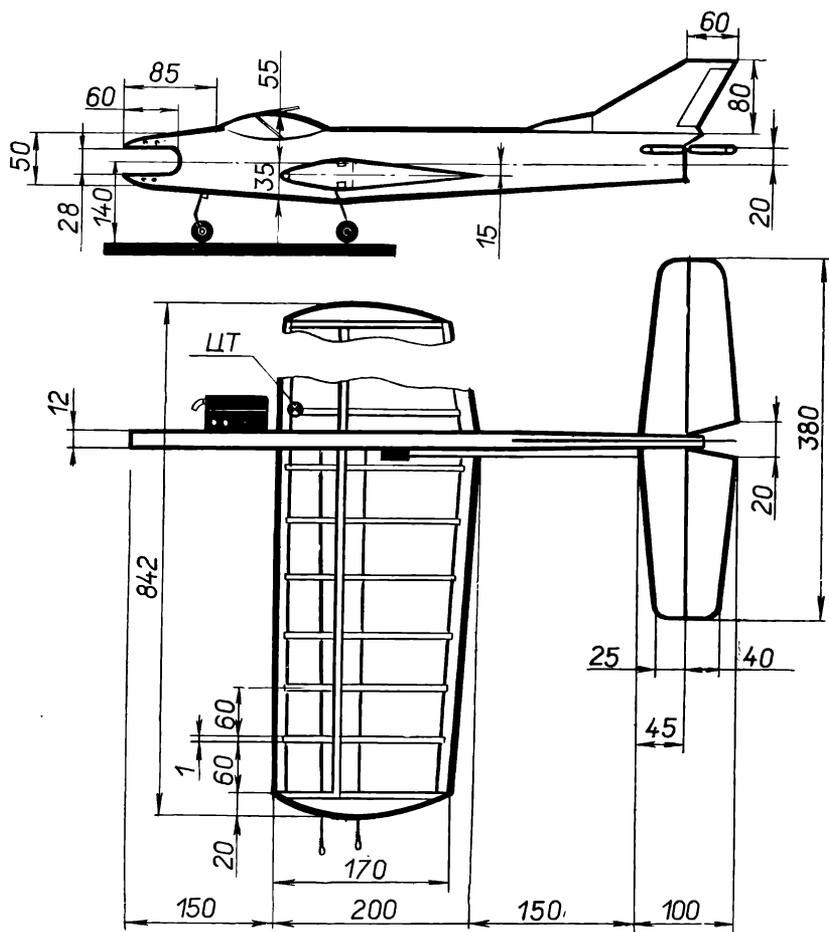


Рис. 141. Кордовая тренировочная модель.

39. Фюзеляж и хвостовое оперение

На рисунке 142 показаны детали фюзеляжа и хвостового оперения. Фюзеляж модели плоский, его основой служит моторама 1, к ней приклеивают боковины 2. Хвостовая часть заполнена вкладышем из пенопласта 6, который сверху и снизу закрывают пластинами 3 и 11.

Горизонтальное оперение состоит из двух рулей 8, соединенных кронштейном управления 7, и неподвижной части стабилизатора 10, к которому их крепят на кронштейнах 9. Вертикальное оперение (киль) 4 вклеивают в паз пластины 3.

Изготовление фюзеляжа начните с вырезания из фанеры или

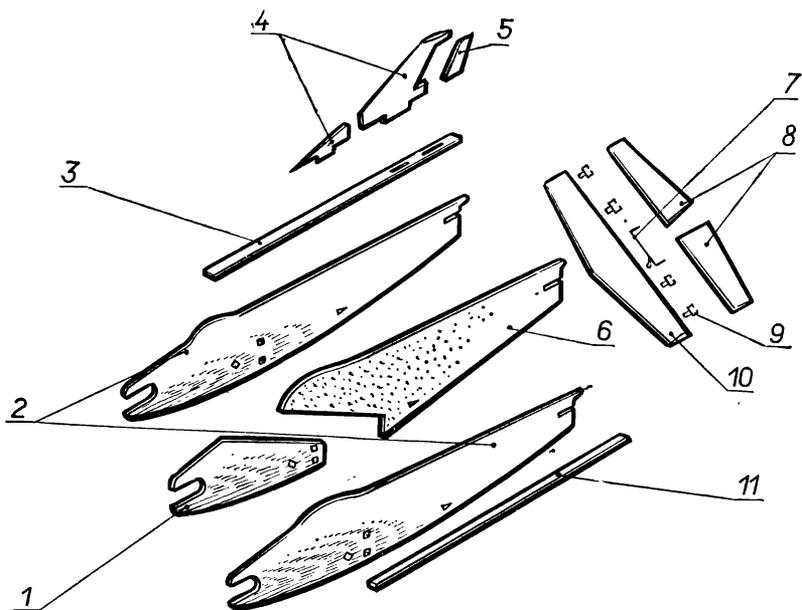


Рис. 142. Детали фюзеляжа и хвостового оперения.

шпона толщиной 1 мм боковины 2. Разметьте на ней осевые линии фюзеляжа, крыла, хвостового оперения, прорези для реек крыла, стабилизатора и линию конца моторамы.

Проделав в боковине все отверстия и используя ее как шаблон, перенесите ее изображение на материал и вырежьте вторую боковину. Затем из пластины липы или ольхи толщиной 8 мм вырежьте мотораму и вкладыш из пенопласта той же толщины.

Подогнав место стыка моторамы и вкладыша, вклейте их между боковинами, совместив отверстия между собой. После того как клей высохнет, обработайте фюзеляж по контуру и приклейте пластины 3 и 11.

Стабилизатор и рули высоты вырежьте из пластины липы или ольхи толщиной 4 мм. Симметричный профиль сечения стабилизатора показан на рис. 143.

Кронштейн управления 7 (рис. 144) изогните из стальной проволоки диаметром 1,5 мм, концы его расплющите и, обмотав нитками с клеем, вставьте в рули высоты. Рули высоты навесьте на стабилизатор на четырех шарнирах (конструкция шарнира показана на

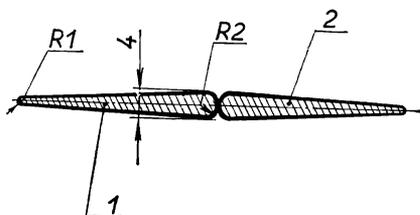


Рис. 143. Сечение стабилизатора: 1 — стабилизатор, 2 — руль высоты.

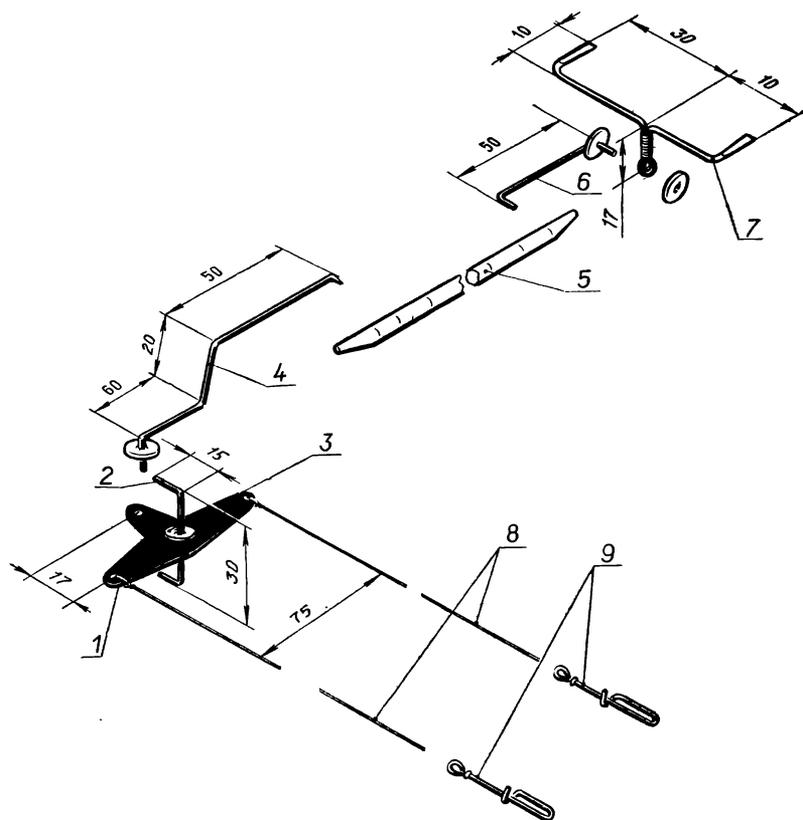


Рис. 144. Система управления.

рис. 129). В торце стабилизатора сделайте прорезы, а в рулях высоты — отверстия и в них на клею вставьте шарниры.

Киль вырежьте из пластины толщиной 3 мм и вклейте его, отклонив из круга примерно на 5° . Опилванием подгоните мотораму под размер картера двигателя, который должен свободно, с небольшим люфтом входить в нее. Обработайте всю поверхность фюзеляжа мелкой наждачной бумагой. Вклейте стабилизатор и киль. Плоскость стабилизатора должна быть параллельна оси двигателя и перпендикулярна плоскости фюзеляжа.

40. Крыло и шасси

Для изготовления нервюр изготовьте шаблоны. Постройте на бумаге и перенесите на пластину стали толщиной 2 мм контуры корневой и концевой нервюр крыла. Профиль $NACA-0018$, $V_{конц} = 170$ мм, $V_{корн} = 200$ мм.

Опилите их по контуру, сложите вместе и, просверлив два отверстия, аккуратно пропилите пазы для лонжеронов крыла.

Нарежьте из фанеры толщиной 1 мм или шпона 14 заготовок нервюр и, наложив шаблон корневой нервюры, просверлите в них по два отверстия. Подготовленные заготовки соберите в пакет (см. рис. 27), установите с каждой стороны пакета по шаблону и скрепите винтами и гайками.

Закрепив пакет нервюр в тисках, обработайте его по контуру, чтобы нервюры не выступали за контур шаблона.

Прорежьте ножовкой пазы для лонжеронов крыла и передней рейки и аккуратно распилите их плоским надфилем до размера 5×5 мм. Обработайте поверхность пакета шкуркой и аккуратно развинтите скрепляющие винты. Снимая нервюры, пронумеруйте их и разложите на четные и нечетные.

Нервюры с четными номерами пойдут на изготовление левой консоли крыла. В них пропилите лобзиком отверстия, облегчающие вес конструкции консоли, через которые пройдут тяги к качалке управления. Нервюры с нечетными номерами можно не облегчать для смещения ЦТ модели от оси симметрии в сторону правой консоли.

Для лонжеронов и передней кромки с помощью приспособления (см. рис. 137) выстругайте три сосновые рейки площадью сечения 5×5 мм и длиной 840 мм. Лонжероны должны плотно входить в пазы в нервюрах, не выступать за контуры нервюр, а сама нервюра не падать под собственным весом с лонжерона.

Для задней кромки выстругайте две рейки из древесины липы сечением 20×4 мм и длиной 450 мм. Придайте им профиль клина и соедините на ус, обмотав нитками с клеем. Необходимый угол подберите по чертежу.

Наложите все рейки на чертеж и отметьте карандашом места установки нервюр и фюзеляжа. В задней кромке сделайте пропилы по толщине нервюр на глубину около 5 мм.

Теперь можно приступить к сборке крыла. Вставьте в прорези фюзеляжа рейки. По меткам на рейках установите нервюры — нечетные на внутреннюю и четные на внешнюю консоли крыла. Лонжероны не должны выступать за профиль нервюр, а задняя и передняя кромки должны плавно переходить в профиль. После подгонки места соединений промажьте клеем.

Бобышки сделайте из пенопласта или брусочков липы толщиной 25 мм. При изготовлении бобышек из древесины липы их следует облегчить, выдолбив изнутри. Сначала обработайте заготовку бобышки, наложив шаблон концевой нервюры и оставив запас по контуру 1 ... 1,5 мм. Приклейте бобышки к нервюрам и придайте им нужную форму при виде сверху, затем закруглите углы и обработайте наждачной бумагой по контуру.

К лонжерону у концевой нервюры внешнего крыла привяжите нитками грузик массой 20 ... 25 г. Шасси модели трехстоечное, с носовым колесом. Стойки выгните из стальной проволоки и,

установив между двумя шайбами из белой жести колеса из пластмассы диаметром около 40 мм, пропаяйте шайбы.

Основные стойки шасси прикрепите к рейкам лонжерона крыла нитками.

Переднюю стойку вставьте на клею в отверстие моторамы и прикрепите к фюзеляжу накладкой из жести.

41. Система управления

Конструкция системы управления показана на рисунке 144.

Вначале изготовьте узел качалки управления. Из листа Д16Т толщиной 2 мм вырежьте качалку управления 1. Из проволоки диаметром 1,5 мм согните ось 2, наденьте качалку на ось между двумя шайбами 3 и пропаяйте их. Качалка должна свободно, без люфта вращаться.

Установите в качалку тягу 4 и, запаяв на ее конце шайбу, закрепите узел качалки нитками с клеем на лонжеронах крыла. Тягу 6 вставьте в кронштейн руля высоты 7, запаяйте шайбу и проверьте, свободен ли ее ход.

Соединительную тягу 5 вырежьте из древесины сосны или липы. Затем прорежьте в ней небольшую канавку и закрепите с одной стороны, обмотав аккуратно нитками.

Установив горизонтально руль высоты, выберите длину соединительной тяги так, чтобы качалка управления заняла нейтральное положение, после чего закрепите второй конец.

Для выхода тросиков управления из крыла в бобышке сделайте два отверстия и вставьте в них трубочки, промазанные клеем. Затем возьмите кусочки стальной проволоки диаметром 0,8 мм или сплетенные вместе 2—3 нити корда, поместите их в эти трубочки и закрепите на качалке управления, пропаяв место скрутки. К концам припаяйте согнутые из проволоки диаметром 0,8 мм карабины 9.

Проверьте легкость работы системы управления, натягивая попеременно карабины. Руль должен отклоняться вверх и вниз не менее чем на 30°.

Вклейте рейки крыла в фюзеляж, выставив его параллельно плоскости стабилизатора.

Кусочками картона или шпона закройте центроплан модели. Отверстие для выхода тяги вырежьте по месту.

42. Отделка модели

Всю поверхность модели обработайте мелкой наждачной бумагой. Лонжероны крыла не должны выступать за профиль нервюры, поверхность фюзеляжа и хвостового оперения должна быть гладкой и чистой.

Модель надо обклеить микалентной бумагой, предварительно окрашенной анилиновыми красителями. Для окраски бумаги

подберите ванночку подходящих размеров, например фотокувет, налейте в него краску и подготовьте прижим (рис. 145). Бумагу 3 разрежьте на полосы и к их концам приклейте кусочки реек. Взяв полосу бумаги за рейку, положите ее на кювет 1, а сверху установите прижим 2. Теперь надо протянуть бумагу под ним. Дав бумаге пропитаться краской, повесьте ее сушить.

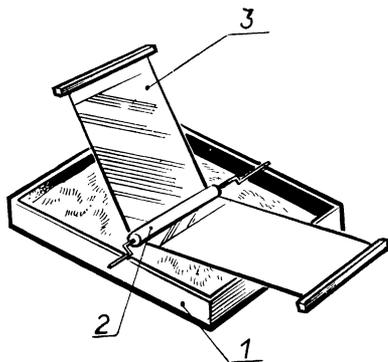


Рис. 145. Окраска бумаги.

После того как бумага высохнет, рейки отрезают, а бумагу проглаживают теплым утюгом. Подготовив цветную бумагу, приступайте к обтяжке модели.

Вначале всю поверхность модели надо покрыть эмалитом.

Микалентная бумага хорошо пропускает жидкий эмалит, поэтому обклеивают модель, наложив на нужный участок бумагу и сверху промазывая места склейки кистью.

Обтягивая крыло, натяните приклеиваемый кусок бумаги и прикрепите его канцелярскими булавками к центроплану и бобышкам, затем аккуратно приклейте его к лонжеронам, нервюрам и кромкам. После высыхания клея лишнюю бумагу отрежьте ножом или кусочком мелкой наждачной бумаги. Обклеив верхнюю поверхность консоли крыла, обтяните нижнюю, затем вторую консоль, фюзеляж и оперение.

Покрывать эмалитом отдельные участки модели до полной ее обклейки не следует, так как из-за натяжения бумаги на этих участках конструкция может сильно покоробиться.

Обтянув всю модель, покройте ее поверхность 1—2 раза жидким эмалитом и, вырезав из цветной бумаги свои инициалы, номер и эмблему, наклейте их на крыло или фюзеляж. После этого еще раз покройте модель эмалитом.

43. Установка бака и двигателя

Бак (рис. 146) спаяйте из белой жести. Трубки, расположение которых показано на рисунке, сделайте с внутренним диаметром 2...3 мм. Концы заправочной и дренажной трубок запылите под углом 45° или согните (в сторону полета) так, чтобы горячее в полете не выливалось через них.

После проверки бачка на герметичность промойте его керосином и закрепите на модели двумя шурупами или винтами, подложив под него кусочек пористой резины или поролона.

Вставив двигатель в мотораму, проверьте положение центра тяжести модели. Перемещением двигателя по мотораме добей-

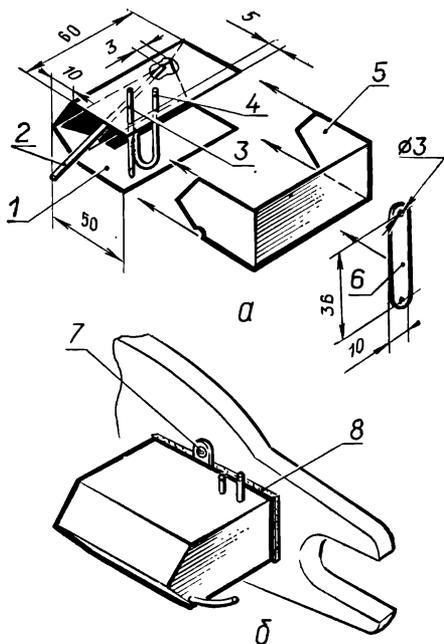


Рис. 146. Топливный бак:

а — конструкция бака, *б* — установка бака на модели; 1 — основание, 2 — трубка питания, 3 — заправочная трубка, 4 — дренажная трубка, 5 — крышка, 6 — кронштейн крепления, 7 — винт крепления, 8 — пористая резина.

теть положения центра тяжести модели, показанного на рисунке 141. После этого просверлите отверстия и вклейте грибки (см. рис. 11).

Закрепляя двигатель, обязательно проверьте его смещение из круга на 3...6°. Для обеспечения этого смещения под передние винты можно подложить 2—3 шайбы толщиной 0,5 мм.

Трубку питания бака соедините резиновой или полиэтиленовой трубкой со штуцером жиклера двигателя. Воздушный винт возьмите готовый или сделайте из древесины березы или бука диаметром 220 мм и шагом 100 мм.

44. Запуск модели

Для испытания модели выберите площадку диаметром не менее 40 м с ровным и твердым покрытием. Над ней или вблизи не должно быть проводов, находящихся под напряжением. Они представляют очень большую опасность, и запускать модель на такой площадке нельзя. Перед запуском проверьте положение центра тяжести модели, надежность закрепления, отклонение двигателя из круга и систему управления.

Размотав корд и прицепив к нему модель, отрегулируйте ручку управления так, чтобы ее нейтральное положение соответствовало горизонтальному положению руля модели. Отклонение ручки вверх и вниз должно вызывать соответствующее отклонение руля модели. Если отклонение руля происходит в обратную сторону, надо перевернуть ручку управления на 180° или поменять местами нити корда.

Место старта выберите так, чтобы модель стартовала по ветру и в момент взлета и разгона ветер увеличивал бы силу натяжения корда.

Заправив бак горючим и запустив двигатель, отрегулируйте его режим на максимальную частоту вращения.

Отпускать модель надо плавно, без толчков, отклонив нос модели на 5...10° из круга.

Когда модель наберет скорость, пробежав по земле 3...4 м, надо плавно отклонить ручку управления на себя так, чтобы руль модели отклонился вверх на 2...3°. Модель взлетит и будет плавно набирать высоту. Подняв модель на 2...3 м, ручку надо перевести в нейтральное положение и заставить модель лететь горизонтально.

Отклонения модели от горизонтального полета надо исправлять плавным поворотом ручки управления: если модель летит вверх, ручку отклоняют вниз и после выравнивания траектории сразу же возвращают в нейтральное положение.

Посадка модели производится после остановки двигателя, при этом руль высоты отклонен вверх на 2...3°.

Если модель слишком резко реагирует на незначительное отклонение ручки управления, то центр тяжести модели надо сместить на 3...5 мм ближе к передней кромке. Для этого двигатель надо передвинуть вперед или облегчить хвост модели. Если это невозможно, то надо загрузить нос модели.

Запустив модель несколько раз и изучив ее реакцию на отклонение ручки управления, можно приступить к разучиванию элементов пилотажного комплекса.

Выполнять петлю Нестерова надо только после опробования полета модели под углом 45° к горизонту и над головой. Если окажется, что модель плохо натягивает корд и теряет управляемость, надо увеличить угол отклонения оси двигателя и киля из круга или увеличить на 5 ... 10 г груз во внешней бобышке крыла.

Добившись хорошего натяжения корда на всех режимах полета, плавно поднимите руку с ручкой управления вверх. Это вызовет отклонение вверх руля высоты, и модель перейдет на полет по кругу (рис. 147, а), который называют мертвой петлей или петлей Нестерова.

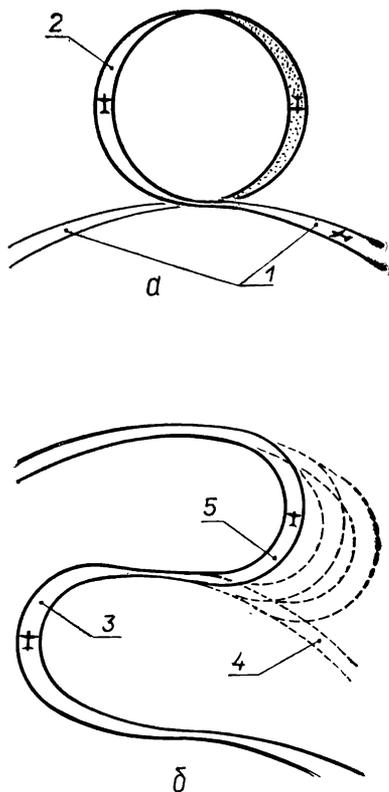


Рис. 147. Элементы пилотажного комплекса:

а — траектория петли, б — траектория перевода модели в перевернутый полет; 1 — горизонтальный полет, 2 — петля, 3 — нормальная полупетля, 4 — участок полета на спине, 5 — обратная полупетля.

После того как модель выполнит петлю, ручку управления переведите в нейтральное положение, модель начнет совершать горизонтальный полет.

Если поддерживать угол отклонения руля высоты постоянным, то при выполнении подряд нескольких петлей модель с каждой петлей будет уменьшать высоту выхода. Для корректирования траектории полета в начале каждой петли надо уменьшать на 2...3° угол отклонения руля высоты вверх (ручку управления отклонять ближе к нейтральному положению), а при достижении моделью необходимой высоты повернуть руль на прежний угол.

Потренировавшись в выполнении петли, можно приступить к освоению обратного полета (полета на спине). Обратный полет — один из самых сложных элементов пилотажного комплекса. При этом полете все реакции модели на отклонение ручки управления изменяются на обратные, например отклонение руля высоты вверх вызывает снижение модели, вниз — набор высоты. Освоение этой фигуры пилотажного комплекса надо осуществлять постепенно, начиная с полетов малой продолжительности.

Приступая к отработке обратного полета, вначале выполните половину нормальной петли, для чего при горизонтальном полете отклоните ручку управления вверх. Когда модель будет находиться в верхней точке траектории, кистью руки отклоните ручку вниз. Модель совершит половину обратной петли (рис. 147, б) с переходом в горизонтальный полет.

Через 2—3 круга заставьте модель повторить две полупетли, отклонив в верхней точке полупетли ручку управления на меньший угол вниз, и, когда модель пролетит небольшой участок на спине, вновь переведите ее в нормальный полет.

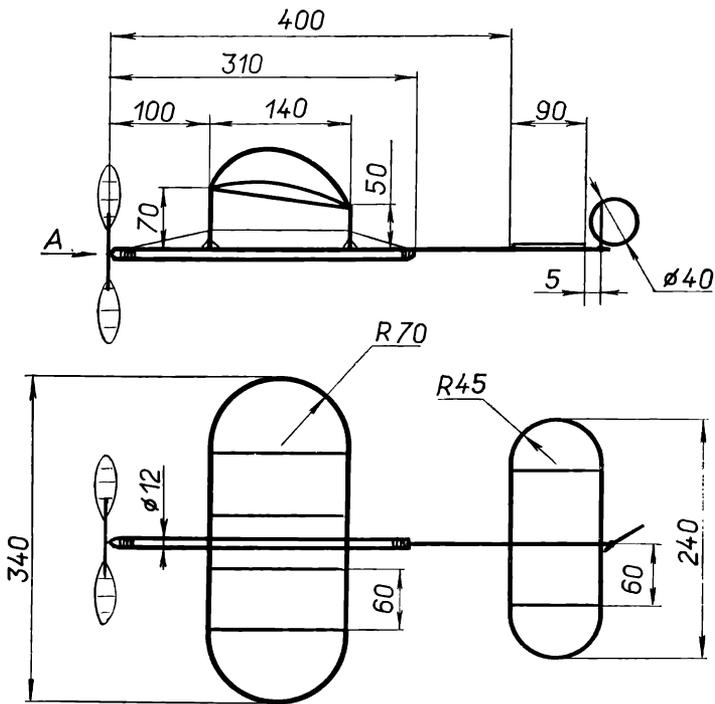
Постепенно увеличивая расстояние, которое модель пролетает на спине, доведите его до нескольких кругов. Освоив обратный полет, можно приступить к освоению других фигур пилотажного комплекса.

Глава IV.

КОМНАТНАЯ ФЮЗЕЛЯЖНАЯ МОДЕЛЬ

Модель (рис. 148) имеет U-образное крыло, установленное на стойках фюзеляжа, стабилизатор и киль, собранные на хвостовой балке, и резиномотор, размещенный внутри трубчатого фюзеляжа и вращающий воздушный винт.

Крыло, оперение и воздушный винт модели выполнены из соломинок, а фюзеляж и бобышка винта — из бальзы.



Вид-А

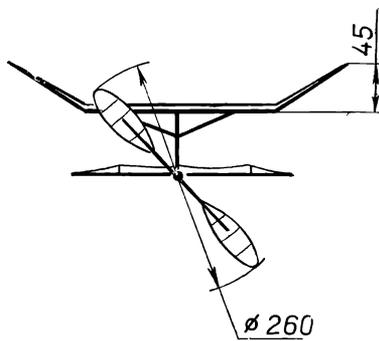


Рис. 148. Компатная модель.

45. Изготовление крыла и оперения

На листе миллиметровой бумаги начертите в натуральную величину крыло, стабилизатор, киль и профили нервюр.

Собирать крыло и стабилизатор удобно на листе стекла, под которое подложен чертеж.

Подберите для кромок центроплана и закруглений прямые, без узлов, нужной длины соломинки диаметром около 1,0 мм, а для нервюр — диаметром 0,7 мм. Выгните на горячем паяльнике нервюры крыла и закругления, нагревая смоченное водой место сгиба и контролируя его форму по чертежу (рис. 149, а, б).

Кромки и закругления (рис. 149, а) соедините друг с другом с помощью вставок, которые можно сделать, например, из метелок хозяйственного веника, промазанных клеем. Концы нервюр срежьте на ус длиной 2 ... 2,5 мм и снимите с них на этой поверхности глянцевый слой.

Острым ножом прорежьте вдоль кромок пазы и вставьте в них на клею концы нервюр (рис. 149, з). Если посмотреть сбоку, то нервюры должны сливаться в одну линию. Выступающие нервюры надо подрезать и вклеить снова.

Для того чтобы проконтролировать величину угла отклонения закруглений, сделайте из двух пластин (рис. 150) шаблон. Изогнув на паяльнике переднюю и заднюю кромки, проверьте получившийся угол наложением крыла на шаблон. Плоскости центроплана и закруглений должны прилегать к плоскостям шаблона.

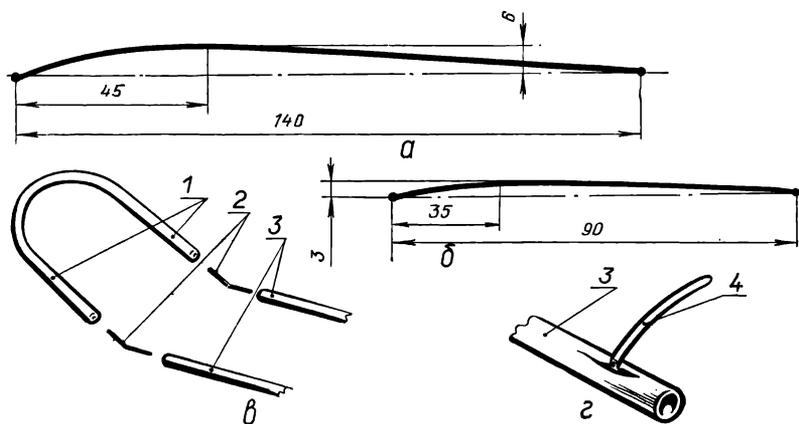


Рис. 149. Элементы крыла:

а — профиль нервюры крыла, б — профиль нервюры стабилизатора, в — соединительные кромок и закруглений, г — соединение нервюр; 1 — закругления, 2 — вставки, 3 — кромки, 4 — нервюры.

К кромкам крыла (рис. 151, а) приклейте стойки 1 из соломки длиной 50 ... 60 мм, диаметром 1,6 ... 1,8 мм и раскосы.

Технология изготовления стабилизатора такая же, как и крыла.

После сборки стабилизатора (рис. 151, б) укрепите его капроновыми нитками на соломке диаметром 2,0 мм. В конец этой соломки вставьте вертикально соломинку для киля. Последний изгибается из соломки и вставляется в трубку на стабилизаторе.

46. Изготовление фюзеляжа и винтомоторной группы

Фюзеляж модели выклеивают из пластинки бальзы размером 0,5×33×300 мм. Для его изготовления надо подобрать пруток диаметром 10 мм и длиной не менее 300 мм.

Пластинку бальзы распарьте в горячей воде, оберните (см. рис. 71, б) вокруг прутка и закрепите по всей длине резиновой лентой. Растрескивание или щель на месте стыка не допускаются. После высыхания снимите резиновую ленту, поверхность трубки фюзеляжа обработайте мелкой наждачной бумагой, заклейте ее по шву и снимите с прутка.

Затем подберите две соломинки 2 (рис. 152, а), длиной по 40 мм, в отверстия которых плотно вставляются стойки крыла, приклейте их к трубке фюзеляжа 1 и укрепите уголками из бальзы 3.

Для увеличения жесткости и прочности передней и задней



Рис. 150. Шаблон.

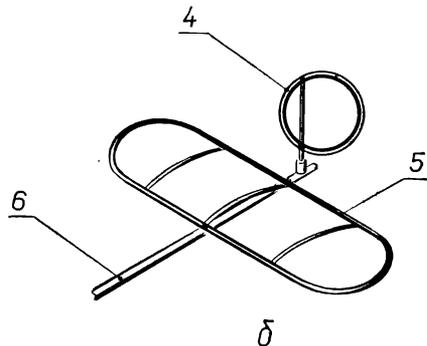
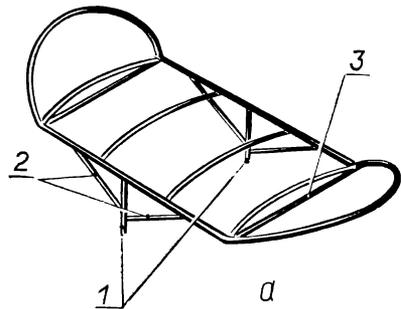


Рис. 151. Конструкция крыла и оперения:

а — крыло, б — оперение; 1 — стойки, 2 — подкосы, 3 — стяжка, соломинка диаметром 0,7 мм, 4 — киль, 5 — стабилизатор, 6 — хвостовая балка.

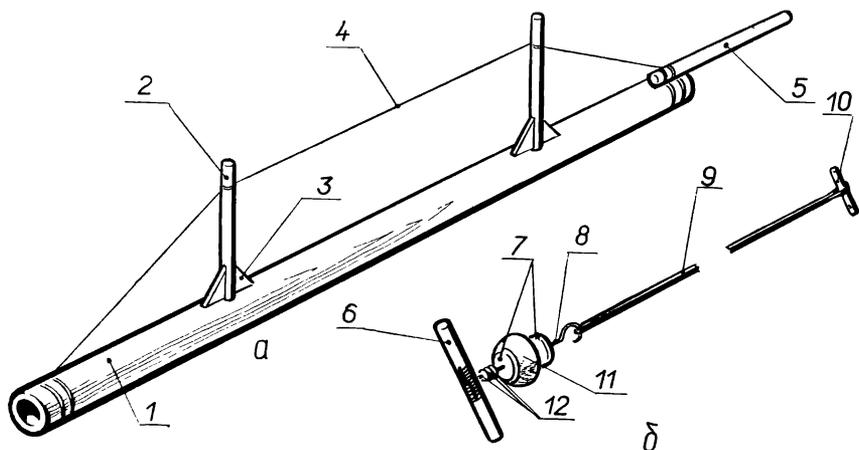


Рис. 152. Фюзеляж (а) и винтомоторная группа (б).

частей фюзеляжа и закрепления хвостовой балочки 5, выполненной из соломки нужного диаметра, установите капроновую нить 4.

Вначале намотайте несколько витков на переднюю часть фюзеляжа; затем укрепите стойки, хвостовую часть и балочку. Проверьте равномерность натяжения нити, вертикальность стоек крыла и слегка промажьте нить эмалитом. Затем приступите к изготовлению винтомоторной группы.

Винтомоторная группа состоит из передней бобышки с воздушным винтом, резиномотора 9 и заднего штырька 10 (рис. 152, б).

Бобышку 11 выполните из бальзы и плотно вставьте в трубку фюзеляжа. Подшипниками оси винта служат две шайбочки 7 из целлулоида, приклеенные к ней.

Из стальной проволоки диаметром 0,4 мм выгните ось винта 8 с крючком для резиномотора. Для уменьшения трения на ось наденьте 2—3 целлулоидные шайбы 12. Ось винта прикрепите к ступице 6 капроновой нитью и промажьте клеем.

Лопастей винта (рис. 153, а) состоят из лонжерона 1, нервюры 2 и кромок 3. Вначале соберите лопасти так, чтобы они были плоскими и одинаковыми. Капроновыми нитками закрепите лонжерон, все стыки промажьте клеем и затем, нагревая на горячем паяльнике, закрутите каждую лопасть, контролируя закрутку (рис. 153, б) по шаблону 4.

Резиномотор изготовьте из резины марки «Пирелли» сечением 1×4 мм или из трех нитей круглой резины.

47. Изготовление микропленки и обтяжка модели

Обтяжка модели производится микропленкой, приготовленной из раствора целлулоида. Для ее изготовления подготовьте ванночку размером $60 \times 40 \times 600$ мм, например фотокувет, и рамку (рис. 154) из алюминиевой проволоки.

Раствор для изготовления микропленки имеет состав: 65% эмалита, 31% ацетона и 4% касторового масла. Смесь тщательно разболтайте и дайте отстояться.

В ванночку 1 налейте воду комнатной температуры и на дно положите рамку 2. Перелейте 2...3 г раствора в небольшую емкость, например в полиэтиленовую пробку, и непрерывной струйкой вылейте на поверхность воды. Раствор растечется по поверхности воды и образует тонкую пленку.

Через 1...2 мин, когда микропленка подсохнет, перенесите ее с поверхности воды на рамку. Удобнее всего это сделать так: возьмите рамку за ручку и слегка поднимите до соприкосновения контура рамки с микропленкой. Убедившись, что микропленка везде легла на рамку, скользящим движением осторожно выньте рамку из ванночки. Если края микропленки завернулись и прилипли к основной микропленке, их надо осторожно, пока пленка сырая, сдвинуть пальцем к контуру рамки.

Толщину микропленки определяют по цвету. Микропленка нормальной толщины прозрачная, золотисто-пепельного

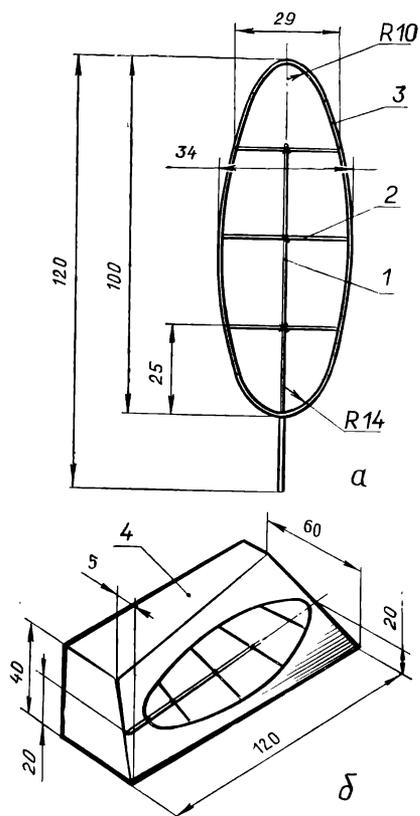


Рис. 153. Лопасть воздушного винта: а — лопасть, б — шаблон.

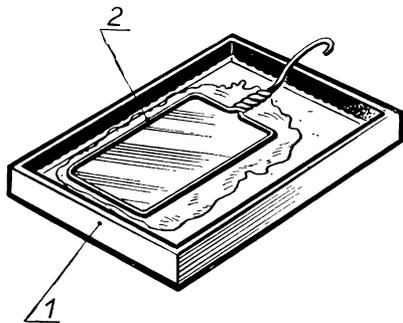


Рис. 154. Изготовление микропленки.

Кисточка, смоченная ацетоном

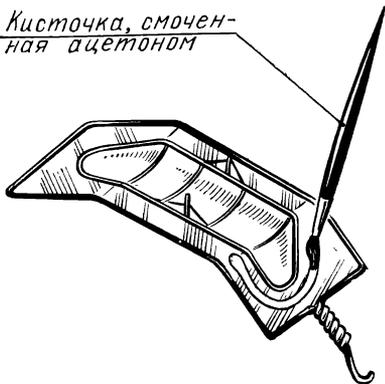


Рис. 155. Обтяжка крыла.

цвета. По мере утолщения она приобретает голубовато-фиолетовый, зеленоватый и красноватый оттенки. Толстая пленка имеет сизоватый оттенок и непрозрачна. Для получения более тонкой пленки в раствор добавляют ацетон, а для эластичности — касторовое масло.

Если микропленка сморщилась и резко уменьшилась в размерах, надо добавить в раствор касторового масла. При избытке последнего микропленка получается липкой и тягучей.

Если в микропленке появились мелкие отверстия, значит,

раствор не отстоялся и масло плохо размешано.

Наличие в пленке больших рваных отверстий свидетельствует о том, что поверхность воды плохо очищена от остатков ранее находившейся здесь микропленки. Поэтому при повторном изготовлении микропленки воду в ванночке нужно тщательно очищать, проводя по поверхности воды краем листа бумаги.

Клеем для микропленки служит подслащенная вода. Перед обклейкой надо смочить каркас и наложить его на пленку. Изгибая рамку с пленкой по форме крыла (рис. 155), добейтесь прилегания ее к кромкам и нервюрам. Излишки микропленки обрежьте кисточкой, смоченной в ацетоне, на расстоянии 3...5 мм от каркаса. На обтяжку крыла и оперения используют пленку золотистого цвета, а на лопасти винта — более толстую, сизоватого оттенка.

48. Сборка, регулировка и запуск модели

Сначала в стойки фюзеляжа вставьте стойки крыла. Вдвинув глубже на 5...6 мм заднюю стойку, установите угол атаки крыла около 3°.

Стабилизатор вставьте в хвостовую соломинку фюзеляжа так, чтобы его кромки были параллельны кромкам крыла.

На ступицу установите лопасти винта и, поворачивая их, добейтесь одинаковых углов атаки каждой лопасти. На крючок установите резиномотор и вставьте его в фюзеляж.

Отрегулируйте положение центра тяжести модели, изменяя длину хвостовой балочки фюзеляжа.

Если при запуске на планирование модель резко пикирует, отогните на горячем паяльнике хвостовую балочку вверх, если взмывает вверх — уменьшите угол атаки крыла. Добившись плавного полета, закрутите резиномотор на 100 оборотов и по-

верните киль на $5 \dots 10^\circ$ в сторону для виража. Модель должна плавно лететь по кругу с небольшим набором высоты. При тряске модели отрегулируйте углы установки лопастей винта.

Если модель вначале резко набирает высоту, а затем зависает и падает, отклоните вниз ось винта вместе с бобышкой, для чего подрежьте торец трубки фюзеляжа. При пикировании, наоборот, ось винта отклоните вверх. Отрегулировав модель, места соединений крыла, стабилизатора и лопастей винта покройте эмалитом.

Глава V.

РАДИОУПРАВЛЯЕМАЯ МОДЕЛЬ

Модель (рис. 156) рассчитана на применение двухканальной аппаратуры «Старт» или «Пилот-4». Один канал управления используется для изменения положения дроссельной заслонки с целью регулирования в полете режима работы двигателя. Вторым каналом обеспечивается управление рулем поворота. Можно установить и одноканальную радиоаппаратуру «Пилот» и управлять только рулем поворота.

Модель выполняют по схеме высокоплана с трехколесным шасси. Крыло неразборное и крепится к фюзеляжу резиновыми лентами.

На модели устанавливают двигатель «Ритм» с дроссельной заслонкой от двигателя MVVS—5,6RC, который может быть заменен МД-2,5К или другим с рабочим объемом $2,5 \text{ см}^3$. Для изготовления модели выполните ее чертеж в натуральную величину.

49. Изготовление фюзеляжа и хвостового оперения

Фюзеляж состоит из моторамы, двух боковин, верхней и нижней частей, раскосов и задней бобышки, в которой укреплен стабилизатор и киль.

Изготовление фюзеляжа начните с моторамы. Для этого из пластины бука или граба толщиной 10 мм выпилите две рейки моторамы *6* (рис. 157, *а*), из фанеры толщиной $6 \dots 8$ мм — силовые шпангоуты *1*, *2* и из 3-миллиметровой — шпангоуты *3*, *4*, *5*.

Из стальной проволоки диаметром 2,5 мм согните заготовку передней стойки шасси и укрепите ее на винтах кронштейнами *9* (рис. 157, *б*). Склейте шпангоуты с рейками моторамы и подгоните расстояние между ними под двигатель. Просверлите отверстия и вклейте грибки крепления двигателя. Вырежьте две накладку *7* из фанеры толщиной 1 мм и приклейте их к шпангоутам и рейкам моторамы.

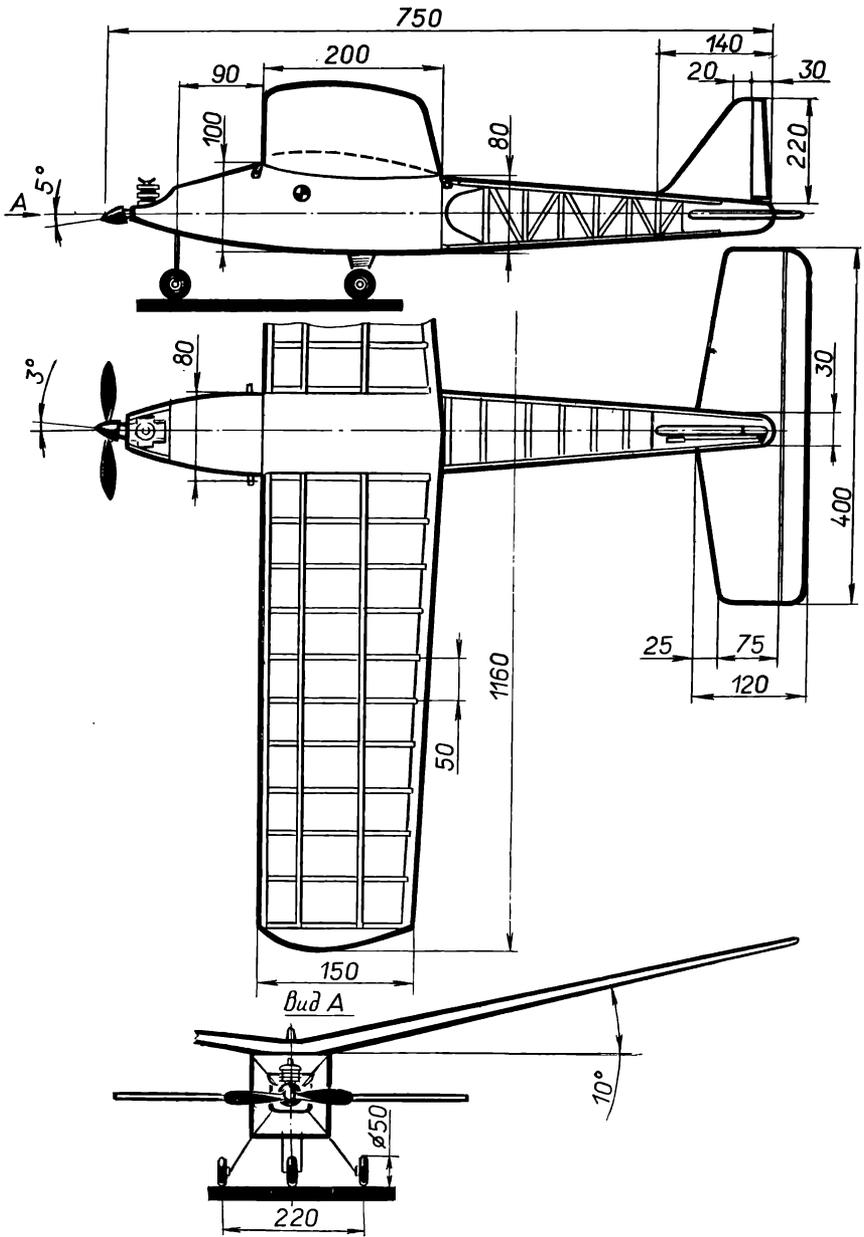


Рис. 156. Радиоуправляемая модель.

Боковины фюзеляжа (рис. 157, *в*) соберите отдельно. Сначала из пластины бальзы толщиной 3 мм вырежьте носовую *11* и хвостовую *13* части и к ним приклейте сверху и снизу сосновые рейки сечением 5×5 мм. Когда клей высохнет, проверьте правильность изготовления боковины наложением ее на чертеж и вклейте раскосы. Изготовив две одинаковые боковины, вклейте между ними мотораму, хвостовую бобышку и установите верхние и нижние распорки.

Для крепления крыла просверлите отверстия и приклейте к шпангоутам два штыря *12* из дюралюминиевых трубок диаметром 6 мм, с толщиной стенки 0,5 мм. Трубки должны выступать за плоскость фюзеляжа на 10 ... 12 мм.

Если на двигатель будет установлена дроссельная заслонка, то к правому борту внутри фюзеляжа приклейте оплетку с диаметром троса 1 ... 1,5 мм.

Для крепления шасси приклейте на шпангоут *3* фанерную накладку *8* и заклейте фюзеляж снизу пластиной бальзы. Основное шасси вырежьте из листа Д16Т толщиной 2 мм и укрепите на винтах и клею (рис. 158).

Стабилизатор и киль изготовьте из пластины бальзы толщиной 4 мм. Неподвижную часть килья и стабилизатор вклейте в хвостовую часть фюзеляжа (рис. 159). Руль высоты и стабилизатор соедините на четырех полосках жести *1*. Изгибая эти полоски, при регулировке модели можно отклонять на нужный угол руль высоты. На руль поворота установите кронштейн *2*. Навесьте его на трех петлях к килью и проверьте легкость поворота.

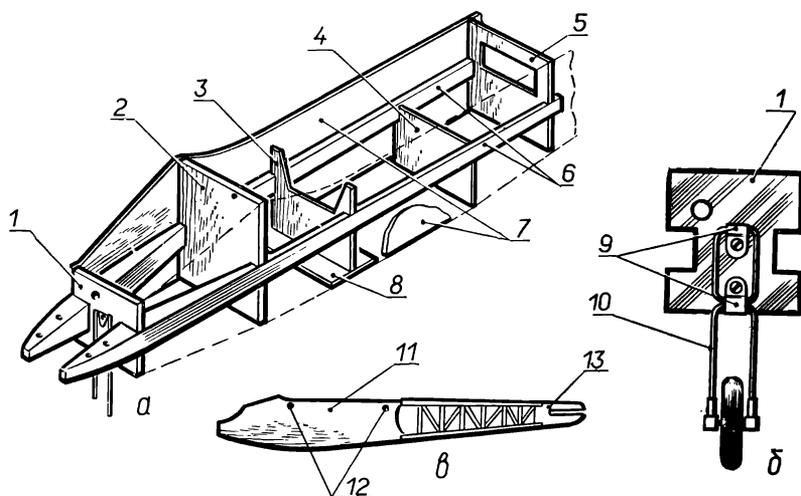


Рис. 157. Конструкция фюзеляжа:

а — мотогондола, *б* — крепление передней стойки шасси, *в* — боковина фюзеляжа.

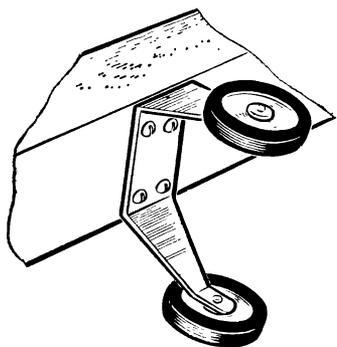


Рис. 158. Крепление шасси.

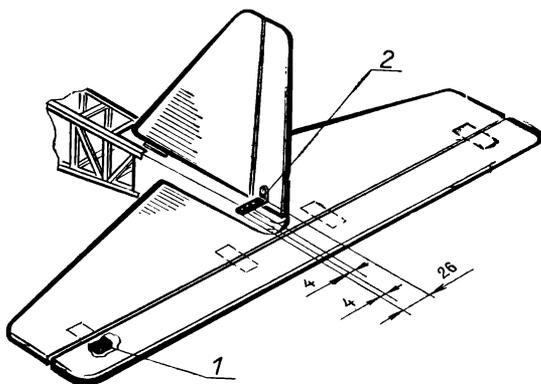


Рис. 159. Хвостовое оперение:
1 — полоска из жести крепления руля высоты обмотанная нитками.

Топливный бак (рис. 160) спаяйте из жести, установите в отсек после шпангоута и заклейте сверху пластиной бальзы.

Фюзеляж, стабилизатор и киль обтяните микалентной бумагой и покройте тремя слоями эмалита.

Для доступа к аппаратуре среднюю часть фюзеляжа (под крылом) не заклеивайте бумагой.

50. Изготовление крыла

Крыло этой модели неразборное, двухлонжеронное. Для изготовления его используют древесину разных пород. Так, лонжероны крыла можно сделать из древесины сосны, заднюю и переднюю кромки — липы, а нервюры — бальзы. Для крыла примените профиль MVA-301 и изготовьте нервюры пакетным способом.

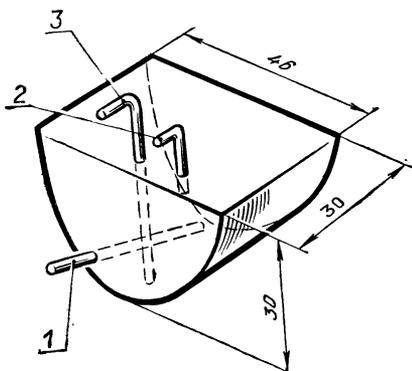


Рис. 160. Топливный бак:

1 — трубка питания, 2 — дренажная трубка, 3 — заправочная трубка.

Для этого из пластины Д16Т толщиной 2 мм выпилите шаблоны. Между ними зажмите в пакет заготовки нервюр для консоли и обработайте их по контуру.

Далее в нервюры вклейте полки лонжеронов и переднюю кромку. Задней кромке придайте профиль остроугольного клина и пропилите в ней пазы, в которые вклейте хвостовики нервюр.

Законцовку 1 консоли (рис. 161, а) изготовьте из пластины

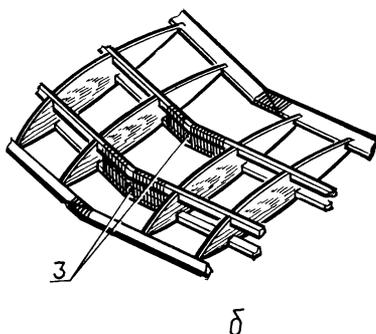
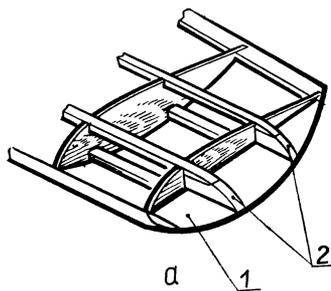
бальзы и вклейте ее между полками лонжеронов и уголками 2.

Готовые консоли соедините (рис. 161, б) на вставках 3, которые вклеиваются между полками лонжеронов. Переднюю и заднюю рейки соедините на ус и обмотайте нитками в месте соединения.

Центральную часть крыла (между двумя центральными нервюрами) обклейте бальзовыми пластинами толщиной 2 мм или картоном.

Обработайте каркас крыла мелкой наждачной бумагой и еще раз проклейте все места стыков.

Крыло обклейте микалентной бумагой и покройте 3—4 раза эмалитом.



51. Установка радиоаппаратуры

Размещение бортового комплекта радиоаппаратуры на модели показано на рисунке 162. Доступ к радиоаппаратуре осуществляется через люк в фюзеляже, который закрывается крылом.

Вначале из фанеры толщиной 3 мм изготовьте панель 1. Пропилите в ней отверстия для установки рулевых машинок и для закрепления платы в фюзеляже.

К шпангоутам фюзеляжа приклейте брусочки с грибками и ввинтите в них винты для крепления платы с рулевыми машинками 4.

Под эти винты подложите резиновые втулки (см. рис. 126). Плата с рулевыми машинками не должна касаться стенок и шпангоутов фюзеляжа.

Рычаг рулевой машинки соедините с кронштейном руля поворота тягой 3. Для тяги изготовьте переходники и замки из стальной проволоки (см. рис. 127) и прикрепите их нитками и клеем к рейке из древесины сосны или липы диаметром 5...7 мм. Длина тяги должна быть такой, чтобы нейтральному положению рычага рулевой машинки соответствовало нейтральное положение руля поворота. Если второй канал используется для регулирования частоты вращения двигателя, то рычаг второй рулевой машинки соедините с тросом, проложенным по борту фюзеляжа.

Блоки приемника и дешифратора 5 соедините между собой и подключите разъемы питания и рулевых машинок. Оберните

Рис. 161. Конструкция крыла: а — законцовка, б — соединение консолей.

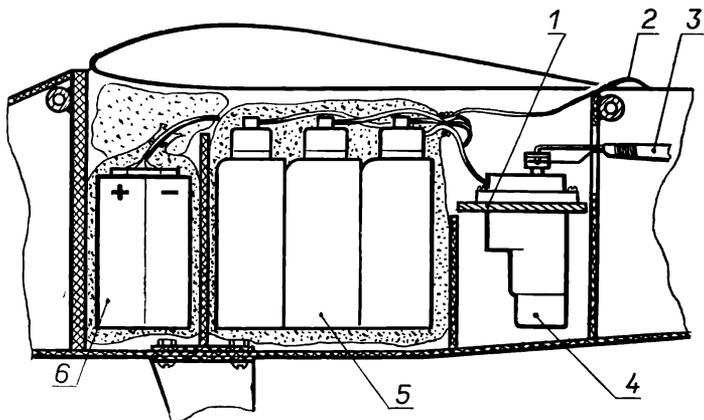


Рис. 162. Размещение аппаратуры.

их 2...3 слоями поролона, поместите в полиэтиленовый мешок и обмотайте резиновой лентой.

Если приемное устройство неплотно входит в отсек фюзеляжа, заполните свободные места кусочками поролона.

На левом борту просверлите отверстие для тумблера включения питания.

Подключив источники питания 6, оберните их поролоном, полиэтиленовой лентой и поместите в передний отсек фюзеляжа. Провод антенны 2 приемника выведите из фюзеляжа. Прикреплять свободный конец антенны к конструкции самолета не обязательно.

52. Регулировка и запуск модели

Поставьте на модель двигатель с воздушным винтом и соедините трубкой бак и жиклер двигателя.

Установите на фюзеляж крыло и закрепите его резиновой лентой за штыри в фюзеляже.

Проверьте положение центра тяжести модели. Если оно не совпадает с указанным на чертеже, то перемещением батарей, загрузкой носовой или хвостовой части фюзеляжа обеспечьте его необходимое положение.

Проверьте углы установки крыла, стабилизатора, двигателя, оперенного V крыла, а также перекосы и коробления. Для этого поставьте модель на ровную горизонтальную поверхность.

Замерьте расстояния от горизонтальной плоскости 1 (рис. 163, а) до симметричных точек модели и сравните их между собой. Замеченную разность устраните. Затем проверьте правильность установки крыла и стабилизатора. Глядя на модель

сверху (рис. 163, б), замерьте расстояния от концов крыла до какой-нибудь точки на оси симметрии модели. Для любой точки эти расстояния должны быть одинаковы. Аналогичную проверку делают для стабилизатора.

Включив питание передатчика и бортового устройства, проверьте отклонение руля направления и дроссельной заслонки (если она установлена).

Отрегулируйте положение руля в нейтрале, сжимая или разжимая колено переходника. При нажатии командного рычага руль поворота модели должен отклоняться на 15° . Если угол отклонения меньше, то переходник тяги переставьте в отверстие кронштейна, находящееся ближе к рулю, если больше — наоборот.

Регулировку модели в полете надо производить в тихую погоду на большом поле.

Включив радиоаппаратуру, сначала проверьте ее работу на земле. Для этого с включенным передатчиком удалитесь от модели и через каждые 20 ... 30 шагов подавайте команды «Вправо», «Влево». Помощник, находящийся у модели, взмахами руки будет сигнализировать о нормальной работе аппаратуры.

Бортовая аппаратура должна надежно работать на земле при удалении передатчика до 450 ... 500 м. Убедившись в нормальной работе аппаратуры, приступайте к летным испытаниям модели.

Взяв модель правой рукой за низ фюзеляжа и придерживая левой за крыло, поднимите ее над головой. Пробежите несколько шагов против ветра и плавно и энергично пустите модель в полет. Продолжая бежать за моделью и дав ей пролететь несколько метров, поймайте модель, подхватив ее под фюзеляж.

Сделав несколько таких упражнений, выясните характер полета модели. Правильно отрегулированная модель должна лететь с небольшим снижением, плавно, без виража и крена. При слишком крутом планировании модели попробуйте увеличить силу толчка и, если это не поможет, отклоните вверх на $1,5 \dots 2^\circ$ руль высоты. При кабрировании модели уменьшите угол отклонения руля высоты. Отклонением руля поворота можно снять разворот модели, а устранением перекоса крыльев или стабилизатора — крен.

Добившись нормального планирования модели, залейте в бак

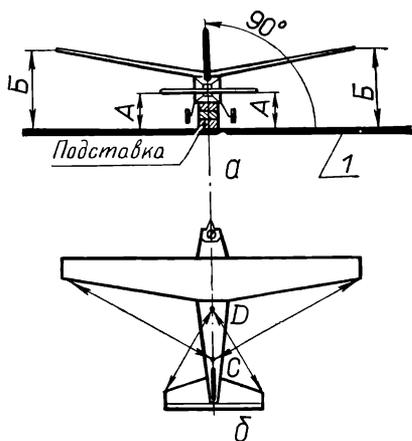


Рис. 163. Нивелировка модели.

немного горячего (примерно на 15...20 с работы) и запустите двигатель. Выведите его на среднюю частоту вращения, включите аппаратуру и запустите модель с рук, как при испытании на планирование. Модель должна лететь по прямой с небольшим набором высоты.

При стремлении модели самостоятельно сделать поворот подайте команду на отклонение руля поворота в противоположную сторону и постарайтесь добиться прямолинейного полета модели.

После остановки двигателя проследите за планированием модели и, если нужно, окончательно отрегулируйте этот режим полета.

После летных испытаний модели надо в случае необходимости провести корректировку положения двигателя. Если модель стремится к самостоятельному развороту, то ось вала двигателя надо сместить на 0,5...1° в противоположную сторону. При кабрировании модели ось винта надо сместить вниз, а при пикировании или полете без набора высоты — вверх.

После такой корректировки повторите кратковременный полет модели в режиме среднего значения частоты вращения двигателя.

Отрегулировав нормальный полет модели в этом режиме, добейтесь выполнения моделью правого и левого виражей одинакового радиуса. Если модель выполняет слишком крутые виражи, уменьшите максимальные углы отклонения руля поворота. При меньшем, например левом, вираже, получающемся при полном отклонении руля поворота, сместите руль поворота из нейтрального положения на 1...1,5° вправо.

После этого приступите к тренировочным полетам модели с двигателем, работающим в режиме максимальной частоты вращения.

При применении дроссельной заслонки процесс регулирования упрощается, последовательность его сохраняется.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Введение	3
Первый раздел. ВИДЫ МОДЕЛЕЙ И ИХ КОНСТРУКЦИИ	5
Глава I. Кордовые модели	6
1. Система управления	—
2. Конструкции фюзеляжа и моторамы	11
3. Конструкции крыла и хвостового оперения	14
4. Конструкции шасси	18
5. Рекомендации по выбору параметров	22
Глава II. Свободнолетающие модели	30
6. Конструкции крыла и оперения	—
7. Конструкции фюзеляжей	33
8. Рекомендации по выбору параметров	36
Глава III. Комнатные модели	39
9. Виды моделей и их особенности	—
10. Конструкции комнатных моделей с резиновым двигателем	—
11. Конструкции кордовых комнатных моделей и моделей-полукопий	43
Второй раздел. ДВИГАТЕЛИ	46
Глава I. Резиновые двигатели	47
12. Общие сведения	—
13. Расчет параметров резиномоторов	48
14. Изготовление и эксплуатация резиномоторов	49
Глава II. Двигатели внутреннего сгорания	51
15. Принцип работы двухтактного двигателя внутреннего сгорания	—
16. Калильные двигатели	52
17. Компрессионные двигатели	57
18. Конструкции топливных систем	59
19. Рецепты и методика составления топливных смесей	66
20. Запуск и регулировка компрессионного двигателя	68
21. Стендовые испытания двигателей	—
22. Летные испытания	71
23. Двигатель для миниатюрных моделей	73

Глава III. Электродвигатели и источники питания	74
24. Микроэлектродвигатели	—
25. Сухие элементы и аккумуляторы	75
Третий раздел. РАДИОУПРАВЛЕНИЕ И АВТОМАТЫ	78
Глава I. Автоматы	—
26. Маятниковые автоматы крена и курса	—
27. Автоматы остановки двигателя	80
28. Механизмы программного управления	82
Глава II. Комплекты радиоуправления	83
29. Дискретная радиоаппаратура	—
30. Пропорциональная аппаратура	86
Глава III. Применение радиоаппаратуры	88
31. Схемы управления	—
32. Размещение аппаратуры	90
Четвертый раздел. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ	93
Глава I. Инструменты и материалы	—
33. Инструмент	—
34. Материалы	96
35. Приспособления для ускорения работ	97
Глава II. Изготовление модели планера	99
36. Изготовление фюзеляжа и хвостового оперения	—
37. Изготовление крыла	101
38. Обтяжка, сборка и запуск модели	—
Глава III. Кордовая тренировочная модель	103
39. Фюзеляж и хвостовое оперение	104
40. Крыло и шасси	106
41. Система управления	108
42. Отделка модели	—
43. Установка бака и двигателя	109
44. Запуск модели	110
Глава IV. Комнатная фюзеляжная модель	112
45. Изготовление крыла и оперения	114
46. Изготовление фюзеляжа и винтомоторной группы	115
47. Изготовление микропленки и обтяжка модели	117
48. Сборка, регулировка и запуск модели	118
Глава V. Радиоуправляемая модель	119
49. Изготовление фюзеляжа и хвостового оперения	—
50. Изготовление крыла	122
51. Установка радиоаппаратуры	123
52. Регулировка и запуск модели	124

20 коп.

