

Б.А. Киселев

МОДЕЛИ ВОЗДУШНОГО БОЯ



Киселев Б. А.

**МОДЕЛИ
ВОЗДУШНОГО
БОЯ**

МОСКВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ СССР

1981

ББК 75.725
К44

Рецензенты *А. Ш. Назаров, Г. В. Юдин.*

Под общей редакцией *И. А. Евстратова.*

Киселев Б. А.

Модели воздушного боя/Под общ. ред. И. А.
К44 Евстратова.— М.: ДОСААФ, 1981.— 160 с., ил.

80 к.

В книге мастера спорта СССР международного класса приводится описание лучших авиамоделей, в том числе тех, с которыми автор и его товарищи по команде выступали на крупнейших международных соревнованиях, их основных узлов и микродвигателей; даются методические указания по подготовке спортсмена; излагаются основные положения правил соревнований.

Для спортсменов и тренеров.

К $\frac{60902-101}{072(02)-81}$ 86—81 4202000000

ББК 75.725

ВВЕДЕНИЕ

Одним из популярнейших технических видов спорта является авиамodelный спорт. Более 70 лет назад «отцом русской авиации» Н. Е. Жуковским были организованы первые авиамodelные соревнования, но широкое распространение авиамodelизм получил только в годы Советской власти. В настоящее время существует более 10 классов спортивных моделей. В этой книге пойдет речь о моделях воздушного спортивного боя.

Воздушный бой — это сравнительно молодой вид авиамodelного спорта, но уже успевший завоевать симпатии многих спортсменов и болельщиков. Сейчас трудно представить авиамodelные соревнования без этого увлекательного зрелища, которое сочетает в себе скорость и маневренность моделей, ловкость и смекалку спортсменов. Побывав хоть раз на соревнованиях, вы, конечно, захотите построить и свою спортивную модель.

Не отчаивайтесь, если ваши первые шаги в этом виде спорта будут не столь уверенными, так бывает всегда, когда берешься за новое дело. Помочь вам в первых экспериментах, сделать ваши творческие поиски активными и целеустремленными — вот основное назначение этой книги. В ней вы найдете чертежи, советы по изготовлению и эксплуатации моделей воздушного боя, а также правила проведения соревнований в этом увлекательном виде спорта, который наряду с инженерным мышлением, любовью к технике развивает у людей силу воли, ловкость, хорошую реакцию, что не может не пригодиться в современной жизни.

В процессе работы с моделями вы приобретете навыки работы практически на всех станках, освоите несколько необходимых для успешных занятий авиамodelизмом специальностей. А необходимость творческих поисков, теоретического осмысления полученных результатов побудят активнее усваивать знания в школах, техникумах и институтах.

Вам придется сталкиваться с нелегкими проблемами, искать и находить правильные методы решения трудных конструкторских и технологических задач — это позволит вам приобрести необходимые навыки проектирования и конструирования.

Методические советы и рекомендации, изложенные в этой книге, открывают перед вами возможность роста вашего творческого уровня, чертежи и рисунки моделей помогут расширить кругозор, а расчеты и формулы — точно, теоретически обоснованно конструировать, налаживать и испытывать модели.

Глава I

ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СПОРТИВНЫХ АВИАМОДЕЛЕЙ

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА МОДЕЛЬ В ПОЛЕТЕ

Непременным условием полета модели, впрочем, как и любого летательного аппарата тяжелее воздуха, является создание аэродинамической силы, уравнивающей полетный вес модели G . Эта сила, как известно, называется подъемной силой Y . Возникает она, как правило, на крыле летательного аппарата.

Подъемная сила зависит от нескольких параметров: коэффициента подъемной силы, формы и площади крыла, скорости полета и некоторых других.

При полете модели вихреобразование и трение воздуха о ее поверхность вызывают лобовое сопротивление Q , для преодоления которого к модели необходимо применить некоторую силу — силу тяги. Источником ее является двигатель, который вращает воздушный винт, обеспечивая тем самым силу тяги P .

На кордовую модель воздушного боя, летящую по кругу, действуют еще центростремительная сила (реакция корда) $F_{цс}$, центробежная сила $F_{цб}$ и боковая сила Z .

Рассмотрим плоское движение модели. Совокупность аэродинамических сил можно привести к результирующей силе R , приложенной к центру тяжести модели.

На рис. 1 рассмотрены три вида движения модели и приведены формулы расчета основных сил, действующих в полете на модель. Θ — угол траектории полета модели к горизонту.

Аэродинамическое качество крыла модели

Развитие моделей воздушного боя — это постоянное увеличение маневренности модели и скорости ее полета. О возможных путях совершенствования этих параметров было высказано много мнений и проверено много перспективных направлений. Одной из главных при этом всегда была проблема улучшения аэродинамического качества крыла. Наиболее выгодным является такое крыло, которое способно создавать максимальную подъемную силу при минимальном лобовом сопротивлении.

Чтобы оценить аэродинамическое совершенство крыла, пользуются понятием «аэродинамическое качество крыла». Аэродинамическим качеством крыла называется отношение коэффициента подъемной силы к коэффициенту лобового сопротивления на определенном угле атаки:

$$K = \frac{C_y}{C_x},$$

где C_y — коэффициент подъемной силы;

C_x — коэффициент лобового сопротивления.

Чем выше аэродинамическое качество, тем совершеннее крыло. Качество крыльев авиамоделей достигает 15 единиц. Это означает, что подъемная сила крыла модели превышает лобовое сопротивление примерно в 15 раз.

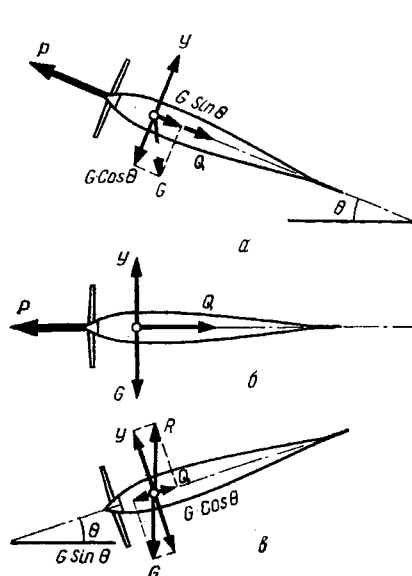


Рис. 1. Силы, действующие на модель в полете:

a — при подъеме $Y = G \cos \theta$, $P = Q + G \sin \theta$; b — при горизонтальном полете $Y = G$, $P = Q$; c — при планировании $Y = G \cos \theta$, $Q = G \sin \theta$

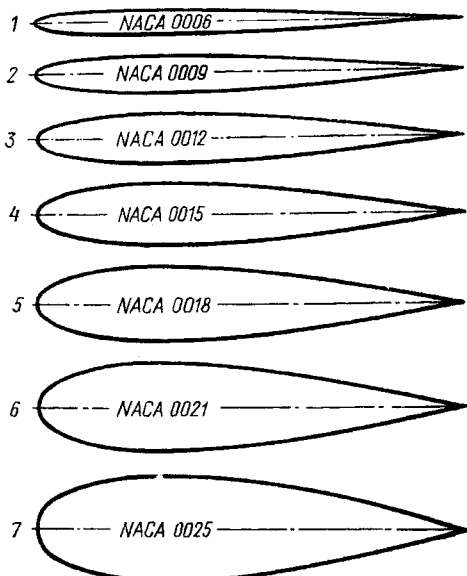


Рис. 2. Профили NACA:

1 — 6%; 2 — 9%; 3 — 12%; 4 — 15%; 5 — 18%; 6 — 21%; 7 — 25%

Аэродинамическое качество крыла зависит от многих факторов и прежде всего от подъемной силы Y и лобового сопротивления Q . На него оказывает большое влияние форма профиля, в частности форма носка и расположение максимальной толщины по его хорде.

При обтекании профиля с закругленным и утолщенным носком на последнем образуется подсасывающая сила, значительно

уменьшающая лобовое сопротивление. Наибольшей величины она достигает на углах атаки, близких к критическому углу атаки крыла ($\alpha_{кр}$). В этом случае подсасывающая сила может превысить силу трения. Для получения больших значений K_{\max} выбираются оптимальная толщина и кривизна профиля, форма обводов.

Форма крыла в плане также влияет на его аэродинамическое качество. Наибольшее качество имеет крыло эллипсовидной формы с закругленной передней кромкой, которая уменьшает индуктивное сопротивление.

Площадь крыльев модели выбирается с таким расчетом, чтобы обеспечить желаемый диапазон скоростей. При этом следует учесть, что на максимальной скорости качество должно быть несколько ниже K_{\max} .

ПРОФИЛИ

Для крыльев моделей воздушного боя подбираются самые различные профили, порой даже не отвечающие хорошим аэродинамическим качествам. Как правило, это связано с технологией сборки моделей или погрешностями при изготовлении шаблонов и нервюр. Но это не столь уже страшно. На скоростях, которые развивают эти модели, далеко не всегда удастся в полной мере использовать свойства профиля, так как эти скорости малы.

• Даже самые опытные авиамodelисты подбирают для своих моделей апробированные профили, показавшие себя в полетах с наилучшей стороны. Чаще всего используют серию профилей NASA.

На рис. 2 приведены симметричные профили NASA, цифровые значения показывают процент толщины профиля.

NASA 0006 — можно успешно применять при конструировании и изготовлении стабилизаторов, рулей высоты, килей, гаргротов.

NASA 0009 — применяется при капотировании на моделях выступающих узлов, на плоскостях крыльев или фюзеляжах.

NASA 0012; NASA 0015; NASA 0018 — можно использовать для постройки несущих плоскостей крыльев. Профиль при этом можно применять любой, но каждый со своим функциональным назначением.

Во-первых, если вы хотите повысить скорость модели, примените более тонкий профиль. Если вам потребуется увеличить маневренность модели, то лучше применить профиль с большей относительной толщиной.

NASA 0021; NASA 0025 — лучше всего применять для капотирования двигателя или использовать для профилировки законцовок крыла модели. В табл. 1 приведены координаты профиля NASA в зависимости от процента толщины.

Также хорошо работают на моделях симметричные профили системы E-474 и E-475 (рис. 3). Они допускают большие углы

атаки крыла, что необходимо моделям воздушного боя, которые постоянно совершают всевозможные эволюции.

В табл. 2 приведены координаты профилей Е-475 и Е-474.

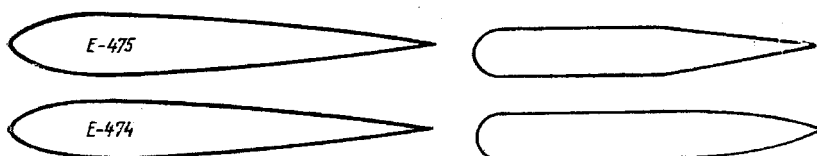


Рис. 3. Профили Е-474 и Е-475



Рис. 4. Различные профили крыла

На рис. 4 изображены профили, применяющиеся в настоящее время на моделях воздушного боя.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ИЗ БАЛЬЗЫ

Как работать с бальзой?

Многие авиамоделисты в конструкциях моделей используют бальзу. Это очень легкая, пористая и рыхлая древесина, уступающая по прочности сосне примерно в два раза. Хранить ее следует в сухом помещении, поскольку бальза значительно быстрее впитывает влагу, чем отдает ее при просушке.

Бальзовый кругляк можно распилить на одинаковые по размерам бруски, но вес и прочность их будут разные. Если рассматривать ствол по длине, то ближе к комлю древесина темно-коричневого цвета, она прочнее и, следовательно, тяжелее; у вершины — более легкая и мягкая, светло-кремового оттенка (рис. 5). Таким образом, даже по цвету можно определить степень пригодности бальзы для тех или иных деталей модели.

На поперечном распиле у бальзы, как и у других деревьев, видны годовичные кольца (рис. 6). Их расположение на бальзовых деталях модели существенно влияет на их прочность. Так, крыло из бальзы может получиться гораздо слабее, если неправильно расположить годовичные кольца при изготовлении лонжеронов и кромок.

Ствол бальзы распиливается на бруски, имеющие в поперечнике прямоугольное сечение. Учитывая круговое расположение годовичных колец, бальзовые бруски можно разделить на три группы: первая — бруски с продольным расположением колец, вторая — с диагональным, третья — с поперечным. В первом случае брусок имеет желтоватую поверхность с длинными и редкими коричневыми прожилками; во втором — поверхность такого же

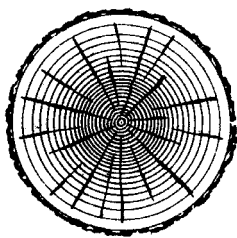


Рис. 5. Сечение ствола бальзового дерева

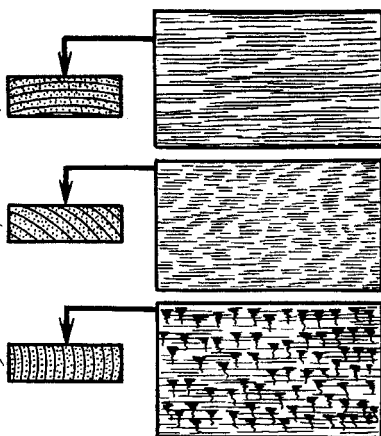
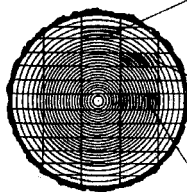


Рис. 6. Схема распиловки бальзового ствола

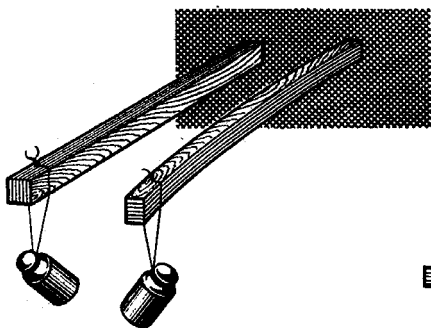


Рис. 7. Определение упругости бальзовой рейки

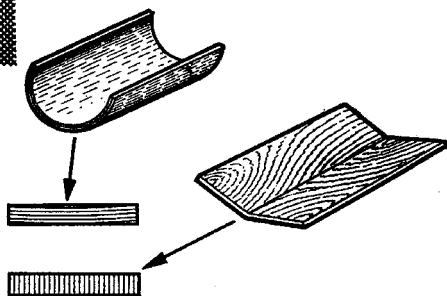


Рис. 8. Гибка бальзовых пластин

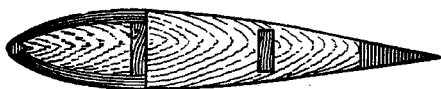


Рис. 9. Применение бальзы в конструкции крыла

цвета, но с более частыми и менее широкими коричневыми прожилками, и в третьем случае — кроме обычных коричневых прожилок на бруске виден оттенок, напоминающий цвет мрамора. Изучив рисунок поверхности бальзы, можно безошибочно определять расположение годичных слоев даже на самых тонких пластинах и рейках.

При изготовлении деталей модели нужно учитывать основное свойство бальзы: упругость и гибкость в зависимости от размещения годичных колец (рис. 7). Например, если две бальзовые рейки одинакового сечения и длины закрепить одним концом, а к другому у каждой подвесить одинаковые грузы, то рейка, у которой годичные кольца расположены вертикально, останется почти прямой, а рейка с горизонтальным расположением годичных колец прогнется. Таким образом, вертикально расположенные годичные кольца играют роль ребер жесткости, повышая ее сопротивление изгибу почти в два раза.

Теперь возьмем две тонкие широкие пластины с разным расположением годичных колец (рис. 8). Когда кольца идут вдоль пластины (если смотреть с торца), то она будет хорошо гнуться и в зависимости от толщины и ширины ее можно даже свернуть в трубку. Если же годичные кольца направлены поперек, согнуть такую пластину невозможно, она непременно сломается.

При изготовлении крыла модели годичные кольца лучше располагать, как указано на рис. 9, иначе после обтяжки крыла задняя кромка непременно покоробится и форма профиля будет нарушена.

Основным инструментом, без которого немислима правильная обработка бальзы, является циркулярная пила с набором дисков (фрез). Распиливать бальзу в продольном направлении лучше на больших оборотах диска (3000—10000 об/мин). Крупные бруски обрабатывают на большой стационарной циркулярной пиле. Тонкие диски толщиной 0,8—1 мм применяются для распиловки реек и пластин малых размеров.

Более чистые поверхности получаются при обработке материала строгающим диском (рис. 10). Его легко сделать самому из фрезы по металлу толщиной не более 1 мм; для этого в диске тонким наждачным камнем достаточно сделать несколько выемок.

Бальза хорошо обрабатывается шкуркой (наждачной бумагой). Для этой цели рекомендуем несколько простых приспособлений (рис. 11). Для ручного резания бальзы вам понадобится нож с острым концом, который изготавливается из заточенного на наждаке старого ножовочного полотна; рукоятка такого ножа — две деревянные пластины, обмотанные изоляционной лентой (рис. 12). Применяется также хирургический скальпель, а для резки мелких деталей — лезвие безопасной бритвы.

Но наиболее удобен универсальный нож. Им хорошо обрабатывать воздушные винты, вырезать нервюры, прорезать выемки в шпангоутах, стыковать «на ус» стрингеры и выполнять самые

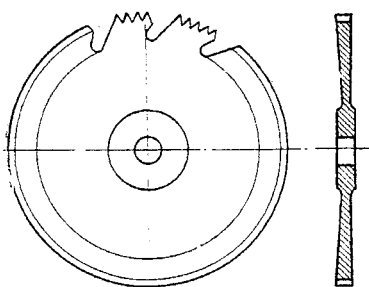


Рис. 10. Доработка диска для распиловки бальзовых пластин

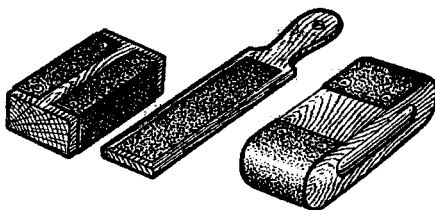


Рис. 11. Приспособления для обработки бальзы наждачной бумагой

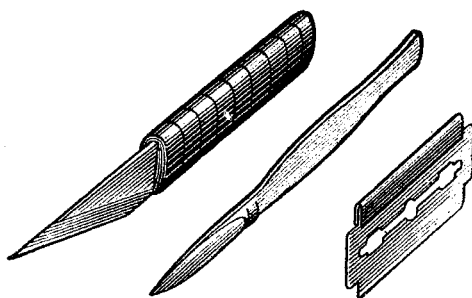


Рис. 12. Инструменты для ручной резки бальзы

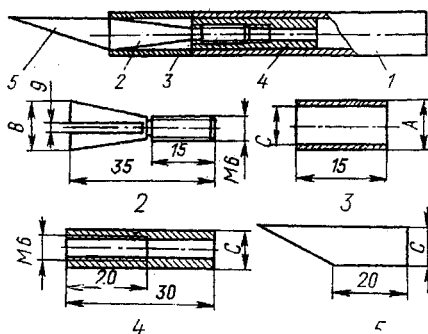


Рис. 13. Универсальный нож авиа-моделиста

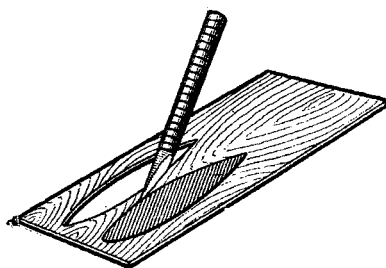


Рис. 14. Применение шаблона для вырезания бальзовых нервюр из пластин

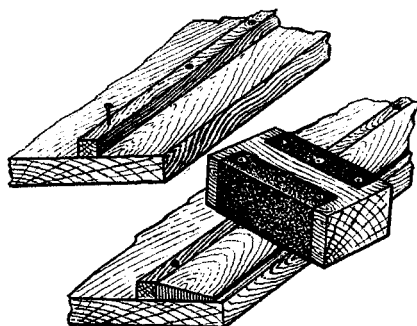


Рис. 15. Технология обработки задних кромок крыла

разнообразные работы. Универсальным этот нож делает набор сменных лезвий (рис. 13). Такой нож состоит из рукоятки 1, пружинящего зажима 2, зажимной муфты 3, держателя 4 и лезвия 5.

Рукоятка — это стальная или алюминиевая трубка диаметром 10—12 мм (А) с внутренним диаметром С, равным ширине лезвия. Из такой же трубки делается зажимная муфта, внешняя поверхность которой имеет накатку. В рукоятку прочно загоняется держатель с внутренней резьбой М6. Диаметр В пружинящего зажима несколько больше диаметра С зажимной муфты, что позволяет прочно зафиксировать лезвие ножа.

Чтобы исключить люфт лезвия во время работы, его ширина должна соответствовать диаметру С по всей длине нерабочей части.

Для поперечной распиловки бальзы можно пользоваться обычными поперечными пилами небольших размеров с мелкими зубьями, а толстые бруски хорошо обрабатывать ножовкой или хирургической пилой. Для мелких пропилов пригодна шлицевая пила, которую легко изготовить самому из ножовочного полотна. Ножом обычно вырезают нервюры крыла и другие мелкие детали модели (рис. 14). Нервюры лучше вырезать по шаблону, сделанному из тонкой фанеры.

На рис. 15 показаны приемы обработки шкуркой задней кромки крыла. Меняя сечение рейки, прибитой к доске, можно обрабатывать кромки любых размеров.

Бальзовые детали соединяются различными клеями. Если площадь склейки велика, применяется казеиновый клей, однако для стыковки частей с малой площадью соприкосновения (например, передней кромки и нервюр крыла) он совершенно непригоден. Нитроклей, напротив, хуже склеивает детали большой площади. Клей АК-20 можно применять в обоих случаях. Если нет казеинового клея или АК-20, детали с большой поверхностью

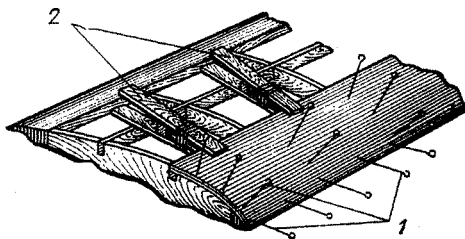


Рис. 16. Способ изготовления крыльев:

1 — булавки; 2 — зажимы

можно соединить эмалитом или цапонлаком, предварительно дважды покрыв обе поверхности слоем нитроклея; после того как детали просохнут, их склеивают в обычном порядке.

При сборке каркаса модели (рис. 16) лучше всего применять швейные или канцелярские булавки. Чаще всего модели, сделанные из бальзы, целиком обтягиваются бумагой с последующим покрытием нитролаком. Бывает и так, что бальза является об-

тяжкой для кордовых моделей. В этом случае глянцевая поверхность бальзы получается при покрытии нитролаком или клеем АК-20 в 3—5 слоев. Предварительно бальза покрывается нитрошпаклевкой.

Чтобы получить глянцевую окрашенную поверхность, бальзу необходимо предварительно 3—4 раза покрыть нитрокраской, обработать мелкой шкуркой с керосином и хорошо отполировать суконкой с пастой ГОИ.

ПОДБОР НАИЛУЧШЕГО ВИНТА

Воздушный винт

Воздушный винт — один из важнейших элементов кордовой модели воздушного боя, поэтому его необходимо правильно рассчитывать и подбирать.

Шагом винта называется расстояние, на которое он продвигается за один оборот, как бы ввинчиваясь в гайку (рис. 17). Всякая точка, связанная с винтом, не только лежит на расстоянии $r = var$ от его оси, но и вращается вокруг этой оси, одновременно продвигаясь вперед. Траектория движения такой точки называется винтовой линией.

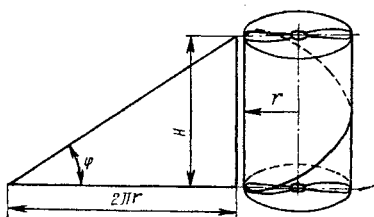


Рис. 17. Шаг винта (теоретический)

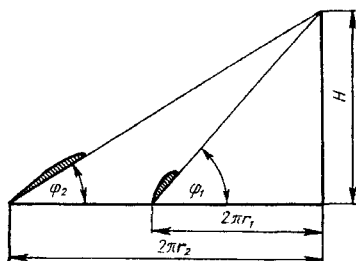


Рис. 18. Угол наклона сечений лопастей винта постоянного шага

Путь, пройденный точкой за один оборот винта, равен гипотенузе прямоугольного треугольника, у которого один катет — шаг винта H , а другой — длина окружности радиусом r . Угол φ — угол наклона винтовой линии.

Предположим, что воздушный винт ввинчивается в воздух, как в гайку. В этом случае путь, пройденный винтом за один оборот, будет равен так называемому расчетному шагу винта. Сечение лопасти на расстоянии r_1 от оси винта за один оборот опишет путь, определяемый гипотенузой треугольника (рис. 18), один из катетов которого равен шагу винта H , а другой — $2\pi r_1$, т. е. длине окружности радиусом r_1 . φ_1 в этом случае — угол наклона лопасти в данном сечении. Сечение лопасти на расстоянии r_2 от оси винта имеет угол наклона φ_2 . Проделав это для нескольких сече-

ний, получим углы наклонов лопасти в этих сечениях. Сечения на концах лопасти будут иметь самые малые углы наклона и, наоборот, сечения у втулки — самые большие. Винты, у которых все элементы лопасти имеют один и тот же шаг, называются винтами постоянного шага.

Винты постоянного шага

Для успешного полета большое значение имеет правильный подбор воздушного винта к модели и данному микродвигателю. Задача авиамоделиста в том, чтобы подобрать диаметр D и шаг винта H , чтобы достичь расчетной максимальной скорости.

Облегчить подбор воздушных винтов вам помогут наши рекомендации, которыми пользуются многие ведущие спортсмены. Это существенно сократит область поисков правильного решения и сэкономит время моделиста. Конечно, могут быть найдены и другие решения, выходящие за рекомендованные параметры, и это будет свидетельствовать о творческом подходе конструктора к данному конкретному случаю.

В табл. 3 приведены ориентировочные размеры воздушных винтов постоянного шага для моделей воздушного боя.

В табл. 4 вы найдете величины установочных углов лопастей винта в зависимости от удаления сечений от оси вращения и различных величин шага винта.

Если же необходимо вычислить углы установки сечений винта, шага которого нет в таблице, воспользуйтесь формулой

$$H = 2\pi r \operatorname{tg} \varphi.$$

Наивыгоднейший винт

Прежде чем раскрыть смысл понятия «наивыгоднейший винт», рассмотреть особенности его работы и характеристики, необходимо ознакомиться с рядом определений и замечаний из теории винта.

Тяга и мощность идеального винта

Идеальным считают винт, создающий тягу за счет отбрасывания воздуха без закручивания отброшенных частиц и без трения лопастей о воздух.

Пусть скорость перед таким винтом V_∞ , в плоскости вращения винта $V_1 = V_\infty + v_1$, за винтом $V_2 = V_\infty + v_2$, а масса воздуха, проходящая через площадь ометаемого диска, m . Сила тяги идеального винта равна изменению количества движения:

$$P_{\text{ид}} = m (V_2 - V_\infty) = m v_2.$$

Потребляемая мощность идеального винта равна приращению кинетической энергии секундной массы воздуха:

$$N_{\text{ид}} = \frac{m V_2^2}{2} - \frac{m V_\infty^2}{2} = m v_2 \left(V_\infty + \frac{v_2}{2} \right) = P_{\text{ид}} \left(V_\infty + \frac{v_2}{2} \right).$$

Из определения идеального винта мощность, потребляемую им, выразим через секундную работу силы тяги $P_{ид}$ в плоскости вращения:

$$N_{ид} = P_{ид} V_1.$$

Следовательно, $v_1 = \frac{v_2}{2}$, т. е. скорость подсасывания в плоскости вращения винта равна половине скорости отбрасывания за винтом.

Тяга и мощность реального винта

Рассмотрим элемент лопасти любого реального винта, который представляет собой маленькое крыло, работающее в потоке воздуха, как обычное. Хорда профиля этого крылышка — b , размах (длина элемента лопасти) — Δr . При вращении элемента лопасти воздух не только подсасывается со скоростью v_a , но и закручивается со скоростью v_t . Как и всякое крыло, элемент лопасти имеет точку приложения и направление действия результирующей силы ΔR_1 , проекция которой на направление полета даст тягу элемента лопасти ΔP_1 , а на плоскость вращения винта — сопротивление элемента лопасти ΔQ_1 .

Так как ΔP_1 и ΔQ_1 есть проекции результирующей аэродинамической силы ΔR_1 , которая является результирующей и для геометрически сложенных подъемной силы элемента лопасти ΔY_1 и лобового сопротивления ΔQ_{P_1} (лобовое сопротивление элемента лопасти состоит только из профильного сопротивления), то представляется необходимым для дальнейших расчетов определить углы, которые составляет ΔR_1 со своими проекциями ΔP_1 и ΔY_1 , т. е. заординировать местоположение ΔR_1 .

$\operatorname{tg} \mu = \frac{\Delta Q_{P_1}}{\Delta Y_1}$; угол μ лежит между ΔR_1 и проекцией ΔY_1 .

$\operatorname{tg} (\mu + \beta) = \frac{\Delta Q_1}{\Delta P_1}$; угол β лежит между проекциями ΔP_1 и ΔY_1 .

Кроме того, $\operatorname{tg} \beta = \frac{V_1}{r\omega - v_t} \approx \frac{V_1}{r\omega}$,

где V_1 — общая осевая скорость струи в плоскости винта;
 $r\omega - v_t$ — окружная скорость струи без учета скорости закручивания потока.

Мощность двигателя ΔN_1 , затрачиваемая на вращение элемента лопасти реального винта, равна

$$\Delta N_1 = \Delta Q_1 r \omega,$$

где ω — угловая скорость вращения лопасти в радианах в секунду.

Если винт имеет k лопастей, то и силы выделенного элемента вследствие симметрии лопастей следует брать в k раз больше, и поэтому

$$\Delta P = k \Delta P_1;$$

$$\Delta N = k \Delta Q_1 r \omega.$$

Подсчитав значения ΔP и ΔN для ряда выделенных элементов лопасти методом графического интегрирования, можно получить тягу и мощность всего винта.

Импульс силы тяги равен приросту осевой составляющей количества движения воздуха, проходящего через кольцевую струйку шириной Δr , и длиной, равной расстоянию от сечения, расположенного далеко перед плоскостью вращения винта и сечением, расположенным далеко за ней.

Для интервала времени в одну секунду

$$\Delta P = \Delta m V_2 - \Delta m V_\infty = \Delta m v_{a2},$$

где $V_2 = (V_\infty + v_{a2})$ — скорость воздуха за винтом вдоль его оси;
 $\Delta m = 2\rho \pi r \Delta r V_1$ — масса воздуха, проходящая через кольцевое сечение.

По теории идеального винта имеем

$$v_{a1} = \frac{v_{a2}}{2},$$

следовательно, тяга элемента любого реального винта равна

$$-\Delta P = 4 \pi \rho V_1 v_{a1} r \Delta r.$$

Наивыгоднейший винт тот, у которого тяга равномерно распределена вдоль длины рабочей части лопасти. А это значит, что скорость подсасывания v_{a1} вдоль лопасти будет постоянной, т. е. $v_{a1} = \text{const}$. Такое условие и примем в расчетах.

Характеристика режима работы винта по потоку

В теории идеального винта есть формулы для скорости подсасывания v_{a1} и общей осевой скорости струи V_1 в плоскости винта:

$$v_{a1} = V_\infty \left(\frac{-1 + \sqrt{1+B}}{2} \right);$$

$$V_1 = V_\infty + v_{a1} = V_\infty \left(\frac{1 + \sqrt{1+B}}{2} \right),$$

где V_∞ — скорость набегающего потока перед винтом;

$B = \frac{P}{qS}$ — коэффициент нагрузки на ометаемую площадь S ,

q — скоростной напор.

Подставим в формулу для B значения:

$$P = a \rho n^2 D^4, \quad q = \frac{\rho V_\infty^2}{2}, \quad S = \frac{\pi D^2}{4} (1 - \xi^2),$$

где $\xi = \frac{r_0}{r} = 0,25$ — коэффициент нерабочей части лопасти, не создающей тяги; a — коэффициент тяги винта, зависящий от геомет-

при винта, угла установки лопасти φ и других причин; n — число оборотов винта; ρ — плотность воздуха.

$$B = \frac{a \rho n^2 D^4}{\frac{\rho V_\infty^2}{2} \cdot \frac{\pi D^2}{4} (1 - \xi^2)} = \frac{8a}{\pi \lambda^2 (1 - \xi^2)} = 2,72 \frac{a}{\lambda^2}, \text{ где } \lambda = \frac{V_\infty}{nD} -$$

коэффициент.

Тогда будем иметь:

$$v_a = V_\infty \left(\frac{-1 + \sqrt{1 + 2,72a/\lambda^2}}{2} \right);$$

$$V_1 = V_\infty \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 2,72a/\lambda^2}}{2} \right).$$

Характеристика режима работы винта (поступь винта) по потоку в его плоскости вращения будет равна

$$\lambda_a = \frac{V_1}{nD} = \lambda \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 2,72a/\lambda^2}}{2} \right).$$

Тяга и мощность наивыгоднейшего винта

При рассмотрении реального винта была получена формула для тяги элемента лопасти:

$$\Delta P = 4\pi\rho V_1 v_a r \Delta r.$$

Сопротивление элемента лопасти будет равно:

$$\Delta Q = \Delta R_1 \sin(\beta + \mu) = \Delta P \operatorname{tg}(\beta + \mu).$$

Отсюда можно получить следующее выражение для мощности элемента лопасти:

$$\Delta N = \Delta Q r \omega = \Delta P r \omega \operatorname{tg}(\beta + \mu).$$

По формулам тригонометрии тангенс суммы углов представим в виде:

$$\operatorname{tg}(\beta + \mu) = \frac{\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \mu}{1 - \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \mu}.$$

Величина $\operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \mu$, входящая в формулу, мала и для нее можно применить известное правило приближенных вычислений, по которому

$$\frac{1}{1 - k} \approx 1 + k, \text{ где } k = \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \mu,$$

следовательно,

$$\operatorname{tg}(\beta + \mu) = (\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \mu) (1 + \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \mu) =$$

$$= \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \mu + \operatorname{tg}^2 \beta \operatorname{tg} \mu + \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg}^2 \mu.$$

Так как величина угла μ мала, заменим $\operatorname{tg} \mu \approx \mu$, а величину μ^2 не учитываем, тогда

$$\operatorname{tg}(\beta + \mu) = \operatorname{tg} \beta + \mu + \mu \operatorname{tg}^2 \beta.$$

Подставив сюда значение $\operatorname{tg} \beta = \frac{V_1}{r\omega}$, получим

$$\operatorname{tg}(\beta + \mu) = \frac{V_1}{r\omega} + \mu + \mu \left(\frac{V_1}{r\omega} \right)^2.$$

Вследствие допущений погрешность у этих формул очень мала, около 0,1%.

Для мощности, потребляемой элементом лопасти, после подстановки формулы получим выражение

$$\Delta N = \Delta P r \omega \left[\frac{V_1}{r\omega} + \mu + \mu \left(\frac{V_1}{r\omega} \right)^2 \right].$$

Далее сделаем чисто математические преобразования без всяких допущений, т. е. аналитически просуммируем тягу и мощность всех элементов лопасти и приравняем соответственно формулам $P = a r n^2 D^4$ и $N = \beta r n^3 D^5$. Отсюда найдем a и β через характеристику винта по потоку в плоскости винта, характеристику винта по скорости полета и μ . Ввиду относительной сложности этих математических преобразований здесь их делать не будем, а приведем сразу окончательные формулы:

$$a = 1,47 \lambda_a (\lambda_a - \lambda),$$

$$\beta = a \lambda_a + \mu a (2,2 - 0,51 \lambda_a^2).$$

Пользуясь полученными зависимостями, можно рассчитать винт для модели с поршневым двигателем, причем полученные характеристики будут применимы именно для наших чисел $Re = \frac{V_\infty b}{\nu}$ и скоростей.

Порядок расчета наивыгоднейшего винта

Проследим на примере, в какой последовательности следует рассчитывать наивыгоднейший винт.

Дано: мощность двигателя N , число оборотов винта n , скорость полета V_∞ , высота полета H .

Задаемся диаметром винта D .

Ищем: тягу P , развиваемую винтом; к. п. д. винта η , форму лопасти $b = f(r)$ и ее крутку $\varphi = f(r)$.

Ход расчета

Задаемся рядом значений тяги, близких к тяге будущего винта, и подсчитаем коэффициенты тяги

$$a = \frac{P}{\rho n^2 D^4}.$$

Определим соответствующие этим коэффициентам тяги a значения коэффициентов мощности:

$$\beta = a \lambda_a + \mu a (2,2 - 0,51 \lambda_a^2).$$

Подсчитаем примерное число Re будущего винта в сечении $\bar{r} = \frac{r}{r} = 0,5$ и в первом приближении будем считать, что для остальных элементов лопасти оно будет таким же:

$$Re_{\text{сеч}} \approx 69000 b_{\text{сеч}} \sqrt{V_\infty^2 + 4\pi^2 r_1^2 n^2}.$$

Чтобы приближенно найти число $Re_{сеч}$ шириной лопасти $b_{сеч}$, задаемся из статистики.

Кроме того, задаемся профилем будущего винта и с полярью $C_y = f(C_{xp})$ при нашем $Re_{сеч}$ снимаем значение $\mu = \frac{C_{xp}}{C_y}$. Минимальная величина μ будет в точке соприкосновения касательной, проводимой из начала координат к кривой $C_y = f(C_{xp})$. Там же найдем угол атаки α для выбранного $C_y (\lambda = \infty)$.

Строим кривую $a = f(\beta)$. На оси абсцисс откладываем значения коэффициента мощности двигателя $\beta_m = \frac{75N}{\rho n^2 D^5}$ и по кривой $a = f(\beta)$ находим коэффициент тяги a , соответствующий β_m (рис. 19).

Найдем КПД винта:

$$\eta = \frac{a}{\beta m} \lambda.$$

Определим располагаемую тягу:

$$P = \frac{75N \eta}{V_{\infty}}.$$

Перейдем к проектированию лопасти винта по расчетной табл. 5 и выполним чертеж винта.

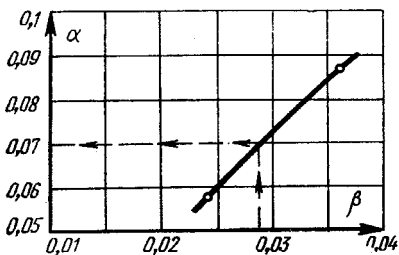


Рис. 19. Построение $a = f(\beta)$ и нахождение a по β

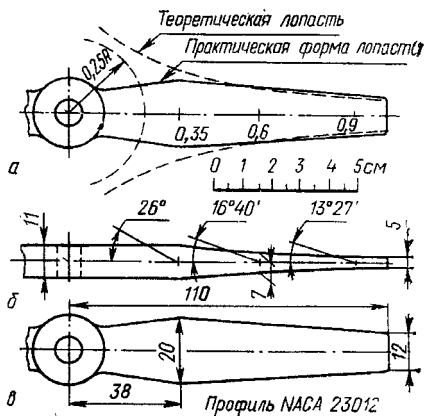


Рис. 20. Чертеж лопасти и наивыгоднейшее строение винта:

a — развертка лопасти; b — шаблон вида сбоку; c — шаблон вида сверху

Расчет формы и кртки лопасти наивыгоднейшего винта

Предварительно рассчитаем следующие величины:

$$v_{a_1} = V_{\infty} \left(\frac{-1 + \sqrt{1 + 2,72a/\lambda^2}}{2} \right); \quad V_1 = V_{\infty} + v_{a_1};$$

$$\omega = 2\pi n.$$

Из характеристик выбранного профиля имеем

$$C_y, \alpha, \mu = 57,3 \mu.$$

Дальнейший расчет сводим в таблицу по образцу табл. 5.

В табл. 5 сделали некоторое упрощение, приравняв $v_{t1} \approx 0$, что внесло небольшую погрешность в наши расчеты. Она будет тем меньше, чем меньше V_∞ и больше число оборотов винта. Но вообще значение v_{t1} подсчитывают просто:

$$v_{t1} = v_a \operatorname{tg} (\beta + \mu) = v_a \left[\frac{V_1}{r \omega} + \mu + \mu \left(\frac{V_1}{r \omega} \right)^2 \right].$$

В более точных расчетах и число сечений берут больше: $r = 0,9; 0,75; 0,6; 0,45; 0,35$.

По данным этой таблицы выполняют чертеж винта (рис. 20). Закон изменения ширины по радиусу получается почти гиперболическим. Начиная с $\bar{r} = 0,3-0,4$, винт настолько широк, что выполнить его таким весьма трудно. Из-за этого на малых радиусах приходится задавать сечениям несколько большие углы, т. е. увеличивать C_y , за счет чего ширину лопасти в этом месте ($\bar{r} = 0,25-0,4$) можно уменьшить. В районе $\bar{r} = 0-0,25$ находится нерабочая часть лопасти, форма и сечение которой зависят от прочности материала винта и вкуса конструктора.

Несколько проще и в то же время изящнее получается винт, у которого гиперболическая форма лопасти заменена трапецевидной. Характеристики винта при этом практически не изменятся.

Пример 1

Дано: мощность мотора $N = 0,25$ л. с., число оборотов винта $n = 217$ об/с, скорость полета $V_\infty = 8$ м/с, высота полета $H = 0$, $\rho = 0,125 \frac{\text{кг} \cdot \text{сек}^2}{\text{м}^4}$. Задаемся диаметром винта $D = 0,22$ м.

Зададимся тягами $P = 0,8; 1,2$ кг и подсчитаем коэффициенты тяги:

$$\alpha = \frac{P}{\rho n^2 D^4} = \frac{0,8}{0,125 \cdot 217^2 \cdot 0,22^4} = 0,058; 0,0872.$$

Найдем соответствующие им коэффициенты мощности. Предположим, что для будущего винта ширина лопасти будет близка к $b_{\text{сеч}} \approx 20$ мм $= 0,02$ м на $r_1 = 0,5$ $r = 55$ мм $= 0,055$ м (число лопастей $k = 2$), подсчитаем число $Re_{\text{сеч}}$.

$$\begin{aligned} Re_{\text{сеч}} &= 69000 b_{\text{сеч}} \sqrt{V_\infty^2 + 4\pi^2 r_1^2 n^2} \\ &= 69000 \cdot 0,02 \cdot \sqrt{8^2 + 4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,005^2 \cdot 217^2} = 104\,000. \end{aligned}$$

Выберем для нашего винта профиль НАСА—23012. Для надежности расчета используем характеристики для числа $Re = 42\,400$.

Получим при $C_y = 0,8$, $\alpha = 7^\circ$, $C_{xp} = 0,028$, $\mu = \frac{C_{xp}}{C_y} = \frac{0,028}{0,8} = 0,036$.

Характеристика режима работы винта по скорости полета

$$\lambda = \frac{V_{\infty}}{nD} = \frac{8}{217 \cdot 0,22} = 0,1675.$$

По потоку в плоскости вращения

$$\lambda_a = \lambda \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 2,72 a / \lambda^2}}{2} \right) = 0,1675 \times \\ \times \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 2,72 \frac{0,058}{0,1675^2}}}{2} \right) = 0,239; 0,341.$$

Коэффициент мощности

$$\beta = a \lambda_a + \mu a (2,2 - 0,51 \lambda_a^2) \approx a (\lambda_a + 2,2 \mu) = \\ = 0,058 (0,299 + 2,2 \cdot 0,036) = 0,0235; 0,03645.$$

Наше приближенное равенство дает высокую точность при $\lambda_a < 0,5$. Строим функцию $a = f(\beta)$ (рис. 19).

Подсчитаем коэффициент мощности мотора:

$$\beta_m = \frac{75N}{\rho n^3 D^5} = \frac{75 \cdot 0,25}{0,125 \cdot 217^3 \cdot 0,22^5} = 0,0287.$$

Снимем с графика (рис. 19) соответствующие ему $a = 0,07$. Найдем КПД винта:

$$\eta = \frac{a}{\beta_m} \lambda = \frac{0,07}{0,0287} 0,1675 = 0,408.$$

КПД получился низкий из-за большей нагрузки на ометаемую площадь:

$$B = 2,72 \frac{a}{\lambda^2} = 2,72 \frac{0,07}{0,1675^2} = 6,78.$$

Подсчитаем тягу

$$P = \frac{75N \eta}{V_{\infty}} = \frac{75 \cdot 0,25 \cdot 0,408}{8} = 0,955 \text{ кг}.$$

Перейдем к проектированию лопасти винта (см. табл. 5). Выполним чертеж развернутой лопасти и построим шаблоны видов винта сбоку и сверху (см. рис. 20).

Пример 2

Сделаем расчет винта большого диаметра и посмотрим, какую выгоду можно получить от увеличения диаметра и какие трудности могут при этом встретиться.

Примем диаметр винта $D = 0,3$ м, профиль такой же, как и в предыдущем примере (NACA—23012; $C_y = 0,8$; $C_{xp} = 0,036$; $\alpha = 7^\circ$). Задаемся $P = 1,2$; 1,6. Найдем:

$$a = 0,0252; 0,1333, \quad \lambda = 0,123, \quad \lambda_a = 0,205; 0,224, \quad \beta = 0,00712; 0,01, \\ \beta_m = 0,00605, \quad a = 0,0242, \quad \eta = 0,5075, \quad P = 1,15 \text{ кг}.$$

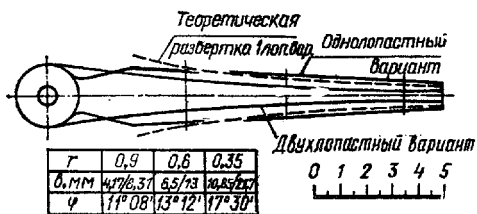


Рис. 21. Развертка лопасти винта диаметром 0,3 м для мотора мощностью 0,25 л.с. (185 Вт) и частотой вращения 13 000 об/мин (в двухлопастном и однолопастном вариантах)

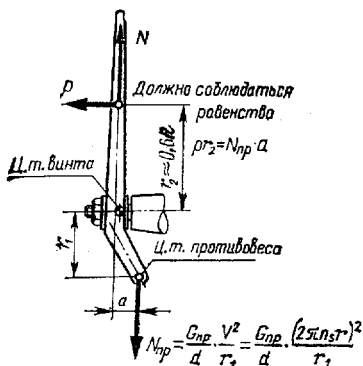


Рис. 22. Уравновешивание однолопастного винта

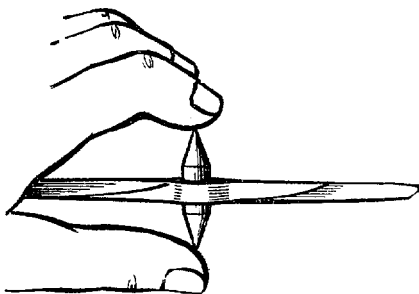


Рис. 23. Балансировка винтов

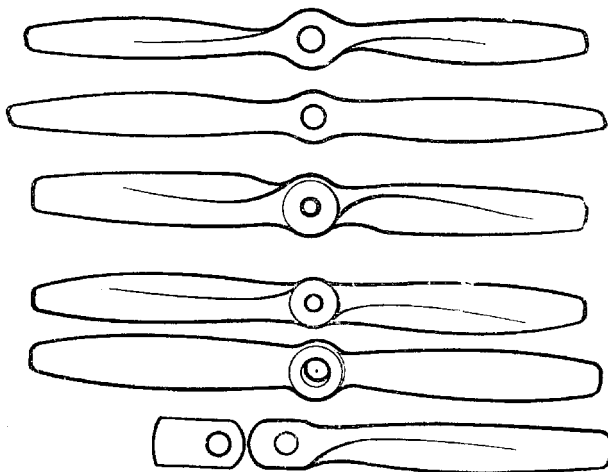


Рис. 24. Разновидности воздушных винтов

Лопасть получится слишком узкой. Но такой винт все-таки можно сделать, если всю ее ширину сосредоточить в одной лопасти. Однолопастный винт можно сбалансировать противовесом, а чтобы компенсировать момент от тяги лопасти относительно втулки винта, сместить противовес несколько назад. При этом тягу винта можно считать приложенной на 0,6 г. Исходя из этого, легко рассчитать смещение противовеса (рис. 22).

Данная книга является частью монографии автора, в которой описаны все этапы работы над проектом. В ней приведены все материалы, использованные автором, а также все комментарии, сделанные им в процессе работы над проектом. Книга предназначена для широкого круга читателей, интересующихся проблемами культуры и искусства.

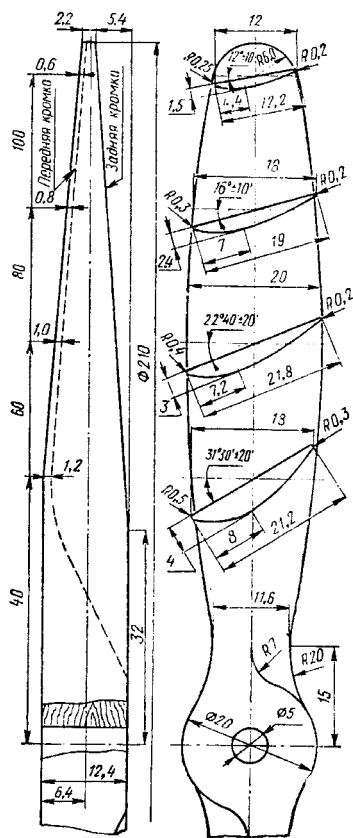


Рис. 26. Стандартный винт диаметром 210 мм (шаг 100 мм)

пасти возрастет. Такой винт может оказаться даже выгоднее на малых скоростях.

На рис. 23 приведен пример простейшей балансировки винта в любых условиях. На рис. 24 показаны некоторые разновидности винтов, применяемых на современных моделях.

На моделях можно применять и стандартные деревянные винты, выпускаемые промышленностью; их чертежи приведены на рис. 25 и 26.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАПУСКА МОДЕЛЕЙ

Катушки для сматывания корды

Постройка модели завершается ее первым запуском. Для этого вам понадобятся несложные приспособления. Прежде всего сделайте катушку, предназначенную для многократной эксплуатации корды. Ее можно выточить из пенопласта на токарном станке или сделать из фанеры толщиной 2—3 мм (рис. 27).

Нарисуйте на листе три кольца: два одинаковых, а третье поменьше, как показано на чертеже. Затем все эти кольца аккуратно выпиливаются лобзиком по разметке, склеиваются между собой эпоксидной смолой и прижимаются струбцинами или прищепками до полного отверждения клея.

После этого катушку необходимо аккуратно зачистить напильником и наждачной бумагой.

В готовой катушке шлицовкой пропиливаются два паза для заземления в них корды при сматывании. И в заключение катушку следует покрыть жидким эмалитом и нитрокраской.

Если вы сделаете по катушке на каждую модель, то пронумеруйте их 1, 2, 3, 4., чтобы не перепутать во время сцепления корды с моделью. На рис. 28 показан еще один вариант катушки для сматывания корды.

Ручка управления

Она по праву считается одним из ответственных элементов системы управления моделью, поэтому стоит проявить особую тщательность и аккуратность в ее изготовлении. Сделать ее можно из дерева, фанеры или пластмассы. Важно, чтобы толщина заготовки была не менее 15 мм, в противном случае ручка будет неудобной. После разметки заготовки, как показано на чертеже, ручка выпиливается по контуру (рис. 29) и в ней просверливаются отверстия под тросик или экранированную проволоку (рис. 30). Далее ручка подгоняется по руке и зачищается наждачной бумагой. Верхнюю часть ручки желательно покрыть красной эмалью, чтобы во время весьма скоротечного воздушного боя случайно не перевернуть ее. В этом случае модель упадет на землю. Всю ручку желательно покрыть предохранительным антиметаноловым лаком. После этого в отверстие вставляется тросик, на концы кото-

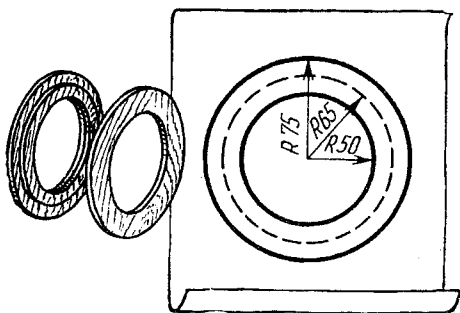


Рис. 27. Изготовление катушки для сматывания корды

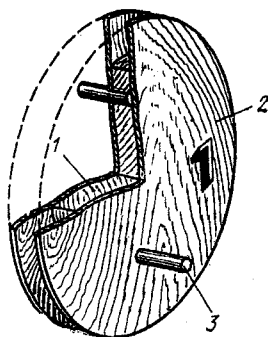


Рис. 28. Катушка:
1 — пенопласт; 2 — фанера;
3 — буковые штыри

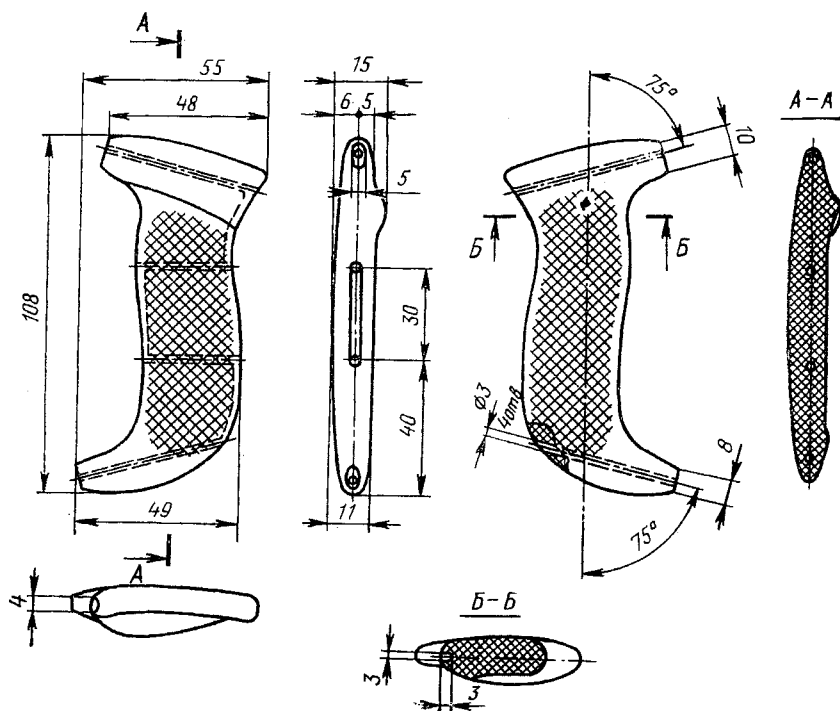


Рис. 29. Ручка управления моделью

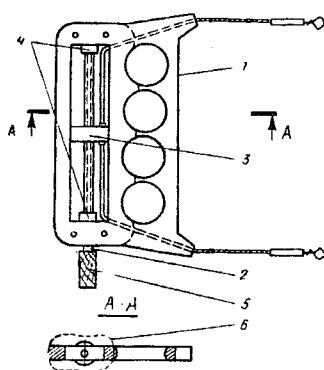


Рис. 30. Варианты ручек управления моделями:

1 — корпус; 2 — резьбовая шпилька; 3 — ползун; 4 — упорная шайба; 5 — контрольная гайка; 6 — накладка ручки; 7 — хлорвиниловая трубка; 8 — шурупы; 9 — основание ручки; 10 — капроновый шнур; 11 — карабин

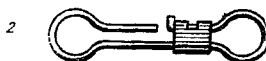
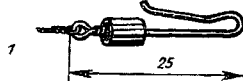
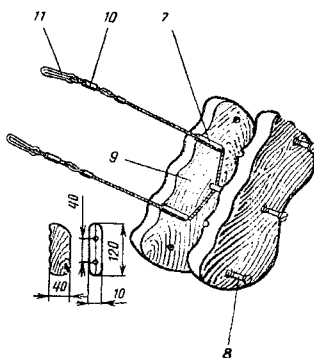


Рис. 31. Карабины:

1 — несъемный; 2 — съемный

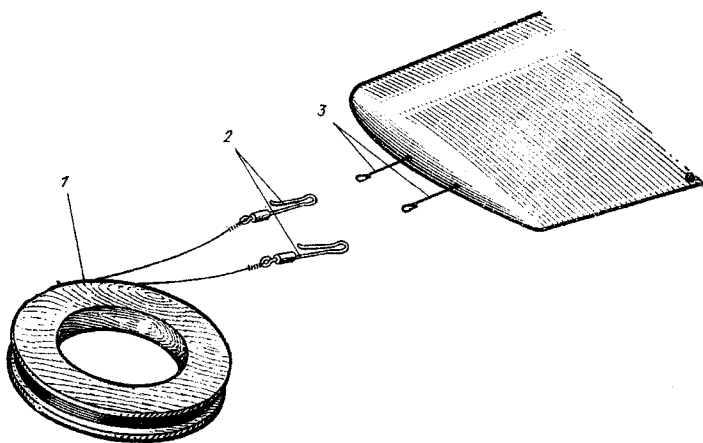


Рис. 32. Способы соединения модели с кордами:

1 — катушка; 2 — карабины; 3 — выводы управления

рого припаиваются карабины (рис. 31), а сверху на них надевается предохранительная трубка.

Ручка такой конструкции универсальна, она позволяет осуществлять перетяжку корды. Как это понимать? Дело в том, что сделать две абсолютно одинаковых корды невозможно. Из-за этого после монтажа всей системы управления может оказаться, что ручка управления стоит не совсем ровно, и вам в полете неудобно будет ее держать. Исправить это несложно. Перетяните тросик ручки так, чтобы руль высоты у модели располагался горизонтально при вертикальном положении ручки, удобном для вашей кисти. В этом немалая доля успеха при пилотировании модели.

Способ соединения модели с кордами

Одним из важных факторов безопасности полета является способ соединения корды с моделью. Как известно, при полете модели возникает вибрация; она вызывается плохо сбалансированным винтом, некачественным покрытием модели, а также кордом. Соединение само по себе должно быть разъемным, а тщательность его изготовления максимальной. Карабины следует выгибать из проверенной проволоки ОВС $\varnothing 0,8$ мм с последующей термообработкой — нормализацией проволоки. Фиксирующее кольцо можно изготовить из трубки с внешним диаметром 3 мм и внутренним — 2 мм (рис. 32).

Карабины должны быть припаяны или к выходным тросикам на модели, или же к кордам управления моделью.

Стыковка корды или троса с карабином осуществляется следующим образом. Проволока, которая применяется для корды,

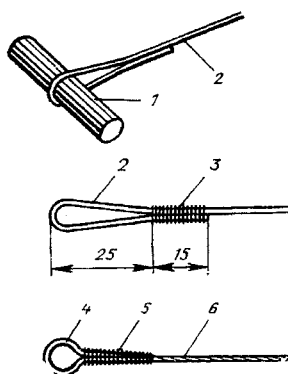


Рис. 33. Способы заделки корды или троса:

1 — оправка диаметром 2 мм; 2 — корда диаметром 0,3 мм; 3 — концевочная медная проволока, запаянная оловом; 4 — трубка; 5 — шелковая нить, проклеенная эма-
том; 6 — трос диаметром 0,3 мм

обычно подкалена и для правильного ее загиба необходимо взять оправку — отрезок проволоки или сверло $\varnothing 2$ мм, в противном случае проволока сгибается под острым углом и в дальнейшем может сломаться (рис. 33). Получившуюся петлю в месте соприкосновения двух нитей корды необходимо обмотать тонкой мед-

ной проволокой и тщательно пропаять, затем промыть мыльным раствором и смазать машинным маслом. Не рекомендуется заделывать корду, закручивая ее, такое соединение ненадежно — в конце концов модель оторвется. Заделку троса лучше всего сделать так: подберите подходящую по диаметру трубку и отрежьте от нее кусочек, которого должно хватить на петлю. Далее тросик продевается во внутрь трубочки и с ней загибается на оправке и заделывается как и корда.

Такие соединения наиболее надежны и просты в эксплуатации.

Приспособление для запуска моделей без помощника

Нередки случаи, когда помощники не могут присутствовать с вами при запуске модели. Для запуска модели без механика можно изготовить приспособление, способное удерживать, а затем по вашей команде выпустить модель в полет. Это так называемый автостарт (рис. 34).

Приспособление состоит из основания, толстых боковых стенок и передней стенки с захватом. Основание — из фанеры толщиной 6—8 мм, с правой стороны (см. спереди) к нему крепится сосновый брусок толщиной 30—40 мм, необходимый для создания крена модели, поскольку пилот держит ручку управления выше уровня приспособления, и перекося модели может привести к нечеткому срабатыванию механизма. В четырех точках основания необходимо вклеить острые шпильки, которые будут фиксировать приспособление на земле. Боковые панели можно сделать из толстого пенопласта. Паза под крылья модели вырезаются с некоторым зазором. На боковинах можно сделать еще и вырезы для запасной модели.

Передняя панель — из фанеры толщиной 8 мм, на ней монтируется механизм зажима. Устроен он следующим образом. К мотораме модели или к двигателю прикрепляется пластина с отверстием, а на переднюю панель — кронштейн со шпилькой под отверстия в пластине и рычаг, фиксирующий положение пластины. Рычаг подпружинен, чтобы модель не могла произвольно сойти с кронштейна. Жесткость пружины подбирается такой, чтобы модель удерживалась на шпильке. К рычагу присоединяется проводочная тяга, как бы удлиняющая рычаг.

Соберите приспособление, окрасьте ее и покройте устойчивым лаком. Первые старты произведите с максимальной осторожностью. Приспособление устанавливайте на ровное место с коротким травяным покровом, чтобы корды не цеплялись за траву.

Итак, запуск. Установите модель на приспособление, возьмите ручку управления и найдите наиболее благоприятное положение для старта, т. е. встаньте перпендикулярно к боковой панели, чтобы ничто не мешало кордам и модели. После этого, плавно потянув на себя корды, выводите модель из зацепления, но так, чтобы она оставалась почти на месте и не выскакивала из при-

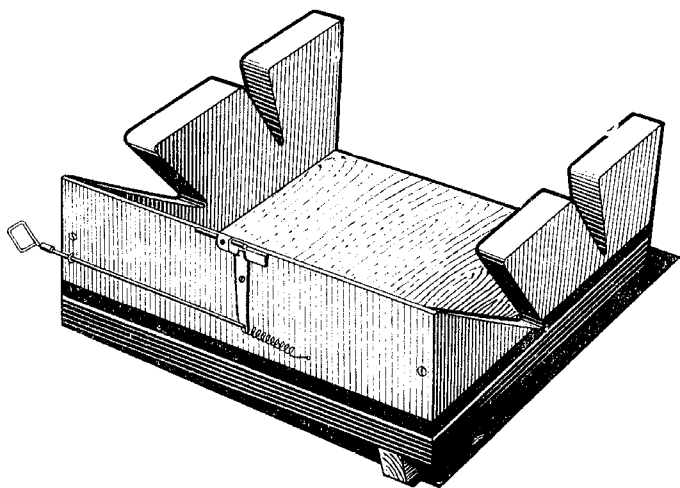


Рис. 34. Приспособление для запуска моделей без помощника

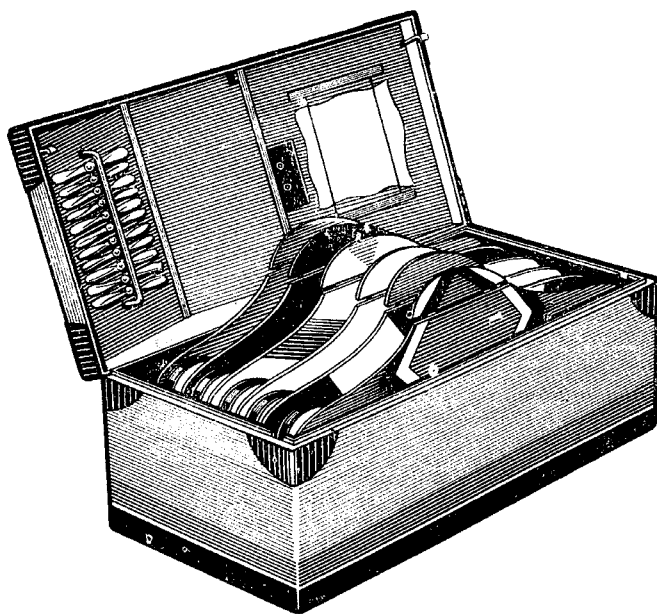


Рис. 35. Транспортный ящик

способления. Теперь, когда модель заведена, вставьте ее в приспособление, подойдите к ручке управления, осторожно возьмите ее в руку, руль управления поставьте в нейтральное положение, а затем плавно потяните корды на себя и модель взлетит. После нескольких таких взлетов у вас появится уверенность в каждом полете.

СПОСОБ ТРАНСПОРТИРОВКИ МОДЕЛЕЙ

К местам соревнований или тренировок модель лучше всего доставлять в специальном транспортировочном ящике (рис. 35).

Что же представляет из себя такой ящик? Его стенки, дно и крышка — из фанеры толщиной 1,5—2 мм. На дне ящика закреплены специальные ложементы для моделей. Располагать модели надо так, чтобы они не соприкасались друг с другом во время перевозки, иначе выступающие острые детали одной могут помять или испортить поверхность других моделей. Ложементы вырезаются из легкого пенопласта. Пазы под модель проложите поролоном.

В нижней части ящика между ложементами можно вставить продолговатую ванночку из жести толщиной 0,3 мм; она необходима для сбора масла и топлива, которое будет капать из двигателя.

Теперь изготовьте ложементы под катушки корд. Расположить их можно между крыльев. На крышке ящика можно закрепить запасные винты для моделей. Делается это так. Берется брусок сечением 10×20 мм, длина его будет зависеть от количества запасных винтов и от габаритов ящика. В нем через определенное расстояние сверлятся такие же, как и в винтах, отверстия. Из бука или дюралюминия вытачиваются штыри и вклеиваются в брусок — на них можно будет нанизывать винты. В торцы бруска вбивается по гвоздику; на них натягивается резинка, фиксирующая винты на штырях. Приспособление вклеивается во внутреннюю левую часть крышки. В правой же части крышки можно расположить секундомер, тряпочки или салфетки для протирки моделей. Чтобы ящик имел хороший вид, его лучше покрыть нитрокраской.

УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС ФИГУР

Построена модель, прошли первые запуски, первые удачные полеты, участие в первом спортивном состязании. Теперь надо подумать о приобретении определенных навыков в пилотировании. Хорошие результаты дает отработка неполного комплекса фигур, предназначенного для пилотажных моделей (рис. 36). Выполняя наиболее трудные фигуры пилотажа, вы научитесь видеть сферу полета примерно так же, как шахматист видит игру на несколько ходов вперед.

При ведении боя необходимо помнить, что существует, напри-

мер, опасность полета у земли. Периодически повторяя определенные фигуры, вы приобретете навык и автоматизм пилотирования. Хотелось бы отметить, что при выполнении определенных фигур и низкого выхода у земли представляется возможность уйти от преследования соперника; ведя модель за вами следом, он не

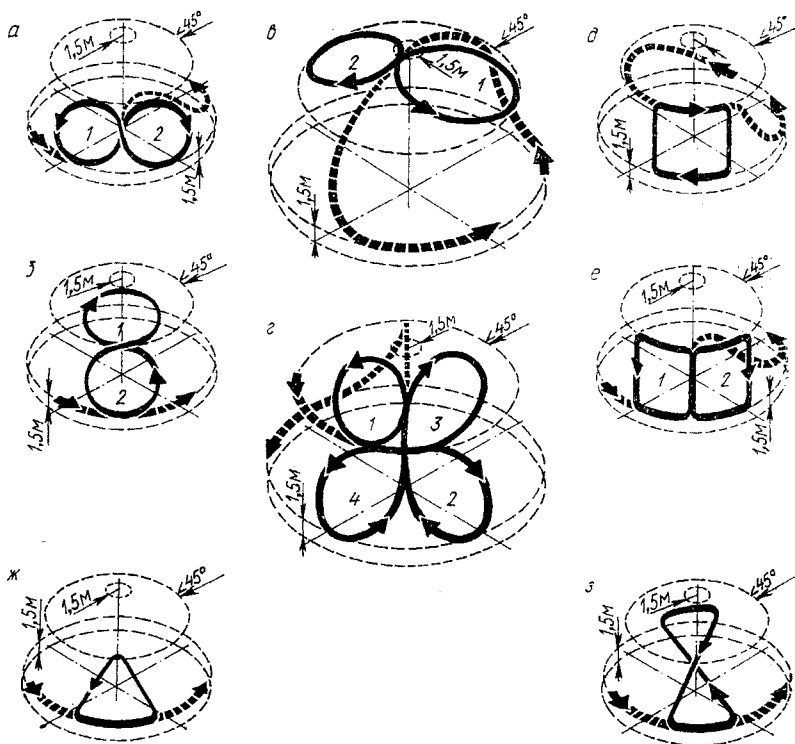


Рис. 36. Учебный комплекс фигур пилотажа моделей воздушного боя:

а — горизонтальная восьмерка; б — вертикальная восьмерка; в — восьмерка над головой; г — две перекрещивающиеся восьмерки; д — обратные квадратные петли (радиус в углах 1,5 м); е — квадратная восьмерка; ж — треугольные петли (радиус в углах 1,5 м); з — песочные часы (радиус в углах 1,5 м)

успеет отреагировать на этот маневр, и ему придется уйти в другую сторону и начать все сначала, но, как правило, вы сможете сделать это раньше. Эти действия надо отрабатывать на тренировках не один десяток раз, если вы хотите достигнуть хороших результатов. Разучив комплекс фигур, вы сможете как бы «рисовать» ваш полет, сможете подстраиваться к сопернику из неудобных для него положений. Во время выполнения фигур пробуйте несколько фигур соединять в одну сложную. Учитесь комбинировать, это существенно улучшит класс вашего полета.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОДЕЛЕЙ

При полетах больших пассажирских, транспортных и военных самолетов строго соблюдаются наставления по производству полетов. Невыполнение инструкции может привести к повреждению летательного аппарата и даже к печальному исходу. То же самое может произойти и в малой авиации, несмотря на то что она малая. Поэтому необходимо соблюдать все правила и рекомендации, а также дисциплину при эксплуатации и запусках моделей.

Рабочее место

Изготовление модели происходит на рабочем столе, поэтому стол всегда должен быть чистым, на нем не должно находиться никаких лишних предметов, которые бы затрудняли работу над моделью. Инструменты должны быть острыми, чистыми, для каждого должно быть отведено свое определенное место — ячейка или ложемент. Материалы для постройки моделей и ее механизмов должны храниться в шкафах и на полках. Герметично закупоренные клеи, смолы, лакокрасочные материалы, а также горючие и смазочные материалы для микродвигателей должны храниться в железных шкафах, вдали от нагревательных приборов, радиаторов отопления, а также проводов электросети.

Подготовка к запуску

Успешным запускам моделей в немалой степени способствует правильная подготовка к ним. Начать следует с изготовления специального стартового ящика. В нем должны быть ячейки для инструмента, горючего, заправочной колбы, аккумуляторов и катушек для сматывания корд.

Топливную смесь для микродвигателей необходимо готовить в строгом соответствии с пропорциями, указанными в паспорте двигателя. Приготовление топлива должно происходить в хорошо проветриваемом помещении, а лучше на свежем воздухе.

Запуск моделей

Кордовая модель воздушного боя связана во время полета с пилотом тонкой стальной проволокой $\varnothing 0,3$ мм. Перед полетом ее необходимо тщательно осмотреть — нет ли на ней изгибов и петель. Затем всю систему управления обязательно проверяют на прочность — механик удерживает модель за силовую часть, а пилот несколько раз с усилием в 5—8 кг натягивает всю систему управления, работая рулем глубины.

Тщательно осмотрите площадку, на которой будет производиться запуск моделей. Площадка должна быть ровной и достаточно большой, на ней не должно быть кустарника и деревьев. Категорически запрещается запускать модели вблизи высоко-

вольтных линий, это может закончиться печально для вас. Лучше всего производить запуск на кордодроме с травяным покрытием (рис. 37). Если такого поблизости нет, создавать безопасные условия полета придется самим: надо предупредить зрителей, чтобы они отошли на 5—10 м от площадки, где проводится запуск.

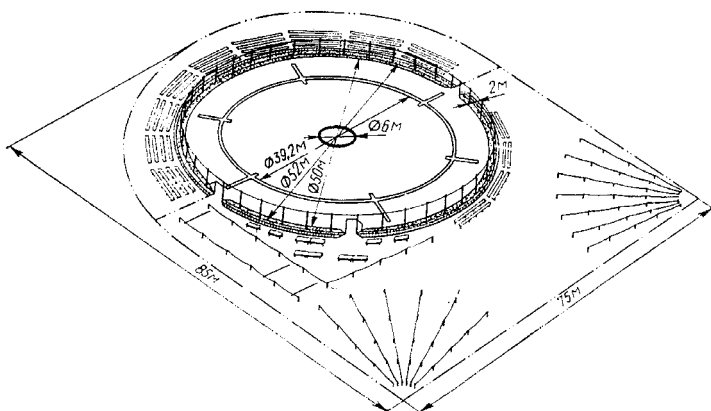


Рис. 37. Типовой проект кордодрома

Также категорически запрещается кому-либо подходить к действующей модели с горящей сигаретой, даже если модель не задействована в запуске.

После запуска микродвигателя запрещается находиться в плоскости вращения винта. При посадке модели будьте особенно внимательны и посмотрите, не зашел ли кто-либо из зрителей в круг полета модели. Если это произошло, модель необходимо посадить до ее приближения к человеку.

И все же, даже зная эти правила, постройку и запуск моделей лучше всего производить организованно с руководителями кружков, которые в любую минуту могут помочь вам и подсказать, как правильно организовать это сложное дело.

Глава II.

СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ И ИХ УСТРОЙСТВО

Популярность моделей воздушного боя возрастает с каждым годом. Отношение ребят к этому виду авиамоделизма особое. Истоки такого внимания и интереса — в прочитанных книгах о наших прославленных летчиках — Покрышкине А. И., Кожедубе И. Н. и многих других. Эти люди приумножали и приумножают заслуги нашей авиации.

Сейчас трудно ответить на вопрос, где появился воздушный бой моделей. Предполагают, что это произошло в Англии. Стабильные выступления спортсменов Великобритании на протяже-

нии ряда лет позволяют считать английских воздушных «бойцов» одними из самых сильных в мире.

В первых моделях воздушного боя объем цилиндра двигателя не ограничивался, и в бою могли встретиться модели с неодинаковыми моторами.

Бой не всегда выглядел красочным и зрелищным. Посудите сами, модели с более мощными двигателями летели гораздо быстрее моделей с маломощными двигателями, и это приводило к столкновениям, после чего от моделей оставались одни обломки. Поэтому и возникла необходимость создания комплекса требований, послужившего основой правил проведения соревнований.

Совершенствовались и модели воздушного боя. Их форма стала более обтекаемой, все чаще применялась «самолетная» схема. Совершенствовалась и конструкция двигателей. Становилась лучше продувка, а значит, возрастала их мощность, росли обороты и коэффициент полезного действия винта. В результате скорости моделей увеличились, а, как известно, при большой скорости их маневренность становится хуже. Увеличение скорости породило одно из порочных направлений в тактике ведения воздушного боя. Все искусство заключалось в том, чтобы действиями своей модели прижать модель соперника к земле и тем самым ограничить его способность свободно маневрировать в отведенном пространстве. Практически выигрывал тот, у кого была более скоростная модель.

Существуют такие физические параметры, как скорость, площадь, вес, аэродинамическая нагрузка и мощность двигателя, а также маневренность. Они тесно взаимосвязаны между собой, и одна из самых трудных задач авиамоделиста — подобрать их величины так, чтобы одни способствовали росту других. Все это требует знания математики и физики, фундамент которых закладывался еще в средней школе, а также аэродинамики, динамики полета, конструирования и расчетов на прочность.

В отличие от других видов авиамодельного спорта в нашей стране соревнования по воздушному бою до 1968 г. проводились по олимпийской системе с выбыванием спортсмена из соревнований. Жребий редко приводил к встрече одних и тех же спортсменов даже на протяжении ряда лет. В 1968 г. система проведения соревнований была изменена. Теперь каждый спортсмен проводил по два предварительных боя, очки за которые шли в зачет команде. Но эта система также была не очень удобна, и в дальнейшем за основу были приняты правила Международной Федерации авиационного спорта (ФАИ), правда, с некоторыми добавлениями. Сейчас правила проведения соревнований в СССР в достаточной степени совершенны, и по ним успешно проводятся соревнования.

В настоящее время существует множество различных конструкций моделей воздушного боя, на которых можно успешно соревноваться. Анализируя путь, пройденный авиамодельным спор-

том в классе моделей воздушного боя, мы остановимся на наилучших схемах моделей советских и зарубежных спортсменов.

Статистика показала, что на протяжении многих лет чемпионы СССР менялись почти ежегодно. Но были и такие, которые сумели не один раз стать чемпионами. В этом нетрудно убедиться, просмотрев статистику от 1960 г. до настоящего времени (табл. 6). Так, трижды чемпионом становится В. Литвинов (команда Москвы), также трижды победы добился А. Дубинецкий — представитель команды РСФСР. Очевидно, что в то время модели В. Литвинова и А. Дубинецкого являлись одними из лучших. Но успех заключался еще и в хорошей подготовке спортсменов к соревнованиям, в удачной жребии, который определяет порядок выступления на соревнованиях.

Быстро, очень быстро развивается спортивная техника. В последующие годы появляется новое направление в технике авиамоделизма: широко внедряются закрылки, появляется схема «летающее крыло», а затем и «ласточкин хвост».

В этой книге типы моделей подобраны таким образом, чтобы и начинающие спортсмены-школьники, и мастера спорта могли подобрать для себя конструкцию в зависимости от своих возможностей.

ТРЕНИРОВОЧНЫЕ МОДЕЛИ

Модель типа «летающее крыло»

Эту модель можно собрать из самых распространенных материалов, она очень проста в изготовлении, доступна для постройки школьникам и начинающим спортсменам.

Модель рассчитана на микродвигатели «Ритм», МК-12В, КМД-2,5, ЦСТКАМ-2,5 Д (рис. 38). Для этой модели подойдет пластмассовый или деревянный (промышленного изготовления) воздушный винт.

Прежде всего необходимо вычертить модель в масштабе 1:1.

Раму (рис. 39) выпиливают из сосны или липы и облегчают. Затем эпоксидной смолой с боков к фюзеляжу приклеивают фанеру толщиной 1,5 мм. После отверждения смолы фюзеляж обрабатывают по контуру. Далее вырезают нервюры, а в мотораме сверлят отверстия под крепеж двигателя. В боковине фюзеляжа также сверлят отверстия под лонжероны и распиливают их квадратным надфилем по размерам поперечного сечения лонжерона. Калиброванные лонжероны лучше всего делать с помощью протяжки. Для нее потребуются ровная доска размером 150×200 мм, несколько полосок фанеры толщиной 1 мм, 1,5 мм, 2 мм; размер каждой — 20×200 мм. Они понадобятся для подбора сечения лонжерона. Для протяжки вам потребуются еще и упоры 20×20×30 мм из бука или граба. Имея такой набор, можно легко настроить приспособление на нужную толщину лонжерона, затем прибить стопку фанерных полосок к доске с промежутком в 10÷15 мм, а на концах набора фанерок установить и прибить упоры. Доска в свою

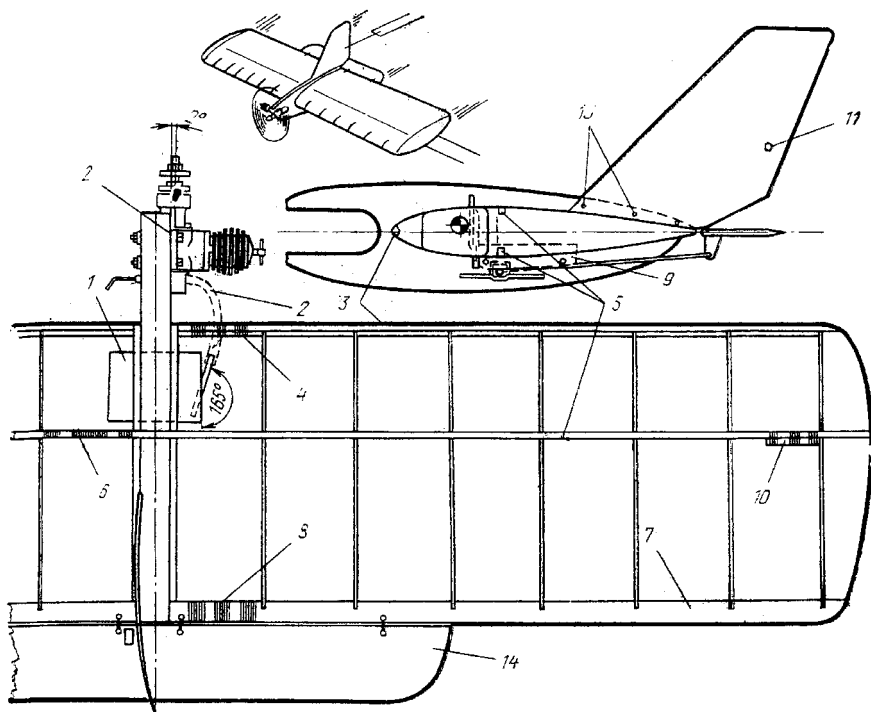


Рис. 38. Учебная модель типа «летающее крыло»:

1 — бак; 2 — трубка для горючего; 3 — передняя кромка; 4 — место соединения передней кромки; 5 — лонжероны; 6 — место соединения лонжеронов; 7 — задняя кромка; 8 — место соединения задней кромки; 9 — фанерка выхода корды относительно крыла; 10 — свинцовый груз (20 г); 11 — отверстие для крепления нитки ленты; 12 — шайбы; 13 — гвозди; 14 — руль глубины

очередь прикрепляется к столу или верстаку. Чтобы сделать заднюю кромку, набор фанерок по сечению лонжерона прибивается на краю доски (основания) с одной стороны, таким образом получается зауженная к задней части кромка. Далее в промежуток между наборами фанерок вкладывается заготовка лонжерона. Сверху на лонжерон ставится рубанок и прижимается к упорам. Калибровать лонжероны лучше всего вдвоем. Один слегка прижимает сверху рубанок, а второй, взявшись за лонжерон двумя руками, быстро, но равномерно вытягивает лонжерон из протяжки. Проследите, чтобы калибровка лонжерона происходила по слою, а не против него, в противном случае лонжерон потеряет свои прочностные свойства и даже сломается. На протяжке кроме лонжеронов калибруют и заднюю кромку крыла. В задней кромке крыла ножовочным полотно или тонкой пилкой пропиливают пазы для нервюр. Готовые кромки и лонжероны вставляют в приготовленные заранее пазы фюзеляжа, а заднюю кромку укрепляют на клею (рис. 40), после чего приступают к изготовлению нервюр. Шаблон

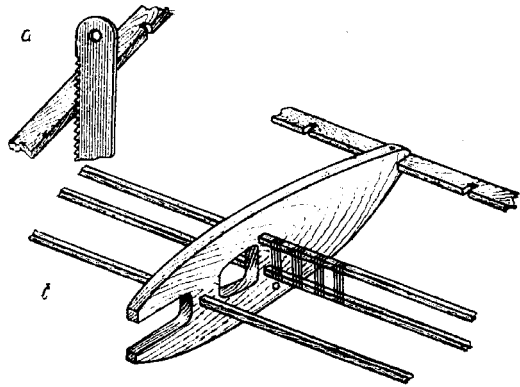


Рис. 40. Сборка силового узла модели:
а — пропиливание пазов в задней кромке; б — установка на фюзеляже кромок и лонжеронов

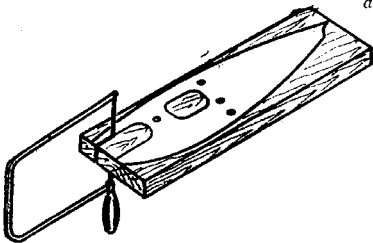


Рис. 39. Изготовление подмоторной рамы

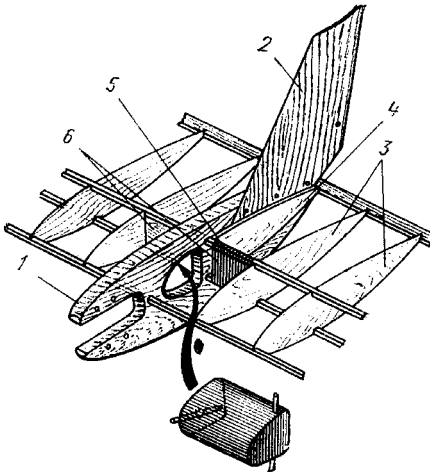


Рис. 41. Установка киль и нервюр крыла:

1 — моторама; 2 — киль; 3 — нервюры; 4 — корневая поднервюра; 5 — место соединения лонжеронов; 6 — вкладыш

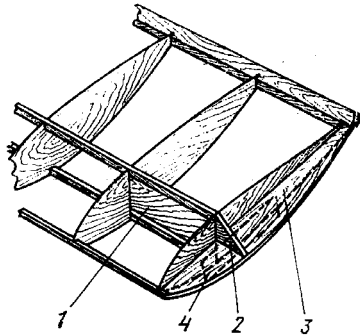


Рис. 42. Установка законцовок крыла:

1 — вкладыш; 2 — уголки; 3 — законцовки крыла; 4 — направляющая фанера

нервюры накладывают на фанеру толщиной 1,5 мм, обводят по контурам и выпиливают. Имеет смысл выпиливать на 1—2 нервюры больше, чем надо, так как при дальнейшей обработке можно по неопытности сломать их. Нервюры собираются в пачку на двух шпильках, обрабатываются по контуру, под лонжероны выпиливают пазы. Затем пачки разбирают, нервюры нумеруются 1, 2, 3, 4... Цифры лучше писать в том месте, где нет вырезов для облегчения. Далее нервюры облегчают, при этом под лонжеронами должна оставаться нетронутая фанера. И в заключение — тщательная обработка наждачной бумагой.

Следующий этап — сборка каркаса модели. Нервюры устанавливают по чертежу (рис. 41) и скрепляют конструкцию клеем. Между полками лонжерона, в центре и на концах крыла (рис. 42) вклеивают вкладыши, уголки и законцовки крыла из липы. С двух сторон фюзеляжа укрепляют на клею две полунервюры, а в задней части фюзеляжа — предварительно вырезанный и обработанный (из липы или фанеры) киль.

Бачок для горючего — из жести толщиной 0,25—0,3 мм (рис. 43), он устанавливается и закрепляется внутри фюзеляжа. На руле высоты (липа или фанера), устанавливают кронштейн (рис. 44). Руль высоты прикрепляют к задней кромке крыла капроновой леской (рис. 45). Затем изготавливают детали механизма управления рулем высоты и тягу из спицы и устанавливают эти детали на модель: прикрепляют кронштейн к фюзеляжу, на кронштейн привинчивают болтом трехплечий рычаг. К первой нервюре внутреннего (левого) конца крыла прикрепляют направляющую пластинку из фанеры, которая необходима для поддержания нитей корды (рис. 46). Качалку руля высоты соединяют с трехплечным рычагом проволоочной тягой (спицей).

К лонжерону в концевой части правой половины крыла надежно прикрепляют свинцовый груз массой 20 г: его сначала обматывают нитками, а затем вклеивают в отведенное для него место.

После сборки всю конструкцию обрабатывают шкуркой, крыло модели оклеивают микалентной или длинноволокнистой бумагой. В заключение всю модель несколько раз покрывают нитролаком.

Аккуратно собранная модель не нуждается в специальной регулировке. Необходимо лишь убедиться в отсутствии перекосов у крыла и руля высоты.

Ось двигателя, установленного на модель, должна быть смещена вправо на 2—3° за счет подкладывания регулировочных шайб, а задняя кромка киля отогнута вправо для лучшего натяжения корды в полете. В верхней части киля модели должно быть отверстие Ø5 мм для закрепления нитки бумажной ленты во время ведения воздушного боя.

Корду продевают в отверстие направляющей планки и прикрепляют к двум концам трехплечего рычага. Два других конца корды прикрепляют к ручке управления. Для проверки системы

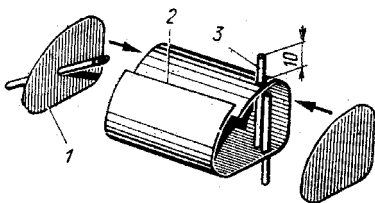


Рис. 43. Изготовление бачки:
1 — жесты; 2 — место пайки каркасов;
3 — медная трубка

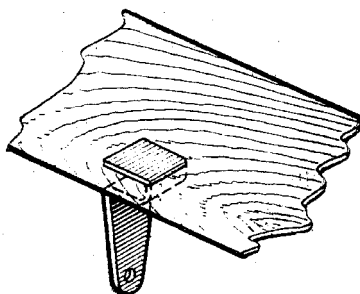


Рис. 44. Крепление качалки руля высоты

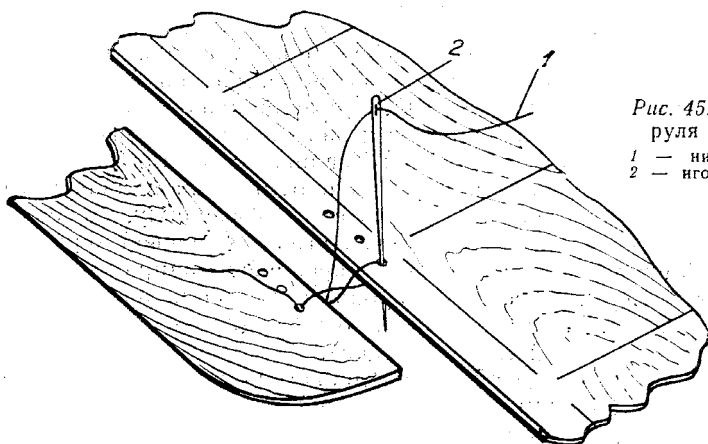


Рис. 45. Крепление руля высоты:
1 — нитка (леска);
2 — иголка швейная

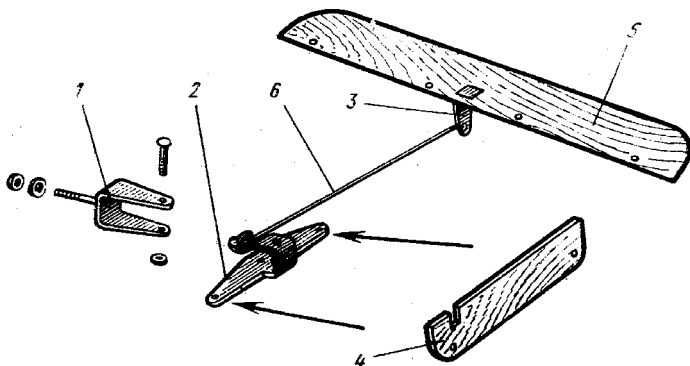


Рис. 46. Компонировка деталей механизма управления рулем высоты:
1 — кронштейн; 2 — трехплечевая качалка; 3 — качалка на руле высоты; 4 — направляющая пластина; 5 — руль высоты; 6 — тяга (спица)

управления руль высоты необходимо поставить в нейтральное положение, при этом ручка управления в вытянутой руке должна быть вертикальной. Затем надо проверить систему на прочность. Для этого необходимо взять модель за фюзеляж, натянуть корду за ручку управления и поработать рулем высоты вверх и вниз. Двигатель на модель укрепляют четырьмя трехмиллиметровыми болтами с цилиндрической головкой длиной 30 мм.

Карбюратор двигателя с патрубком топливного бака соединяют прозрачной хлорвиниловой трубкой. Особое внимание обратите на герметичность этого соединения. Шасси модель не имеет, поэтому ее запускают с рук.

Модель типа «рама»

Двухбалочная модель воздушного боя (рис. 47) проста по конструкции, изготавливается из недефицитных материалов. Она

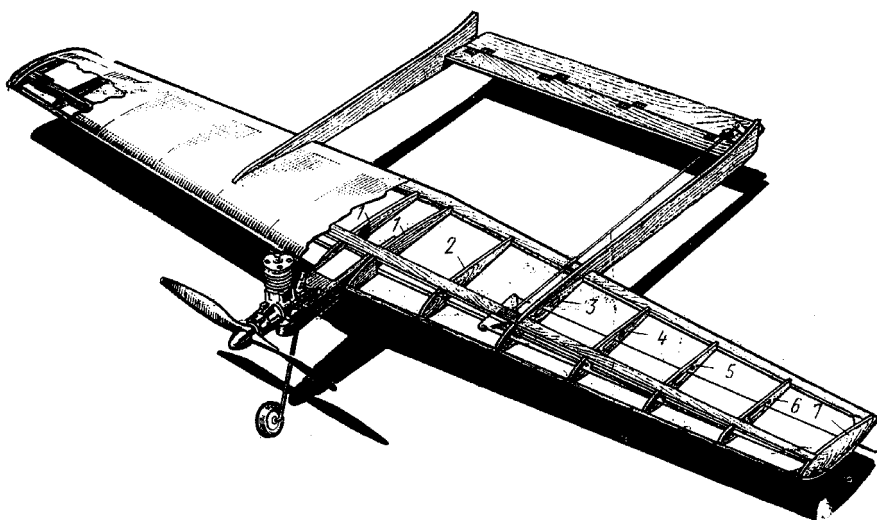


Рис. 47. Модель типа «рама» (аксонометрия)

1, 2, 3, 4, 5 и 6 — перья; 7 — законцовка

имеет хорошие летные качества, что при достаточно мощном двигателе позволяет ей выполнять все фигуры пилотажа. Три проекции модели помогут вам достаточно точно воспроизвести и начертить модель в натуральную величину (рис. 48).

Мотораму вырезают из букового или грабового бруска размером $175 \times 50 \times 18$ мм. После разметки плановой проекции спереди и сзади делают пропилы, а посредине бруска сверлят отверстие. Затем лобзиком по вычерченному контуру выпиливают середину бруска, зачищают все неровности напильником и обраба-

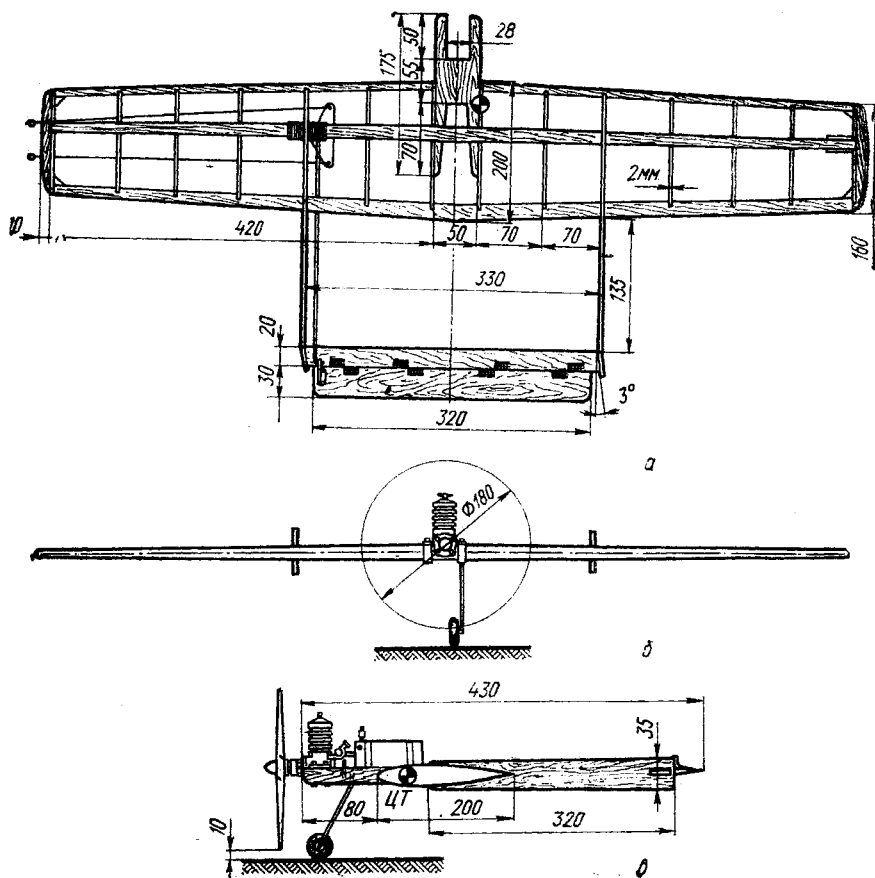


Рис. 48. Модель типа «рама» (прямоугольная проекция):
а — вид сверху; б — вид спереди; в — вид сбоку

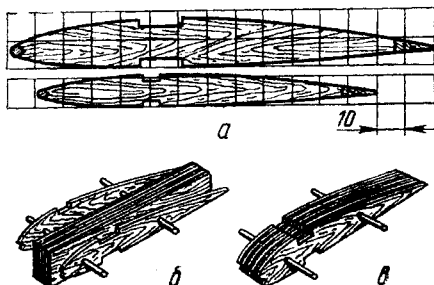


Рис. 49. Изготовление нервюр:
а — вычерчивание шаблона в масштабе; б — сборка пачки заготовок для изготовления нервюр; в — готовая пачка нервюр

тывают мотораму наждачной бумагой. Лонжерон — это две рейки (полки) из прямослойной сосны размером $890 \times 10 \times 3$ мм. Сечение лонжеронов должно уменьшаться от подмоторной рамы к концам крыла до сечения 4×2 мм. Передняя кромка крыла — это сосновая рейка сечением 4×4 и длиной 890 мм, задняя — сосновая рейка сечением 10×3 мм и длиной 890 мм. На последней отмечают карандашом места присоединения нервюр и делают пропилы ножовочным полотном на глубину 3 мм. Толщина ножовочного полотна должна соответствовать толщине нервюр. Можно, например, прорезать пазы сразу двумя ножовочными полотнами. Нервюры вырезаются из фанеры толщиной 1,5 мм (рис. 49). В нервюрах левой половины крыла (кроме нервюр № 1 и 2) делают по два продолговатых сквозных отверстия под тяги управления. Отверстия можно выбрать заточенной обратной стороной ученического пера.

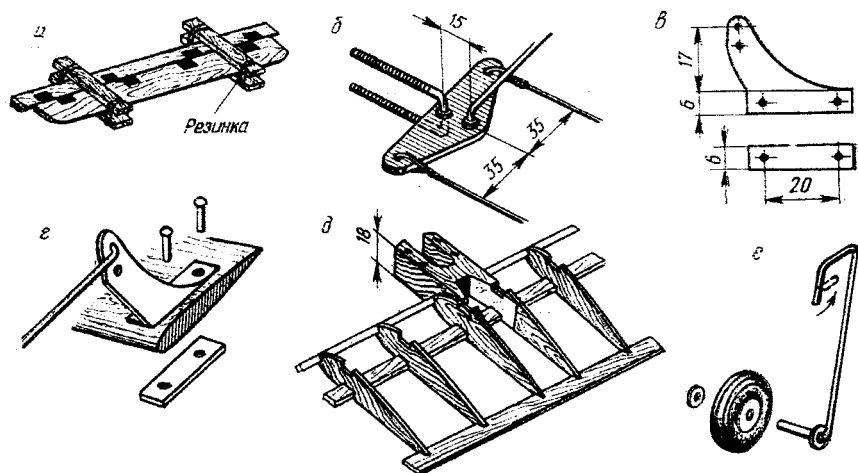


Рис. 50. Сборка основных силовых узлов:

а — сборка стабилизатора; б — изготовление и сборка узла качалки; в — развёртка кронштейна руля глубины; г — установка кронштейна на руль глубины; д — сборка моторамы с крылом; е — монтаж шасси

Кильбалка собрана из двух фанерных пластин размером 290×35 мм, толщиной 2 мм. Спереди по нервюре № 3 делают вырез для соединения с крылом, сзади — прямоугольный сквозной вырез для вклейки стабилизатора. Задние кромки килей на расстоянии 50—60 мм на горячем паяльнике отгибаются вправо на $2-3^\circ$ для того, чтобы модель лучше натягивала корды в полете. Стабилизатор — закругленная со всех сторон пластина размером 330×20 мм и толщиной 2 мм.

Руль высоты (рис. 50) — липовая пластинка размером 320×30 мм и толщиной 3 мм. Ее обрабатывают по профилю рубанком и закругляют по контурам. Сверху к рулю высоты алюминии-

выми заклепками крепится кронштейн управления рулем высоты. При помощи отрезков проволоки и тонкой ткани (шелк, капрон) руль высоты крепят к стабилизатору. Качалку и кронштейн изготавливают из дюралюминия толщиной 1,5—2 мм.

Чтобы качалка в центре получилась более толстой, в этом месте ставят заклепку, по центру которой сверлят отверстие под ось. Законцовки крыла — брусочки размером 120×13×10 мм из легкого дерева или пенопласта. Обрабатывать их следует по нервюре № 7, а левую надо облегчить изнутри. Окончательная их обработка ведется после сборки крыла.

Начинать сборку модели лучше всего с крыла. На листе бумаги (лучше кальки) необходимо вычертить его в натуральную величину.

К подмоторной раме сбоку прикладывают нервюру № 1 и отмечают место передней кромки. Далее сверлят сквозное отверстие Ø 5 мм, куда на эмалите или АК-20 вставляется передняя кромка. Клей несложно приготовить самому, растворив в ацетоне целлулоид. Затем с обеих сторон к раме впритык к передней кромке приклеивают нервюры № 1 и 2. После высыхания клея острым ножом делают в них вырезы для полок лонжерона. Выступающие за пределы нервюры части моторамы в центре крыла срезают по его профилю. Снизу в вырезы нервюр и рамы вклеивается нижняя полка лонжерона. После этого подмоторная рама устанавливается на ступень, нервюры вкладываются в переднюю и заднюю кромки и прижимаются гвоздями, а затем места соединения промазываются клеем. После склеивания готовое крыло снимается со ступени, к концевым нервюрам приклеивают законцовки крыла. Все соединения промазывают три раза жидким клеем, а после его высыхания еще один раз — густым. На следующий день каркас следует зачистить наждачной бумагой.

Качалку подгоняют по месту. Для этого в нервюре № 3 позади полки лонжеронов делают вырезы для оси качалки, которая приматывается нитками отдельно к каждой полке. Место соединения и нитки дважды проклеиваются. Затем у велосипедной спицы откусывают резьбу и вставляют ее в качалку так, чтобы головка оказалась снизу.

На стержне диаметром 3 мм склеивают из бумаги трубочку длиной 15 мм, надевают ее на спицу и привязывают нитками с клеем к задней кромке крыла.

Качалка должна свободно отклоняться в обе стороны на 35° и не задевать при этом за тягу руля высоту и нервюру № 3, в противном случае нужно подогнуть качалку или сделать больше вырезы в нервюре № 3.

В качалку продевают, а затем припаивают тяги для управления из стальной проволоки Ø 0,4—0,5 мм.

На законцовке левого крыла сверлят два отверстия Ø 3 мм и в них вставляют с клеем две металлические трубочки. Отверстия должны быть смещены к задней кромке, чтобы в полете сила сопротивления корд не заставляла модель лететь в круг.

Тяги управления пропускают через облегчения нервюры и выводят из крыла через трубки в его законцовке. На концах делают двойные петли, чтобы тяги не проскакивали в отверстия трубочек на законцовке. Тяги должны быть неравной длины. Их длины должны отличаться на 20—30 мм и выходить из крыла так далеко, чтобы не мешать полному отклонению качалки.

Вырезы в подмоторной раме впереди лонжерона заклеивают сверху и снизу тонким шпоном.

Между полками лонжерона на конце правого крыла вклеивается груз (20 г) для уравнивания массы корды.

Крыло оклеивают с обеих сторон длиноволокнистой бумагой. Бумагу сначала приклеивают к лонжерону, а потом к нервюрам. Слои бумаги должны располагаться перпендикулярно нервюрам. Приклеивать бумагу нужно эмалилом или составом АК-20. Затем крыло и подмоторную раму несколько раз покрывают жидким эмалилом. Это позволяет хорошо натянуть обшивку и защитить модель от масла, входящего в состав горючего.

Красить модель лучше всего нитроэмалями и только после пропитки эмалилом, так как нитроэмаль бумагу не натягивает. Затем нужно аккуратно зачистить краску в местах склейки кильбалок и приклеить их к крылу по нервюре № 3, в прорезь в кильбалках вклеить стабилизатор с рулем высоты и к последнему присоединить тягу. Для этого нужно поставить качалку и руль в нейтральное положение. Тягу сгибают плоскогубцами под углом 90° и вставляют в отверстие в кабанчике.

Руль высоты должен легко отклоняться вверх и вниз на 35—40° от нейтрали. Если отклонение недостаточное, тягу переставляют из верхнего отверстия кабанчика в нижнее. Выступающий конец тяги сгибают, чтобы она не выпадала из отверстия.

Кили, стабилизатор и руль высоты покрывают эмалилом или нитроэмалью, чтобы они не пропитывались маслом.

На модель нужно установить обкатанный мотор, он фиксируется на мотораме четырьмя болтами с гайками. Отверстие Ø 3 мм под болты сверлят по месту. Ось мотора следует отклонить вправо на 2°.

Затем устанавливают шасси. Для этого проволоку, согнутую буквой П, вставляют в отверстия, просверленные в подмоторной раме. Колесо лучше взять капроновое, от детской игрушки, а шайбу сделать из жести. Колесо фиксируется на оси нитками с клеем. Если колесо не пластмассовое, шайбу можно припаять.

Бачок для топлива спаивают из жести толщиной 0,25—0,3 мм (рис. 51, а). Далее в нем сверлят отверстия и впаивают три трубки Ø 3 мм. Трубка питания мотора длиной 30 мм не должна выступать внутри бачка, вспомогательная трубка 3 длиной 13 мм кончается у верхней стенки бачка. На время полета она закрывается кусочком хлорвиниловой трубки, нагретой и сжатой плоскогубцами с одного конца. Заправочная (она же дренажная) трубка 4 длиной 65 мм припаивается так, чтобы она была направлена в сторону заборного отверстия в трубке 2 и не доходила до

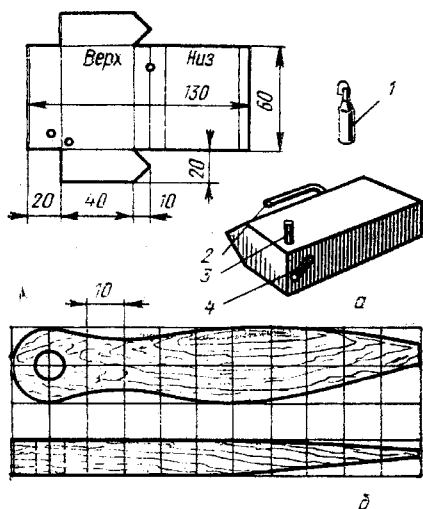


Рис. 51. Топливный бачок и шаблон винта к модели «рама»:

а — бачок; б — шаблон винта; 1 — заглушка дренажной трубки; 2 — трубка питания двигателя; 3 — дренажная трубка; 4 — заправочная трубка (может быть использована для подачи давления от двигателя в бачок).

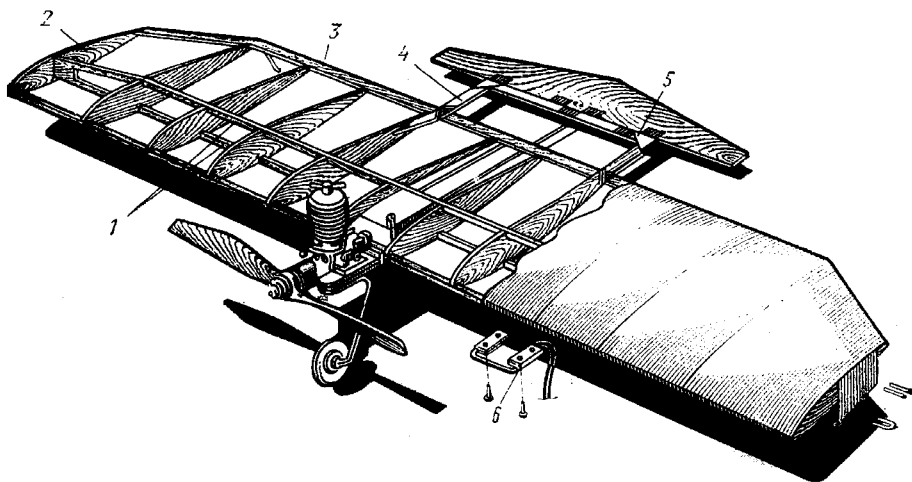


Рис. 52. Двухбалочная модель воздушного боя:

1 — лонжерон (сосна 3×3 мм); 2 — нервюра (шпон 1 мм); 3 — задняя кромка крыла (сосна 2×8 мм); 4 — вынос хвостовой рамы (сосна 5×2 мм); 5 — усиление стыка (целлулоид); 6 — крепление шасси

нее на 10 мм. После пайки бачок проверяют на герметичность, для чего соединяют две трубки гибким шлангом, а в третью подают давление из заправочной емкости и опускают бачок в воду. Если пузырей нет — бачок герметичен, если есть, то его следует подпаять в месте выхода воздуха и снова проверить. К модели бачок крепят резинкой или хомутом из жести и шурупами. Устанавливать его надо ближе к мотору и так, чтобы его продольная ось проходила через отверстие жиклера. Добиваются этого подкладыванием металлических пластинок под двигатель и деревянных под бачок. Патрубок питания мотора соединяют с жиклером хлорвиниловой трубкой. И последнее, что вам понадобится для запуска — это воздушный винт, который можно сделать по шаблону (см. рис. 51, б).

Двухбалочная модель

Эта модель аналогична предыдущей с тем лишь отличием, что она имеет иную форму крыла в плане (рис. 52) и другое крепление балок.

Крыло в концевой своей части значительно уже, а центральная его часть имеет прямоугольную форму (рис. 53). Для такого крыла необходимо сделать два типа шаблонов — на центральную часть крыла и на концевую.

Нервюры крыла можно сделать из липового шпона: пластины собирают в пачки и обрабатывают по шаблонам. Для крыла потребуются также сосновые кромки и лонжероны. Руль высоты выпиливают из фанеры, обрабатывают его в соответствии с чертежом и подвешивают на хвостовую раму. Последняя накладывается на заднюю кромку крыла, место стыковки обматывается нитками и проклеивается. Для соединения рамы со стабилизатором применены целлулоидные накладки.

Качалка управления (рис. 54) кинематически связана с кронштейном, закрепленным на руле высоты тягой из проволоки $\varnothing 1,5$ мм или велосипедной спицы.

Моторама модели (рис. 55) выпиливается из древесины твердых пород (бук, граб) или из пластины, склеенной из нескольких слоев фанеры. В мотораме сверлятся отверстия под болты крепления двигателя и выпиливается паз под топливный бак. Затем по развертке (рис. 56) вырезают и спаивают топливный бак и вставляют его в мотораму. Чтобы горючее не попадало во внутреннюю часть крыла, обшивка в месте выхода топливопровода оклеивается тонкой тканью и тщательно покрывается эмалитом. Внешнее крыло модели загружают — вклеивают свинцовый груз 20 г. Одностоечное шасси выгибается из проволоки и устанавливается на модель с помощью жестяных муфт и болтов крепления двигателя. Далее к мотораме крепят качалку управления с карабинами из стальной проволоки $\varnothing 0,8$ мм и медной трубки $3 \times 0,5$ мм. И в заключение — тщательная обработка модели наждачной бумагой и оклейка ее длинноволокнистой бумагой. Остается несколько раз покрыть мо-

дель нитролаком, предохраняющим ее от пропитывания топливом.

Винт на эту модель выпиливается по шаблону. Готовая модель не требует особой регулировки, если центр ее тяжести соответствует указанному на чертеже и крыло не имеет перекосов

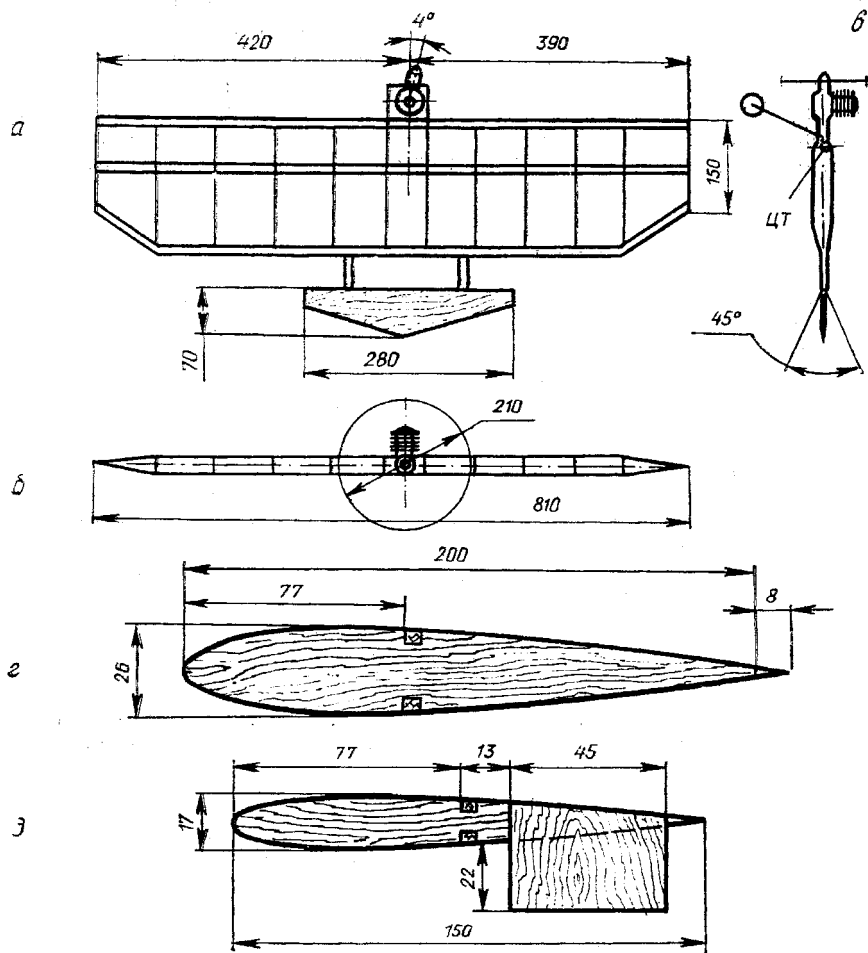


Рис. 53. Проекция модели и шаблоны крыла:

а — вид сверху; б — вид спереди; в — вид сбоку; г — шаблон нервюры центроплана; д — шаблон концевой нервюры

Для успешного ведения боя на двухбалочной модели необходимо до автоматизма отработать такие фигуры пилотажа, как вождение по горизонту на малой высоте, волнообразный полет, горки на пикирование, нормальные и обратные петли, полет на спине.

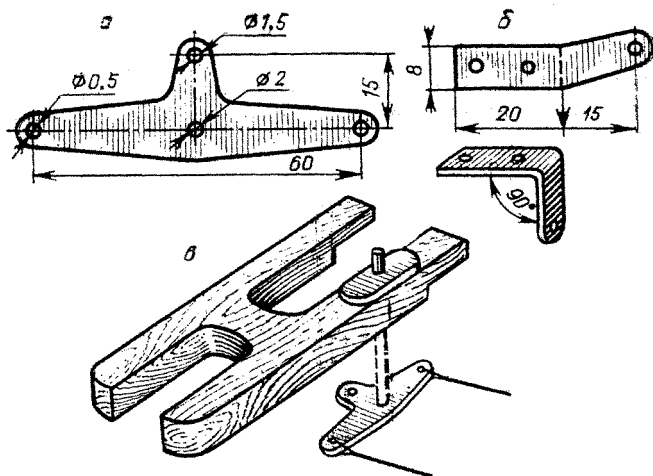


Рис. 54. Узел системы управления:

а — качалка (дюралюминий); б — кабачик (дюралюминий толщиной 1,5 мм); в — сборка качалки управления

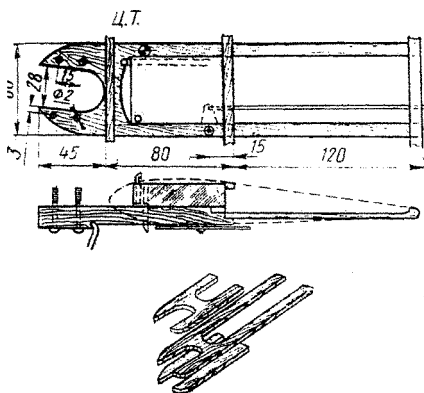


Рис. 55. Сборка узла подмоторной рамы в центроплане и силовой части модели

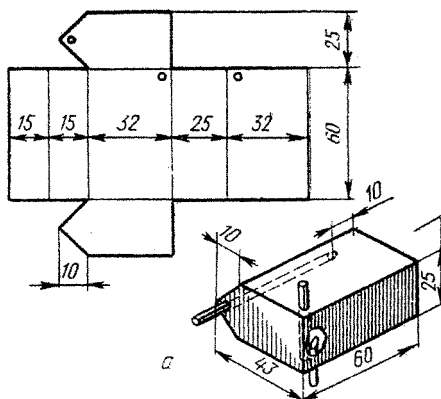
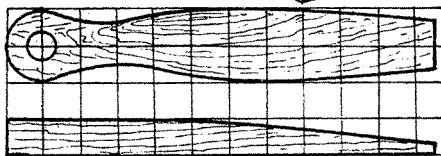


Рис. 56. Топливный бачок (жесть 0,3 мм) и шаблон винта к двухбалочной модели:

а — бачок; б — шаблон винта



б

Модель, разработанная в ЦСТКАМ

Перед коллективом Центрального спортивного технического клуба авиационного моделизма стояла задача разработать модель из отечественных материалов — липы, сосны, бука, фанеры и пенопласта (рис. 57). И такая модель была спроектирована, причем в самые короткие сроки.

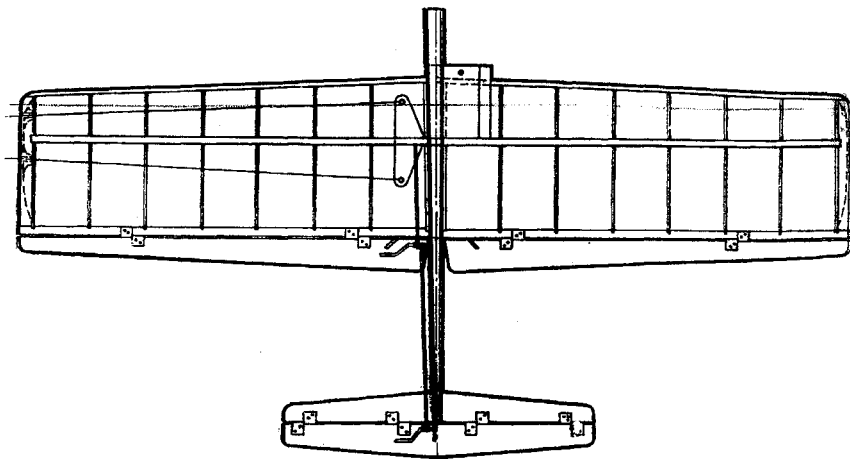


Рис. 57. Модель ЦСТКАМ

Задача была не из легких — перечисленные материалы имеют большую плотность.

За основу взяли бальзовую модель трехкратного чемпиона СССР А. Дубиневского. В итоге получилась оригинальная модель воздушного боя: в отличие от описанных выше она имеет фюзеляж и закрылки. На модель можно установить любой из отечественных микродвигателей. Все детали и узлы весьма технологичны, конструктивно упрощены. Как и в предыдущих случаях, работу над моделью следует начинать с подбора материалов, изготовления шаблонов, нервюр, фюзеляжа.

Фюзеляж этой модели (рис. 58) наборный. Он состоит из зашитых фанерой каркаса и силовой моторамы. Одна из боковин фюзеляжа составляет единое целое с килем, что сокращает одну операцию при сборке. В хвостовой части фюзеляжа вклеена силовая бобышка и выпилен паз для стабилизатора. В силовой части моторамы вырезан прямоугольный паз для крепления топливного бака к модели. Лонжероны изготовлены из сосны или липы и вставлены в пазы фюзеляжа. Нервюры вырезаются по шаблонам из фанеры, облегаются и собираются как показано на чертеже, затем вся конструкция склеивается. Стабилизатор модели липовый, а руль высоты из фанеры толщиной 1,5 мм. Из такой же фанеры сделаны закрылки. Кронштейны системы управления выгнуты из стальной проволоки $\varnothing 1,5$ мм (рис. 59) и «пришиты» к за-

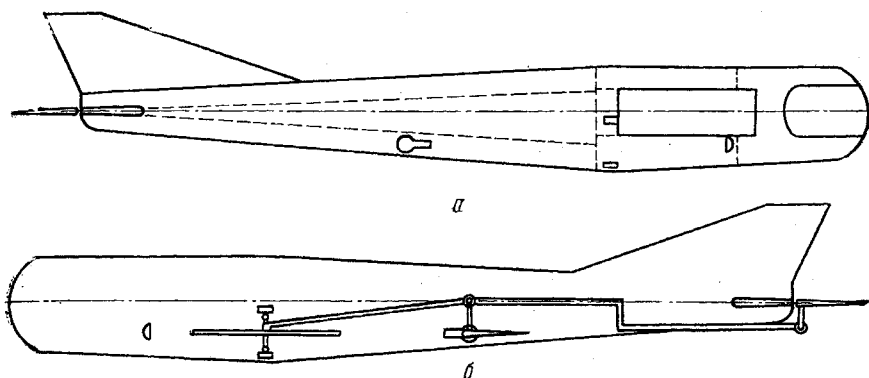


Рис. 58. Фюзеляж:
а — вид справа; б — вид слева

крылкам и рулю высоты с последующей пропиткой ниток клеем. Подвеска закрылков и руля высоты — на стальных петлях, приклеенных или приклепанных к поворотным и неподвижным элементам. Законцовки крыльев — пенопластовые. Качалка вырезана из материала Д16Т толщиной 1,5 мм и проволокой прикреплена к лонжеронам. Собранная модель оклеивается длинноволокнистой бумагой, два-три раза покрывается эмалитом, затем нитрокраской и одним слоем полиуретанового лака. Испытания этой модели показали ее хорошие летные качества.

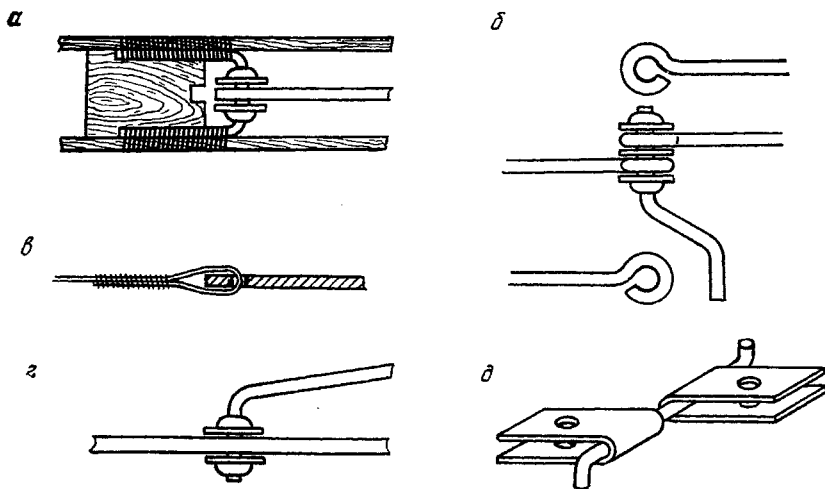


Рис. 59. Система управления моделью:

а — соединение и закрепление качалки на модели; б — соединение закрылков на крыле и тяга стабилизатора; в — система соединения тросиков; г — соединение пайкой; д — петли стабилизатора и закрылков

СОВЕТСКИЕ СПОРТИВНЫЕ МОДЕЛИ

Предшествующие модели должны были выработать у вас основные навыки по изготовлению, сборке моделей воздушного боя. Прежде чем переходить к более серьезным моделям, познакомьтесь с некоторыми рекомендациями, которые помогут вам в работе над моделями.

При их конструировании надо помнить о технических требованиях проведения соревнований в СССР по авиамodelьному спорту. Так, двигатель должен иметь рабочий объем не более 2,5 см³ при нагрузке на крыло стабилизатора от 12 до 50 г/дм².

Общая несущая площадь определяется опытным путем. Как правило, она лежит в пределах 13—15 дм², при этом 88% площади должно приходиться на крыло. Достаточная устойчивость в горизонтальном полете и хорошая маневренность при эволюциях отмечаются при значениях плеча стабилизатора относительно аэродинамического фокуса крыла в пределах от 240 до 250 мм. Центр тяжести должен располагаться на 25—30% средней аэродинамической хорды. Переднее плечо выбирается в пределах 110—130 мм в зависимости от массы двигателя.

Летные качества модели в значительной степени зависят от формы крыла и стабилизатора. Лучшей в аэродинамическом отношении является эллиптическая форма, однако она сложна в изготовлении и неудобна при ремонте. Трапециевидное крыло проще: оно почти не уступает по своим качествам эллиптическому и поэтому успешно применяется для моделей воздушного боя. Трапециевидным делают и стабилизатор. Профиль крыла выбирается симметричным или же плоско-выпуклым, однако первый имеет преимущество перед вторым, плохо работающим в перевернутом полете и при обратных эволюциях. Относительная толщина профиля лежит в пределах 10—12% от длины хорды. Более тонкий профиль применяется для достижения большей скорости, но при этом крыло получается менее жестким, и оно хуже работает при резких эволюциях.

Толщина стабилизатора составляет 6—8% его хорды. Площадь руля высоты — 60—70% общей поверхности стабилизатора. Для большей устойчивости модели в верхней полусфере полета (достаточного натяжения корда) обязательно устанавливают вертикальное оперение. С этой же целью фюзеляж имеет большую боковую поверхность, чем кордовые модели других классов.

Для выступления в воздушном бою необходимо иметь не менее трех моделей, причем желательно совершенно одинаковых в управлении. Поэтому имеет смысл все одинаковые детали для трех моделей делать по одним шаблонам.

Модели трехкратного чемпиона СССР мастера спорта СССР В. Литвинова

Теперь мы познакомим вас с овеянными славой побед моделями В. Литвинова. Они достаточно сложны и предназначаются

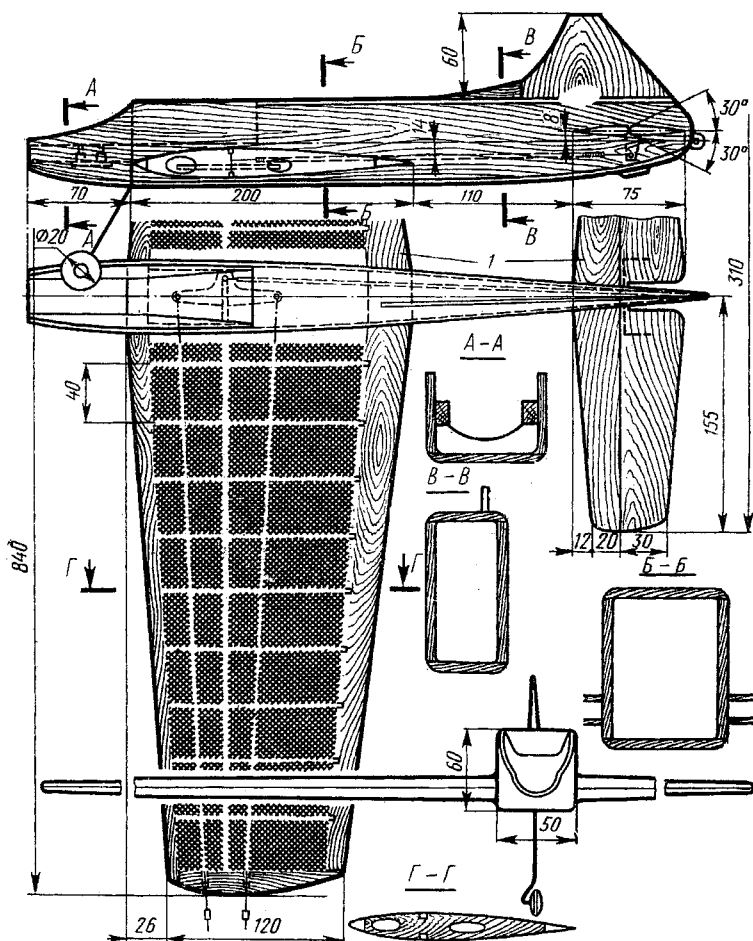


Рис. 60. Модель В. Литвинова

для борьбы в ранге мастеров спорта. Хорошо подобранные летные качества и мощный двигатель позволили системе этих моделей стать значительным вкладом в копилку достижений советского спорта. Модели сконструированы по фюзеляжной схеме (рис. 60) и изготовлены из бальзы.

Работа над моделью начинается с крыла. Нервюры делают из бальзовых пластин толщиной 2 мм. Их набирают на проволочные штыри в два пакета по десять штук в каждом. Последними надевают шаблоны корневой и концевой нервюры и обрабатывают по ним «бутерброд». В нервюрах внутреннего крыла должны быть предусмотрены отверстия для тяг корды. В пакетах по шаблонам пропиливаются и пазы для лонжерона. Лонжероны — из

сосновых реек сечением 4×3 мм. Передняя и задняя кромки — из бальзы. Крыло собирается на лонжеронах сначала без клея, затем приклеиваются передняя и задняя кромки, и в последнюю очередь лонжерон склеивается с нервюрами и бальзовыми законцовками. В законцовку внутреннего крыла на месте выхода тяг корды на эпоксидной смоле вклеиваются металлические трубки, а во внешнюю — груз массой 10 г. Центроплан в месте склейки крыла и фюзеляжа обшивается бальзовыми пластинами толщиной 2 мм, после чего крыло зачищается шкуркой. Моторама — из граба (рис. 61), она имеет металлические грибки с резьбой М3 для крепления двигателя и собирается на переднем шпангоуте. К переднему шпангоуту приклепывается стойка шасси из проволоки $\varnothing 2,5$ мм.

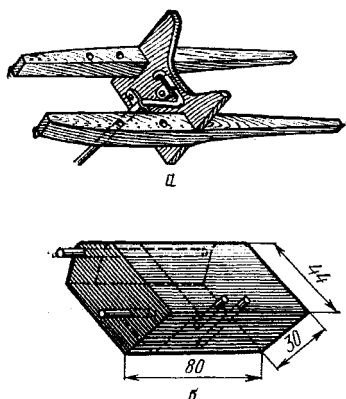


Рис. 61. Узлы модели В. Литвинова:

а — основная и подмоторная рамы;
б — бак

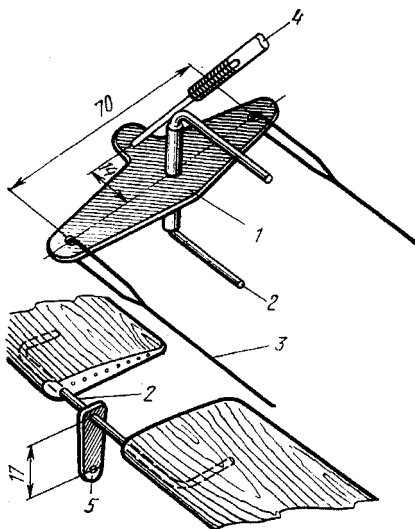


Рис. 62. Система управления моделью:

1 — качалка; 2 — ось качалки и ось руля глубины; 3 — тяга; 4 — соединительная тяга; 5 — кронштейн руля глубины

Стабилизатор и руль высоты выпилены из бальзовых пластин. Рули высоты установлены на петлях, сделанных из жести. На вклеиваемой части петли имеют насечку. Преимущество этой конструкции в том, что в случае поломки руль легко снимается для ремонта или замены, что невозможно с петлями других типов.

Трехплечая качалка (рис. 62) вырезана из дюралюминия толщиной 2 мм. Ось качалки из проволоки $\varnothing 2$ мм, она согнута в виде буквы П и пришта к лонжерону нитками.

Тяги корды свиты из трех стальных проволок $\varnothing 0,3$ мм каждая; с качалкой они соединены переходной проволокой $\varnothing 0,8$ мм,

Качалка руля высоты — из проволоки \varnothing 2 мм и жести толщиной 0,5 мм, ось тяги — из проволоки \varnothing 2 мм, сама же тяга представляет собой липовую рейку круглого сечения \varnothing 5 мм.

Боковины фюзеляжа вырезаны по шаблону из бальзы толщиной 3 мм. Сборка фюзеляжа начинается с монтажа системы управления, затем на крыло надевают боковины фюзеляжа и стабилизатор, а между боковинами вставляют мотораму. Она обязательно должна лечь на лонжерон, это повышает жесткость и прочность модели. На расстоянии 85 мм от переднего шпангоута вклеивается промежуточный шпангоут из бальзы. Далее монтируют верхнюю и нижнюю пластины фюзеляжа и после высыхания клея зачищают фюзеляж наждачной бумагой и пристыковывают к нему киль. На хвостовую часть устанавливают серьгу из целлулоида для подвески ленты. Около бокового отсека вклеиваются крючки из проволоки для крепления бака резиной. Вся модель обтягивается техническим шелком или капроном, покрывается эмалитом и слоем антиметанолового лака.

Бак спаян из жести толщиной 0,2—0,3 мм. Внутри бака располагается ресиверная камера объемом 10 см³, в которую подается давление из картера двигателя. Сглаживая пульсации, камера стабилизирует давление, а также предотвращает попадание топлива в картер двигателя через штуцер давления при запуске. Количество воздуха, подаваемого в бак, подбирается экспериментально, для чего надо иметь несколько штуцеров с калиброванными отверстиями в диапазоне 0,6—0,9 мм. Объем основного бака — 80 см³. Он рассчитан для работы двигателя на топливе без присадок. В случае применения присадок бак надо увеличить до 130 см³.

На модели установлен доработанный двигатель «Метеор» с рабочим объемом 2,5 см³ или «Супер-Тигр» 2,5 см³.

Некоторые детали двигателя изменены. Газораспределение устанавливается по диску: начало всасывания — 40° от НМТ, конец всасывания 286°, выхлоп 140°. Объем камеры сгорания 0,22 см³. Винт диаметром 180 мм с шагом 115 мм изготовлен из белого граба.

Модель с этим двигателем и винтом развивает скорость 160 км/ч.

По аналогии с этой моделью можно собирать и модели с эллипсным крылом (рис. 63). Как видно из чертежей, конструкция этой модели несколько сложнее предыдущей, и это не случайно. Улучшение аэродинамических качеств крыла привело к более сложной конструкции. Усложнился процесс изготовления передней и задней кромок, их стало необходимо вырезать и приклеивать по рабочему чертежу или шаблонам. Если на предыдущей модели нервюры обрабатывались в пачке, то для этой необходимы шаблоны на каждую нервюру. На этой модели применяется воздушный винт \varnothing 190 мм с шагом 110 мм. В остальном же никаких технологических отклонений от предыдущей модели нет, и можно руководствоваться теми же принципами сборки.

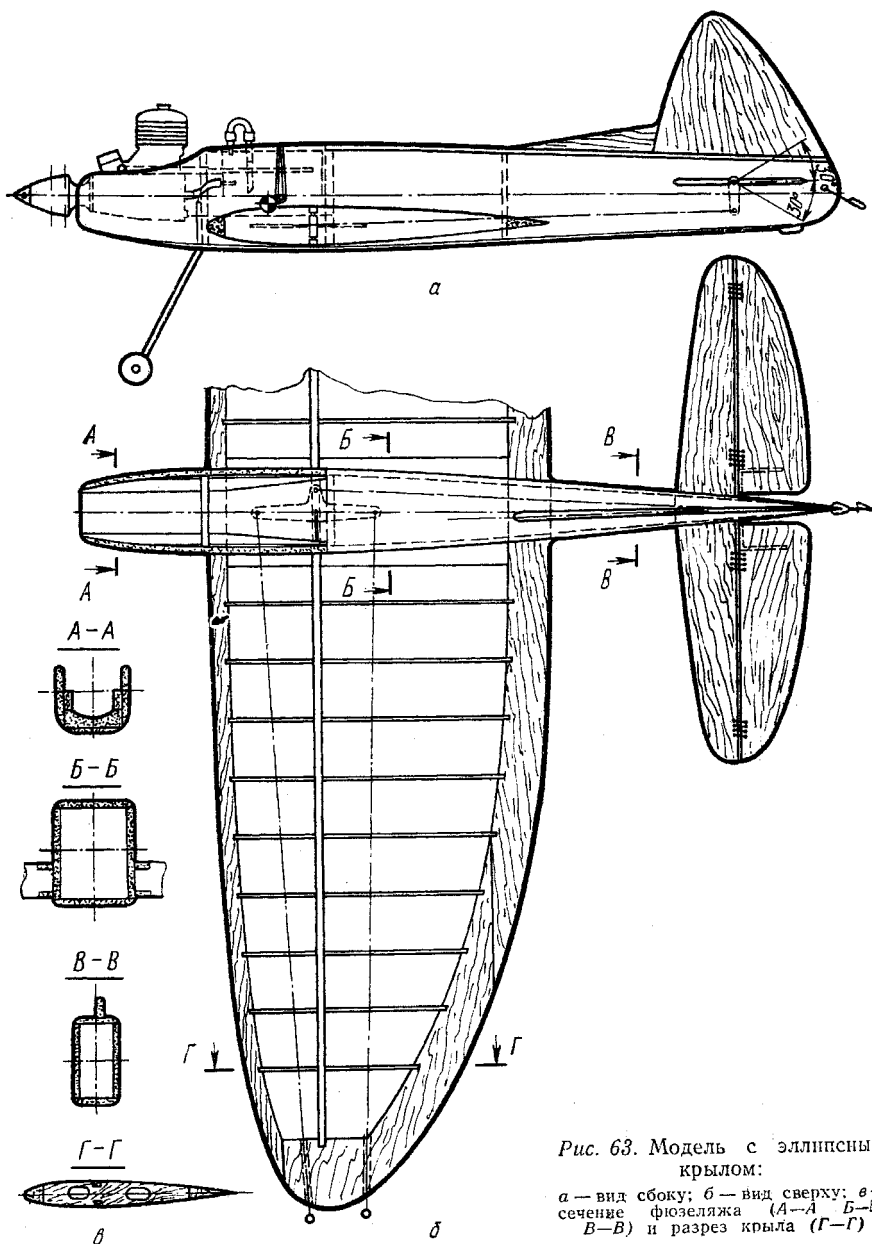


Рис. 63. Модель с эллипсным крылом:

а — вид сбоку; б — вид сверху; в — сечение фюзеляжа (А-А, Б-Б) и разрез крыла (Г-Г)

Модель мастера спорта СССР В. Акимова

Она проста в изготовлении и при этом маневренна, хорошо управляется. Модель рассчитана под серийный компрессионный двигатель «Ритм».

Основным материалом для постройки модели является балла, но без особого ущерба ее можно заменить липой и пенопластом.

Прежде чем приступить к работе, следует увеличить чертеж (рис. 64) — изобразить его в масштабе 1:1 и подобрать необходимые заготовки.

Фюзеляж. Чтобы перенести все размеры с рабочего чертежа (рис. 65) на заготовку, необходимо сделать шаблоны, наложить их на заготовку детали и очертить карандашом по всему контуру. Это относится и к стенкам фюзеляжа, и к килю, и к нижнему гребню фюзеляжа. Снизу на гребень, если он из балла, наклеивают сосновую рейку сечением 2×5 мм.

Окончательную сборку фюзеляжа производят после изготовления остальных элементов модели.

Крыло. Шаблоны корневой и концевой нервюры выпиливают из дюралюминиевых пластин толщиной 1,5 мм. В шаблонах сверлят отверстия Ø 3 мм, после чего пакет пластин одной половины крыла соединяют трехмиллиметровыми стальными стержнями, накладывают шаблоны и зажимают в тисках. Затем выпиливают нервюры.

Переднюю и заднюю кромки крыла склеивают из двух половин каждую. Лонжероны в центральной части слегка изгибают, нагревая их над пламенем спиртовки.

Крыло собирают на ровной доске-стапеле, на которую перенесена его плановая проекция. Порядок сборки таков: на нижний лонжерон на клею (эмадите) устанавливают все нервюры по стапелю; сверху, также на клею, в пазы нервюры вставляют верхний лонжерон, далее приклеивают переднюю кромку и затем все нервюры вставляют в прорези задней кромки. После просушки крыла к лонжеронам нитками с клеем прикрепляют узел качалки управления.

Если крыло сделано из балла, то на носок крыла наклеивают баллазовые пластины, а на концевые нервюры — законцовки, и затем уже крепят тяги управления. Если же крыло из липы, то к концевым нервюрам приклеивают пенопластовые заготовки, которые после обработки наждачной бумагой покрывают клеем БФ-2. Клеевая пленка защищает пенопласт от растворяющего его эмаля.

В левую законцовку вставляют трубки для вывода тяг, к правой — приклеивают свинцовый груз в 20 г, после чего крыло обрабатывают шкуркой.

Стабилизатор и руль высоты вырезают из липовой заготовки. Если стабилизатор из балла, в него врезают сосновую рейку, как показано на чертеже. Небольшим рубанком, ножом и наждачной

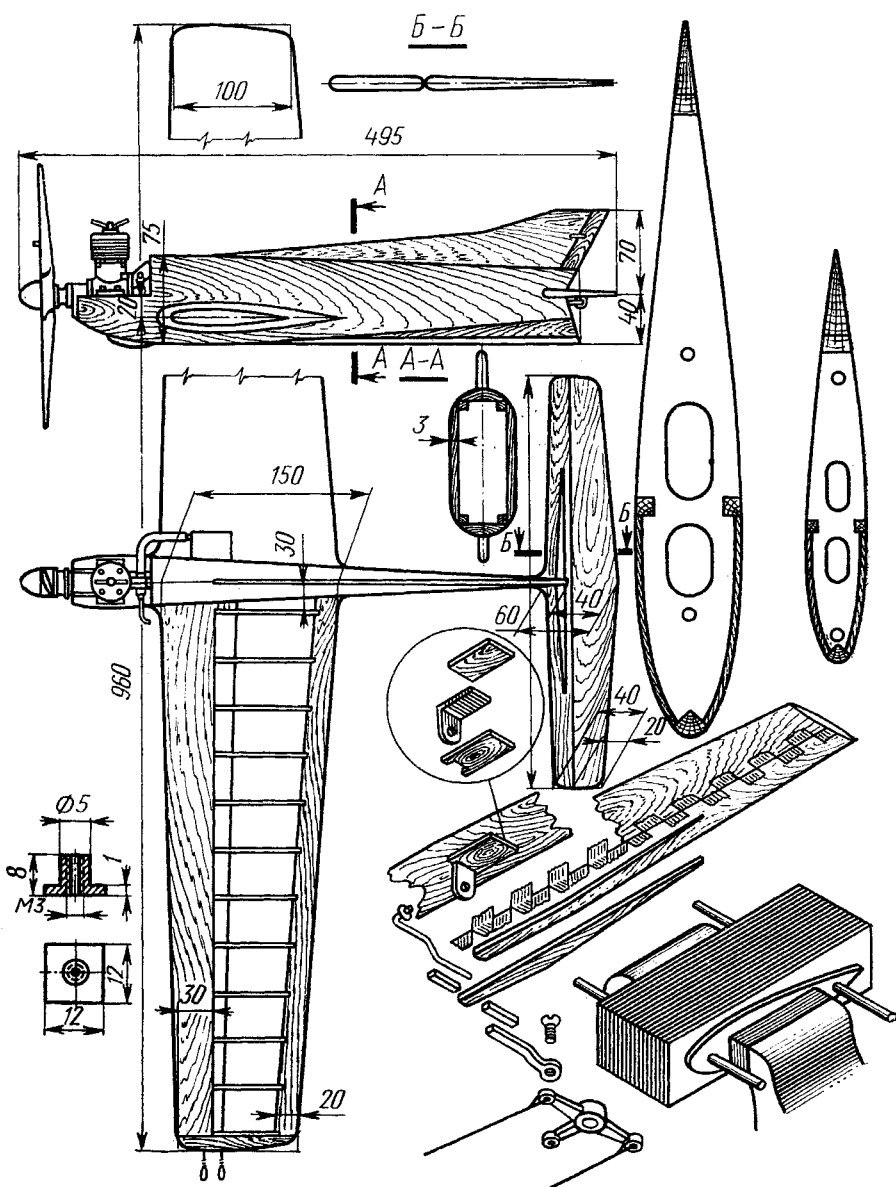
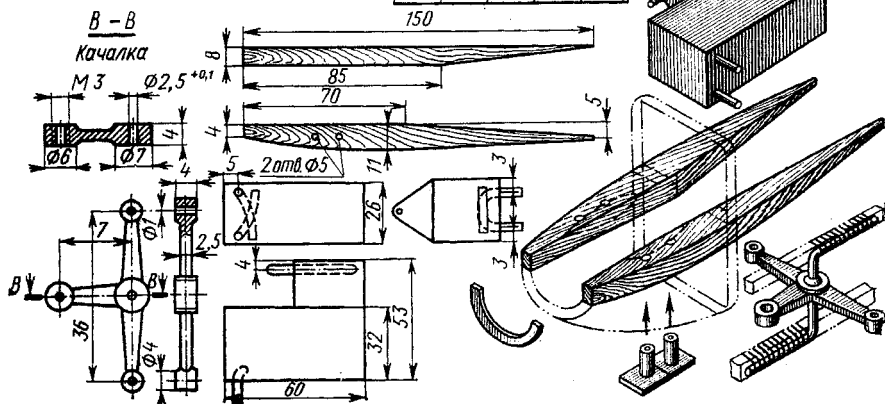


Рис. 64. Модель В. Акимова



Качалка управления — из листового дюралюминия толщиной 4 мм. В ней сверлят отверстия под корду; до размеров, указанных на чертеже, ее доводят напильниками и надфилями. В ушке под тягу управления рулем высоты нарезают резьбу М3. Качалку с лонжеронами крыла соединяют П-образной деталью, сделанной из проволоки ОВС $\varnothing 2,5$ мм.

Один из наконечников тяги управления — из пластины Д16Т толщиной 1,5 мм, другой — из проволоки ОВС Ø 1,5 мм. Дюралюминиевый наконечник стыкуют с сосновой рейкой сечением $3,5 \times 3,5$ мм нитками на клею и винтом МЗ к ушку качалки. Другой наконечник крепят к рейкам нитками при общей сборке модели.

57

тросиков в дальнейшем изгибаются в виде петель для крепления к ним корд.

Моторама состоит из буковых брусков силового подмоторного капота и шпангоутов № 1 и 2. Топливный бак располагается в задней части моторамы. Буковые заготовки для рамы имеют припуск 0,5—1 мм, и до требуемых размеров и форм их доводят рубанком. Затем сверлят отверстия для болтов крепления двигателя. Подмоторный капот вырезан из бальзы или пенопласта. После приклеивания к раме его окончательно обрабатывают и покрывают клеем БФ-2 (если он из пенопласта).

Шпангоут № 1 делают из трехмиллиметровой фанеры, шпангоут № 2 — из бальзы или липы.

Бак спаян из жести толщиной 0,2—0,3 мм. При установке трубки и жиклера расположите их так, чтобы входные отверстия находились на одинаковом расстоянии от верхней и нижней стенок бака. В этом случае работающий мотор не будет менять режима при переходе из прямого полета в перевернутый.

Раму собирают следующим образом. В гнезда брусков вставляют гайки крепления двигателя. В брусках вырезают углубление под картер двигателя. Затем бруски на клею вставляют в пазы шпангоута № 1 и устанавливают двигатель. После сушки приклеивают снизу бальзовый или пенопластовый капот, снимают двигатель, на раму наклеивают шпангоут № 2 и со всех частей рамы напильником и шкуркой удаляют лишний материал.

Сборка. На готовое крыло надевают боковины фюзеляжа, в которые вклеивают раму двигателя. Боковины задней части соединяют на клею. Снизу на фюзеляж наклеивают нижнюю стенку. Поверх места стыковки стенок накладывают рейки и прижимают их для лучшей склейки с боковинами. Тягу руля высоты и ее наконечник устанавливают так, чтобы при нейтральном положении качалки руля высоты также находился в нейтральном положении, и затем соединяют их нитками на клею.

Перед установкой бака на раму и боковину фюзеляжа наклеивают подкладки из бальзы или липы, после чего приклеивают рейки на стенки фюзеляжа в районе контейнера для бака, а затем и верхнюю его часть. На стыках фюзеляжа с крылом и стабилизатором наклеивают бальзовые или липовые зализы.

Модель тщательно зачищают наждачной бумагой, после чего на фюзеляж наклеивают киль с форкилем, нижний гребень и буковую лыжу, затем фюзеляж грунтуют и сушат. После сушки его снова зачищают шкуркой, оклеивают длинноволокнистой микалентной бумагой и 4—7 раз покрывают жидким эмалитом. Остается установить двигатель — и модель готова к первым пробным запускам.

Модель мастера спорта СССР международного класса С. Бережного

Сергей Бережной — представитель команды УССР, в данное время он входит в состав сборной команды СССР. Его стабиль-

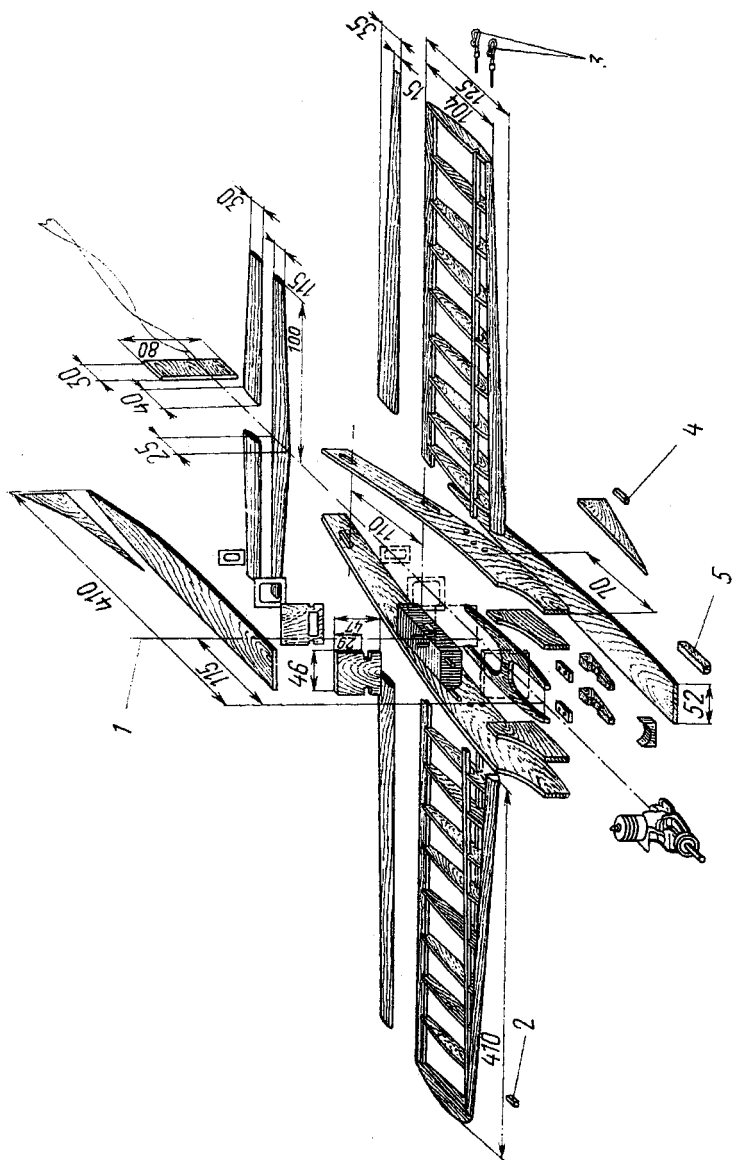


Рис. 66. Модель С. Березного:

1 — ось качалки; 2 — спицовый грузик (20 г); 3 — карабинчик; 4 — костыль (кизил); 5 — лыжа (кизил)

ными выступлениями по праву можно гордиться. Этому спортсмену не удавалось пока еще стать чемпионом СССР, но во всех первенствах он становился призером.

Модель С. Бережного изготовлена из бальзы (рис. 66), по конструкции она несколько отличается от предыдущих. Для увеличения маневренности здесь используется отклонение закрылков, что увеличивает подъемную силу крыла. Сильный ветер всегда мешает полету кордовых моделей воздушного боя, поэтому на моделях данного типа используется дифференциальное отклонение закрылков, то есть отклонение внутреннего закрылка (по полету модели левого) на $1 \div 1,5^\circ$ больше, чем внешнего. Это позволяет избежать сваливания модели в круг.

Работу над моделью следует начать с заготовки необходимых для постройки деталей. Вам потребуются, в частности, бальзовые пластины, сосновые лонжероны, авиационная фанера толщиной 1, 3, 8 мм; проволока ОВС $\varnothing 2$ мм; ОВС $\varnothing 1,5$ мм; жесть толщиной 0,2–0,3 мм, медные трубки $3 \times 0,5$ мм; эпоксидная смола, эмалит, ацетон, бумага или шелк.

И еще одна предварительная работа — вычерчивание рабочего чертежа модели на миллиметровой бумаге в масштабе 1:1.

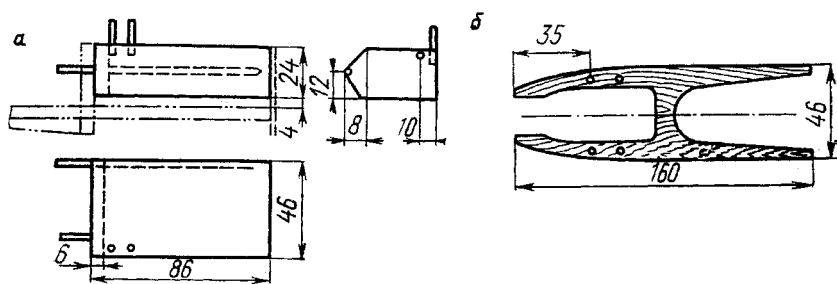


Рис. 67. Основные узлы модели С. Бережного:

а — топливный бак; б — подмоторная рама

Начать следует с изготовления моторамы (рис. 67), которую вырезают из авиационной фанеры толщиной 8 мм. В мотораме сверлятся отверстия под двигатель, а снизу моторамы закрепляются грибки (пластины с нарезанной в них резьбой) из Д16Т толщиной 3 мм для крепления мотора винтами к мотораме. Затем снизу моторамы приклеивают два бальзовых брусочка для повышения прочности соединения моторамы с боковинами фюзеляжа. Боковины фюзеляжа вырезают из двух бальзовых пластин и в передней части усиливают их миллиметровой фанерой. Теперь можно вырезать шпангоуты фюзеляжа — передний основной из трехмиллиметровой фанеры, а остальные из бальзовых пластин толщиной 5 мм. Шпангоуты фюзеляжа облегчаются внутри для прохода тяги управления рулем высоты.

Приступаем к изготовлению крыла. В шаблоны крыла, выпиленные из дюралюминия или фанеры толщиной 1,5 мм, вставляем

стальные шпильки и собираем бальзовые пластины в пачку, которая заканчивается концевым шаблоном, и обрабатываем ее. Эту операцию придется проделать два раза, поскольку на модель требуется два комплекта нервюр. Затем на протяжке обрабатывают лонжероны, а из бальзы заготавливают кромки крыла — квадратные для передней и прямоугольные для задней его части. После этого вырезают по чертежу и обрабатывают стабилизатор, киль, нижнюю и верхнюю части фюзеляжа.

Переходим к изготовлению системы управления моделью. Качалка вырезается из дюралюминиевой пластины толщиной 1,5 мм (рис. 68), ось качалки сгибается из стальной проволоки ОВС $\varnothing 2,5$ мм. Тросик, соединяющий корд с качалкой, можно свить из

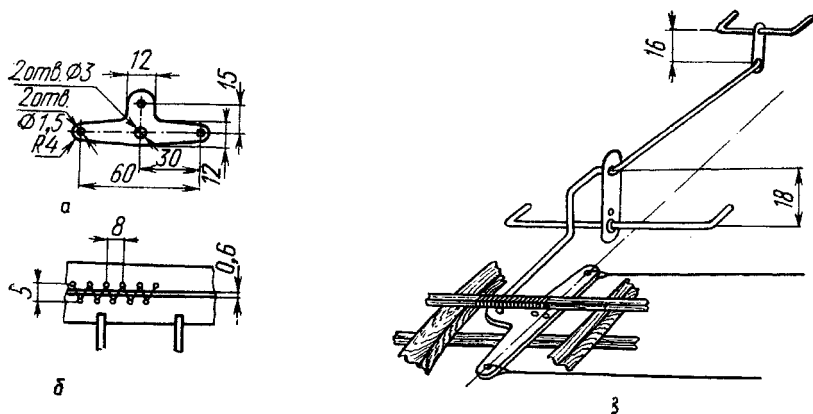


Рис. 68. Система управления моделью:

а — качалка; б — навеска закрылков (капроновая нить); в — схема соединения управления

двух нитей корда $\varnothing 0,3$ мм, пропустить через отверстия в качалке и запаять. Кронштейны руля высоты и закрылков выгнуты из проволоки ОВС $\varnothing 1,5$ мм, соединительная тяга системы управления — из проволоки ОВС $\varnothing 2$ мм. Таким образом, основные узлы модели сделаны, и можно начинать сборку фюзеляжа.

Прежде всего мотораму склеивают с боковинами фюзеляжа. Затем в них прорезают пазы под лонжерон крыла, переднюю и заднюю кромки, а также отверстия под тросы, идущие от качалки. Лонжероны и кромки вставляют в пазы, по чертежу устанавливают нервюры и все стыки проклеивают.

Монтаж системы управления — одна из самых ответственных операций при сборке модели. От правильности ее выполнения в значительной степени зависят летные и пилотажные качества модели. Перечислим основные требования, предъявляемые к системе управления. Прежде всего в узлах должно быть минимальное сухое трение. Система управления должна быть достаточно надежной и долговечной, это в основном и определяет ресурс модели. Ход элементов системы управления необходимо сделать предель-

но легким. Это особенно важно при пилотировании модели на большой скорости. Чем больше скорость модели, тем меньше времени на исполнение фигуры, и поэтому малейшая нечеткость срабатывания вызовет бесконтрольное пилотирование, что приводит к падению модели.

Сборку модели начинают с установки качалки в фюзеляже между лонжеронами. На задней кромке крыла закрепляется кабачик управления закрылками. В заднюю часть фюзеляжа врезают стабилизатор с узлом управления рулем высоты. Шпангоуты грунтуют эмалитом и вставляют на клею в фюзеляж, сам же фюзеляж в задней части склеивают. В нервюрах левого крыла проделывают отверстия для вывода троса из крыла, а в последнюю нервюру или законцовку вклеивают стальные или латунные трубки. На концы тросиков системы управления припаивают карабины из проволоки ОВС $\varnothing 0,8$ мм с латунными трубками — замками.

Качалку сначала соединяют тягой с кронштейном закрылков, а затем уже кронштейн закрылков соединяют тягой с рулем высоты. Сверху и снизу к фюзеляжу приклеивают пластины и обрабатывают их наждачной бумагой. Центроплан крыла у фюзеляжа зашивают бальзовыми пластинами. Далее к фюзеляжу приклеивают киль, конструкцию шлифуют и покрывают двумя слоями нитролака. Модель оклеивают тонкой капроновой тканью или длинноволокнистой бумагой.

Из бальзовой пластины толщиной 4 мм вырезают и обрабатывают по чертежу закрылки и рули высоты. К крылу и стабилизатору они прикрепляются капроновыми нитками или тонкой леской. Модель покрывается тремя слоями эмалита, одним слоем паркетного лака, разведенного ацетоном. Это предохранит поверхность модели от пропитывания маслами и спиртом. В заднюю часть фюзеляжа вклеивают проволочное кольцо для закрепления ленты, необходимой для ведения воздушного боя.

Модель мастера спорта СССР международного класса Б. Киселева

Эта модель отличается большой скоростью и маневренностью при ведении воздушного боя, она устойчива в горизонтальном полете. Хорошее натяжение корды при всех эволюциях как с лентой, так и без ленты обеспечивает надежная работа двигателя. На модели установлены система остановки двигателя в полете и приспособление сброса ленты. На модели такой схемы удалось достичь высоких результатов (рис. 69).

На рисунке 70 показана последовательность изготовления модели. Рекомендуется в первую очередь сделать металлические детали и узлы, а затем деревянные. Переднюю кромку крыла можно изготавливать параллельно с металлическими деталями.

Материалы: прутки $\varnothing 15$ мм (сталь 45), лист толщиной 1,5 и 6 мм (Д16Т), лист толщиной 4 мм (магний МА-8), проволока ОВС $\varnothing 0,5$; $\varnothing 0,8$; $\varnothing 1,5$ мм, жесть толщиной 0,25–0,3 мм, латун-

ная или медная трубка \varnothing 3 мм, олово, телефонный провод, нитки № 10, эпоксидная смола ЭД-6, ЭД-5, эмалит, ацетон, длинноволокнистая бумага или тонкий шелк, сосновые лонжероны, фанера толщиной 2 мм, балза.

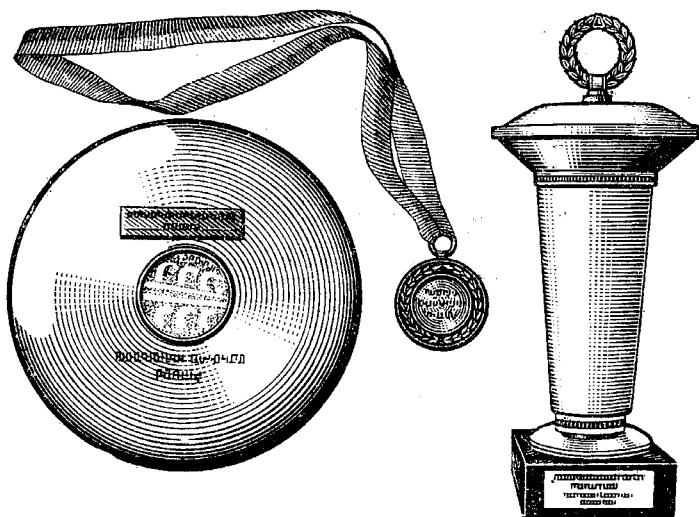


Рис. 69. Награды, полученные за победу модели Б. Киселева «Дракон-3» на чемпионате мира 1970 г.

Для ускорения работы планируйте ее так, чтобы сушка клея приходилась на заключительные этапы работы при сборке отдельных частей модели.

Первым делом надо вырезать шаблоны крыла из листового дюралюминия или фанеры. Теперь займемся топливным баком (рис. 71); чтобы его выгнуть, потребуется оправка из твердых пород дерева (бук, граб). Бачок объемом 90 см³. Швы и места вывода трубок из бака следует тщательно пропаять, после чего бак надо промыть мыльным раствором и высушить.

Предлагается два варианта системы управления (рис. 72): стандартная качалка или сопряженная с узлом остановки двигателя в полете, принцип работы которого основан на разгерметизации бака. Механизм срабатывает от резкого рывка корд на себя. Устройство системы будет рассмотрено ниже. Затем надо сделать кронштейн руля высоты, карабины для сцепления модели с кордами и жестяные петли для шарнирного соединения руля высоты с крылом.

Следующий этап — изготовление моторамы. Прежде всего на токарном станке надо выточить из стали 45 \varnothing 15 мм четыре грибка крепления двигателя. Сама моторама — из фанеры толщиной 2 мм, на нее наклеиваются два грабовых бруска, а с противопо-

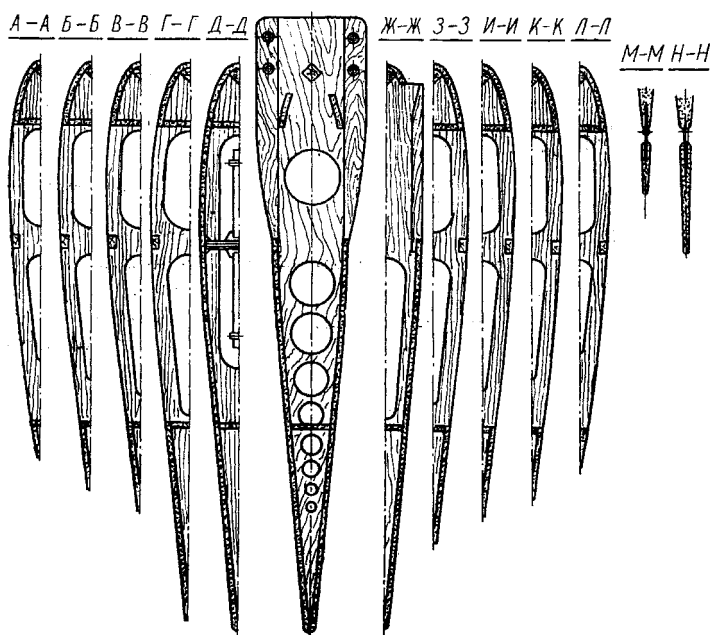
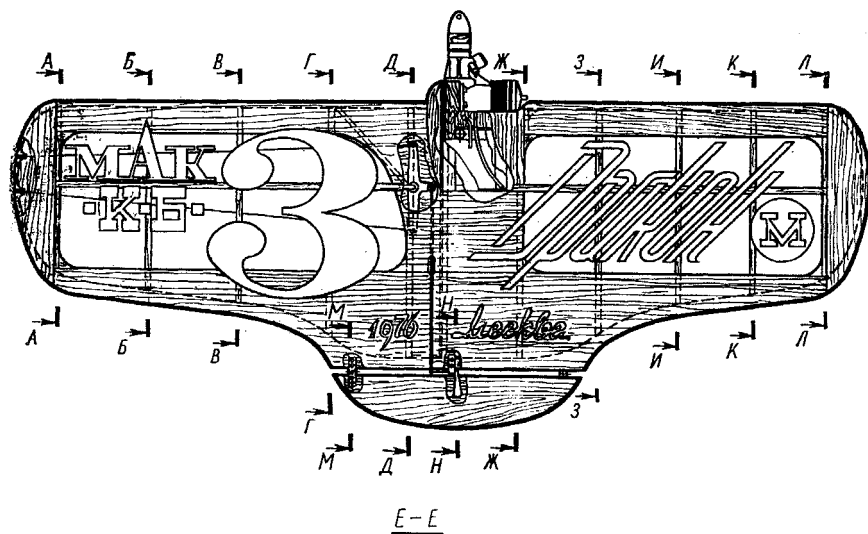


Рис. 70. Модель «Дракон-3»

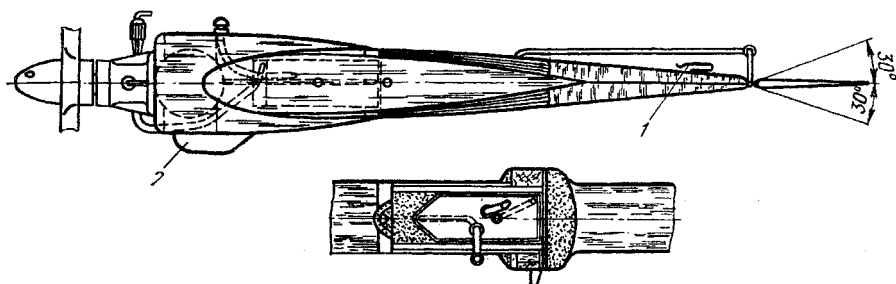


Рис. 71. Расположение системы питания и отклонения руля глубины:

1 — крепление ленты; 2 — лыжи

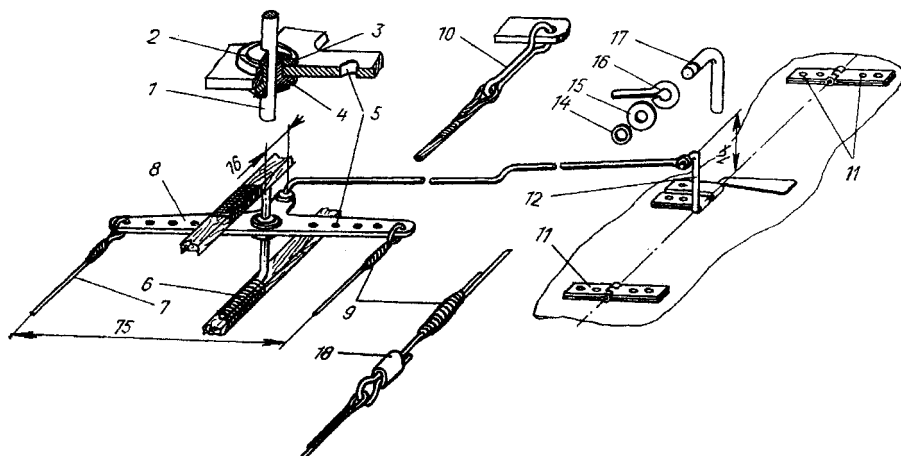


Рис. 72. Система управления модели «Дракон-3»:

1 — ось качалки (проволока ОВС диаметром 2 мм); 2 — фиксирующие шайбы (жесть); 3 — шайба втулки (сталь 30ХГСА); 4 — втулка качалки (сталь 30ХГСА); 5 — отверстия для облегчения качалки; 6 — нитки с эпоксидной смолой; 7 — стальной трос диаметром 0,6—0,8 мм; 8 — качалка (Д16Т); 9 — медная проволока диаметром 0,1—0,2 мм, пропаянная оловом; 10 — соединение качалки с тросом (проволока ОВС диаметром 0,8 мм); 11 — петли (жесть 0,3 мм); 12 — рычаг и тяга (проволока ОВС диаметром 1,5 мм); 13 — контршайба (медь); 14 — фиксирующая шайба; 15 — углубление для контршайбы; 16 — тяга, обжатая до диаметра 1,2 мм и развернутая до диаметра 1,5 мм; 17 — часть рычага, расклепываемая перед вклеиванием; 18 — замок (сжатая трубка диаметром 3,2 мм)

ложной стороны вставляют грибки. Обрабатывается моторама по шаблону, соответствующему центральной части крыла. Лонжероны доводят на протяжке, затем из бальзовых пластин следует вырезать нервюры крыла. Обрабатывать их лучше всего в пачке. Для этого заготовки нервюр собирают на двух шпильках так, чтобы контрольные шаблоны находились с внешних сторон. «Бутерброд» тщательно обрабатывается по контурам, затем пачку разбирают, нервюры пронумеровывают и облегчают.

Теперь можно приступать к сборке каркаса крыла. Надо отнестись к этой операции очень серьезно и самое главное — не допускать перекосов. Лучше всего сделать стапель, в котором можно зафиксировать элементы крыла и контролировать правильность склейки. Заднюю кромку лучше всего вырезать из двух бальзовых пластин по фанерному шаблону, а для изготовления передней кромки потребуется оправка, напоминающая лобовую часть модели до лонжерона. Распаренную в горячей воде бальзовую пластину надо согнуть на оправке и высушить, после чего вырезать по размерам, снять с оправки и приклеить к крылу. Прочность крыла существенно возрастает, если промежутки между передней и задней кромками зашить бальзовыми пластинами.

Следующая операция — монтаж качалки или же механизма остановки дригателя, последний клеивается между тщательно обмотанными нитками и пропитанными клеем лонжеронами. Законцовки обрабатываются по шаблону, облегчаются изнутри с помощью полукруглой стамески и приклеиваются на свои места. Затем монтируется бак, и центроплан зашивают. В местах соединения кромок и законцовок ставятся бальзовые уголки. Для прочности и хорошего обтекания потоком воздуха к мотораме приклеивают обтекатель. Остается изготовить руль высоты. Вырезается он из бальзовой пластины по шаблону, затем его обрабатывают шкуркой и оклеивают шелком на эмалите. После сушки руль стыкуется с моделью.

Всю конструкцию тщательно шлифуют шкуркой и два раза покрывают жидким эмалитом. Из крыла выводят тросики управления. В местах их вывода вклеивают латунные трубки, чтобы уменьшить трение и не давать им прорезать бальзовую законцовку. На концы тросиков надо припаять карабины, обмотанные в местах пайки тонкой медной проволокой. Посередине руля высоты вклеивается кронштейн, соединяется проволочной тягой с качалкой и фиксируется шайбой. Для этого наматывают 2—3 витка медной проволоки, которые затем опаивают.

Вся модель оклеивается тонкой шелковой тканью. Технология этой операции несколько отличается от оклейки модели бумагой. Вначале ткань приклеивают к центроплану, затем к кромкам и законцовкам. Нервюры также промазывают клеем, а лишний шелк по контуру модели обрезают лезвием бритвы. Обтянутые шелком поверхности пропитывают клеем. Нитрокраской на плоскости крыла наносят раскраску и буквенные индексы. Всю поверхность модели покрывают лаком, предохраняющим модель от горю-

чей смеси. Высохший лак убирается с металлических деталей, а систему управления тщательно проверяют на легкость хода.

Вот, собственно, и все. На модель устанавливается двигатель,

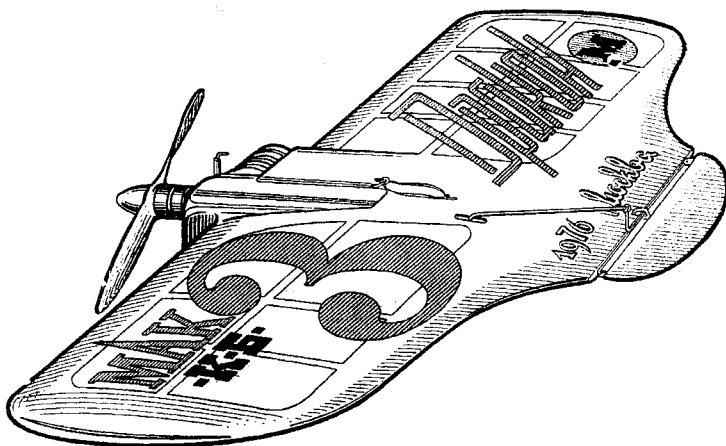


Рис. 73. Общий вид модели «Дракон-3»

подсоединяется система питания, корды — и модель к полету готова (рис. 73). Рекомендуется сделать 1—2 полета на богатом режиме. Это очистит бачок от посторонних частиц, пыли, случайно попавших туда во время работы.

Технические данные

1. Планер:
 - размах крыла — 753 мм;
 - несущая площадь — 14,75 дм².
2. Двигатель:
 - рабочий объем цилиндра — 2,47 см³;
 - объем камеры сгорания — 0,28 см³;
 - эксплуатационные обороты — 21 000 об/мин.
3. Система питания:
 - под давлением (из картера двигателя);
 - подача топлива — двухкамерный;
 - топливный бак — 90 см³.
4. Модель:
 - взлетная масса — 360 г;
 - нагрузка — 24,4 Г/дм²;
 - собственная скорость в горизонтальном полете с лентой — 130 км/ч,
 - без ленты — 150 км/ч;
 - скорость при подгоне — до 165 км/ч;
 - минимальный радиус округления траектории полета — 3,5 м.

Для остановки двигателя в полете разработан специальный механизм, вмонтированный в систему управления.

Узел управления (рис. 74) состоит из следующих деталей: 1 — основание (рельс), 2 — пружина, 3 — ось качалки, 4 — ползунок, 5 — прижимная пружина, 6 — качалка, 7 — шуруп, 8 — крючок-ограничитель.

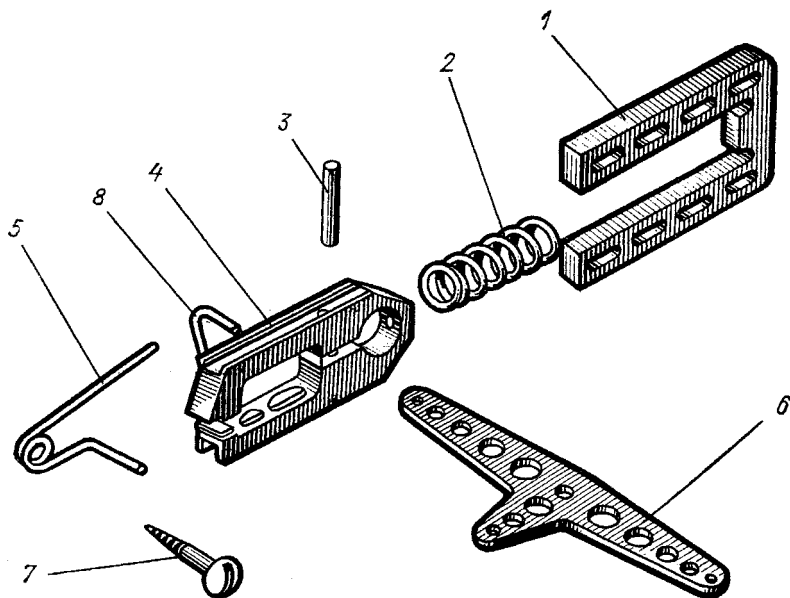


Рис. 74. Система для остановки двигателя в воздухе:

Механизм работает следующим образом. В полете качалка 6, соединенная осью 3 с ползунком 4 и крючком-ограничителем, сжимает пружину 2, но натяжение корд в обычном полете не сжимает пружину до упора и не перемещает ползунок, освобождающий пережимную пружину 5.

Чтобы заглушить двигатель, модель переводится в горизонтальный полет, и спортсмен делает резкий рывок ручкой управления к себе. В результате пружина 2 дополнительно сжимается, ползунок 4 сдвигается и освобождает пружину 5. Та в свою очередь освобождает дренажную трубку, идущую к топливному баку. Давление в нем падает, и поступление топлива в двигатель прекращается.

Регулировка механизма заключается в подборе пружины 2. Жесткость ее должна быть такой, чтобы механизм срабатывал при нагрузке на кордах в 11 кгс.

Хочется предложить вам улучшенный вариант предыдущей модели.

Элементы конструкций в ней значительно упрощены, что позволяет быстро ремонтировать попавшую в аварию модель. Использование новых материалов позволяет избежать при падении мо-

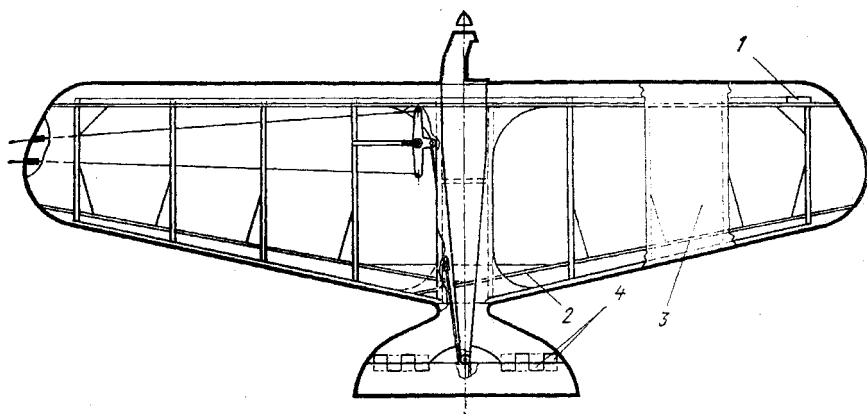


Рис. 75. Модель типа «ласточка»:

1 — свинцовый груз (10 г), 2 — усиление кромок (сосна 6×3 мм), 3 — лавсановая пленка;
4 — петли руля (шелковая лента)

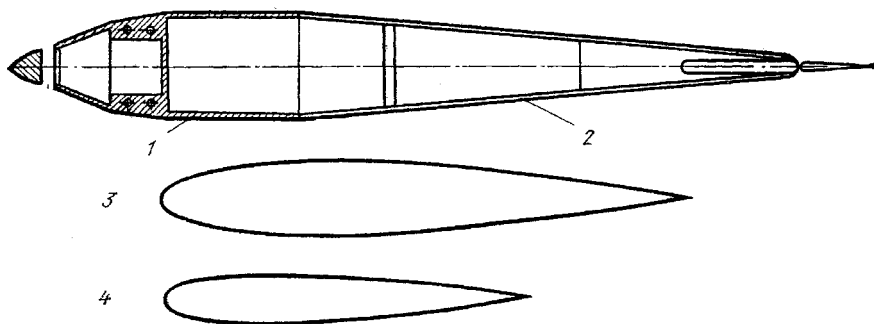


Рис. 76. Фюзеляж и нервюры:

1 — подмоторная рама, 2 — фюзеляж, 3 — корневая нервюра, 4 — концевая нервюра

дели на траву основных поломок и продолжать соревнование дальше. Система питания и конструкция бака рассчитаны на двигатель с калильным зажиганием.

Начинаем, как и во всех предыдущих случаях, с чертежей общего вида модели и чертежа моторамы. Моторама модели магниева (рис. 75), что увеличивает ее прочность и позволяет уложиться в предельный вес.

Фюзеляж модели (рис. 76) из стеклопластика. Для его выклейки стеклоткань пропитывают эпоксидной смолой и в два-три слоя наматывают на оправку. Поверх ткани накладывается астролон и обжимается резиновой лентой. После отверждения смолы

получается конусная труба. Ее обрезают по чертежу и вклеивают в нее шпангоуты, после чего стеклопластиковый фюзеляж склеивают с моторамой.

Теперь надо заготовить пластины из бальзы для нервюр, задних и передних кромок, стабилизатора, законцовок и руля высоты.

Для увеличения прочности передней кромки к ней приклеивают сосновые лонжероны, после этого она обрабатывается по профилю. Заднюю кромку также усиливают лонжероном, а затем к ней по чертежу приклеивают бальзовый стабилизатор. В фюзеляже прорезают пазы и в них вставляют на клею переднюю и заднюю кромки. Теперь нужно изготовить шаблоны — их придется делать для каждой нервюры. Выпилив нервюры из бальзы, их тоже вклеивают по чертежу. Центроплан модели зашивают бальзовыми пластинками. На концы крыла наклеивают законцовки из легкой бальзы. Руль высоты также вырезают из мягкой бальзы. Для увеличения прочности соединения нервюр с задней кромкой места стыков усиливают уголками из бальзы, вклеенными на эпоксидной смоле. В левой части крыла устанавливают качалку из Д16Т и проволоки ОВС \varnothing 3 мм, а на руль высоты — кронштейн. Тягу лучше всего сделать из велосипедной спицы. В отверстия качалки заделывают и оплавляют тросики, выводят их из крыла, а в законцовку в месте вывода для уменьшения трения вклеивают две латунные трубки. На концы тросиков припаивают карабины из проволоки ОВС \varnothing 0,8 мм. Имеет смысл ввести простейшую цветовую индикацию — окрасить тросик, натяжение которого поворачивает руль высоты в верхнее положение, в красный цвет. Теперь вы не перепутаете корды при соединении их с моделью. В законцовку правой половины крыла вклеивают свинцовый груз (10—15 г) для компенсации веса корды и системы управления. Всю модель тщательно вышкуривают и покрывают одним-двумя слоями жидкого эмалиста, после чего еще раз мелкозернистой наждачной бумагой сбивают ворс. Стабилизатор и руль высоты оклеивают длинноволокнистой бумагой, после чего на тканевых лентах руль навешивают на модель. Проследите, чтобы лента в местах сгиба не пропиталась клеем, в противном случае в полете она сломается и руль оторвется. Приступаем к оклейке. В отличие от предыдущих моделей здесь применена цветная лавсановая пленка толщиной 0,02 мм. Закреплять обшивку можно клеем на резиновой основе типа БФ-4, БФ-6, БФ-88. На элементы конструкции наносят один-два слоя жидкого клея, затем вырезанная с небольшим запасом пленка накладывается на модель и места соприкосновения с конструкцией проглаживаются горячим утюгом или паяльником со специальным наконечником, при этом клей затвердевает. Вода этим же горячим предметом по поверхности пленки, натягивают ее, и получается хорошая и прочная поверхность. Лишнюю пленку обрезают по контуру острой бритвой. Такое покрытие не боится сырости, жары или холода. Бак модели — из детской соски, его вставляют в модель перед самым ее запуском.

Технические данные

1. Планер:

размах крыла	— 910 мм;
несущая площадь	— 19,4 дм ² .
2. Двигатель:

рабочий объем цилиндра	— 2,47 см ³ ;
объем камеры сгорания	— 0,28 см ³ ;
эксплуатационные обороты	— 23 000 об/мин.
3. Система питания:

топливный бак	— резиновый;
подача топлива	— под давлением;
полезный объем бака	— 90 см ³ .
4. Модель:

взлетная масса	— 340 г;
нагрузка	— 17,6 Г/дм ² ;
собственная скорость в горизонтальном полете с лентой	— 130 км/ч;
без ленты	— 150 км/ч;
скорость при подгоне	— до 165 км/ч;
минимальный радиус скругления траекторий полета	— 3 м.

Профиль крыла: двояковыпуклый, симметричный, $C=14,5\%$.

Модель коллектива московских спортсменов

На протяжении ряда лет одной из ведущих в нашей стране является команда Москвы. В ней сложились определенные традиции. Так, подготовка к выступлениям на соревнованиях, как правило, начинается загодя. В конце сезона спортсмены собираются, обсуждают свои успехи, поражения, делятся своими соображениями. На этих встречах спортсмены передают начинающим свои знания и опыт, чтобы те знали правильные направления строительства и эксплуатации моделей. Это своего рода школа московских спортсменов.

Модель московских спортсменов (рис. 77), пожалуй, сочетает в себе те основные качества, которые должна иметь модель воздушного боя в современных соревнованиях. Устойчивость в горизонтальном полете разумно сочетается с хорошей маневренностью. При увеличении скорости полета пилотажные качества модели не ухудшаются. Модель москвичей сделана из бальзы, но можно применять и отечественные материалы (сосну, липу, фанеру).

Начало работы над любой моделью — заготовительные операции. Выпиливают бруски бальзы для передней и задней кромок, пластины на нервюры, законцовки и руль высоты. Затем из сосны изготавливают лонжероны для усиления передних и задних кромок крыла и выноса центроплана. Из бальзовых пластин по шаблону вырезают нервюры, подготавливают законцовки, кромки и руль высоты. Теперь можно приступать к сборке. Эту работу лучше производить на стапеле (рис. 78), который можно сделать из древесностружечной плиты.

После склейки каркаса ставятся на свои места законцовки и усиливающие уголки. Кронштейн качалки выпилен из двух склеенных между собой фанерных пластин толщиной по 1,5 мм. Из фа-

неры той же толщины вырезают усиливающие детали крепления моторамы к модели. Качалка — из материала Д16Т толщиной 2 мм. Тросики управления качалкой имеют толщину от $\varnothing 0,8$ мм до $\varnothing 1,0$ мм. Карабины сгибают из проволоки ОВС $\varnothing 0,8$. Тросики припаивают к качалке через промежуточную проволоку $\varnothing 1,0$ мм, с другой стороны к тросикам прикрепляются пайкой карабины. В законцовку внешнего крыла вклеивают грузик (10 г) для компенсации массы системы управления. Тяга руля высоты сделана из велосипедной спицы. Применять ее удобно потому, что один из ее концов имеет головку, и мы избавляем себя от лишней пайки в системе управления. Петли руля высоты выреза-

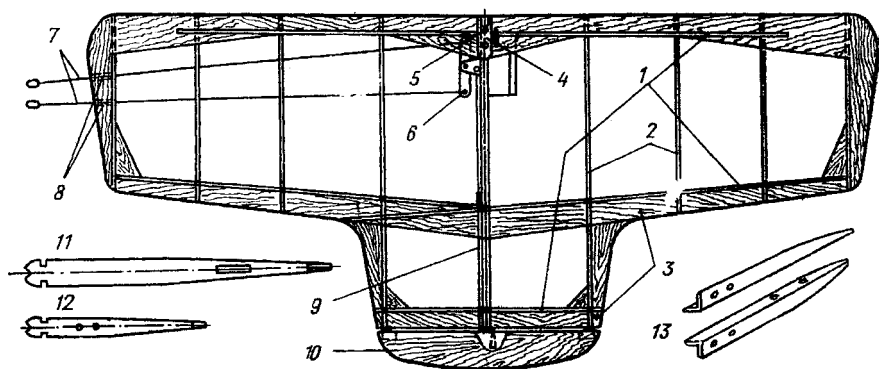


Рис. 77. Спортивная модель типа «летающее крыло»:

1 — усиление конструкции (сосновые лонжероны); 2 — бальзовые нервюры; 3 — задняя кромка крыла и центроплана; 4 — усиление крепления подмоторной рамы (фанера 1,5 мм); 5 — грибки крепления двигателя модели (Д16Т); 6 — качалка (Д16Т); 7 — стальной трос диаметром 0,9—1 мм; 8 — направляющие трубки (латунь); 9 — тяга, соединяющая качалку и кронштейн руля; 10 — руль глубины; 11 — центроплан; 12 — концевая нервюра; 13 — подмоторная рама

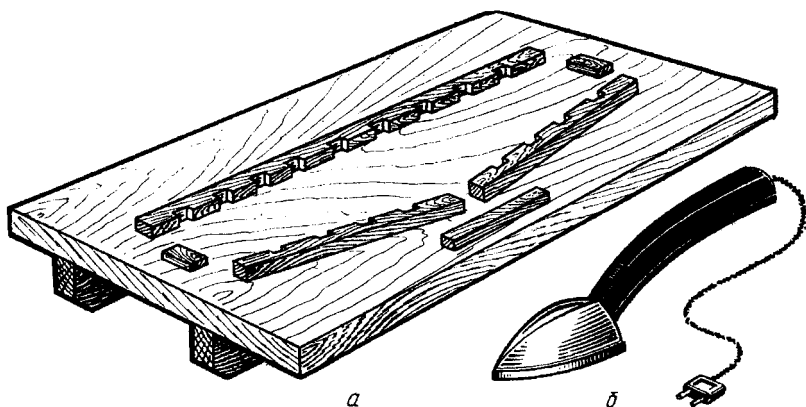


Рис. 78. Стапель для сборки моделей (а) и утюг «малыш» для обклейки моделей (б)

ны из жести толщиной $0,25 \div 0,3$ мм. Для лучшего склеивания петьель с бальзовым рулем и кромкой обязательно просверлите в пер-вых отверстия. В месте выхода тяги из крыла располагается фа-нерное ушко — через него выходит тяга. Кронштейн руля высо-ты — из проволоки $\varnothing 1,6—2,0$ мм, на нем согнута петля из жести. Бак спаян из жести толщиной $0,2 \div 0,25$ мм, его объем 100 см^3 . Он может быть сделан в виде домика или же прямоугольным. В местах крепления моторамы к модели вклеены дюралюминиевые втулки с внутренней резьбой М3. Затем модель тща-тельно вышкуривают и покрывают слоем клея БФ-6. Как только клей начнет подсыхать, модель оклеивают лавсановой пленкой любого цвета. После высы-хания клея пленку надо натянуть: сделать это лучше всего утюгом «малыш», выпускаемым нашей промышленностью. Руль высоты тоже можно оклеить пленкой и вклеить его в готовую модель. Сборку модели можно производить на клее АГО, а основные де-тали и силовые узлы — на эпоксидной смоле.

Облетав модель, займитесь ее усовершенствованием, поста-райтесь уменьшить ее массу, сохранив при этом ее прочность.

Для улучшения летных качеств на модель можно установить двигатель с калильным зажиганием. Это поможет достичь боль-шей скорости, к тому же калильный двигатель значительно умень-шит массу всей модели, поскольку он легче компрессионного.

Модель мастера спорта СССР международного класса О. Дорошенко

Для успешного выступления только в одних соревнованиях по воздушному бою спортсмену необходимо иметь минимум 5—6 моделей. Если учесть, что соревнования бывают три-четыре-раза в сезон, то становится очевидным, что вам понадобится до-статочно много моделей (рис. 79). А организация мелкосерийного «производства» невозможна без некоторых приспособлений, облег-чающих сборку и сокращающих время на изготовление моделей.

Во-первых, на все деревянные детали модели надо сделать специальные шаблоны (рис. 80). Во-вторых, сборку крыла лучше всего производить в стапеле — это исключит перекосы и даст су-щественный выигрыш во времени. Все эти принципы весьма успеш-но использует в своей работе О. Дорошенко.

Сборка моторамы ведется в следующем порядке: к изготов-ленной из фанеры толщиной 2 мм центральной нервюре приклеи-ваются на эпоксидной смоле бруски из граба и устанавливаются дюралюминиевые грибки крепления двигателя, далее на этой же нервюре монтируются бак и блок механизма остановки двига-теля модели. Весь узел вклеивается в собранное крыло, модель вышкуривают и обтягивают длинноволокнистой бумагой с после-дующим покрытием тремя слоями нитролака «551» (эмалит) и ан-тиметаноловым лаком. Установка стабилизатора производится в последнюю очередь.

Для облегчения работы механика на старте модель снабжена

устройством сброса ленты, действие которого основано на освобождении прижимной резинки из зацепления с рычагом крепления ленты максимальным отклонением руля вниз.

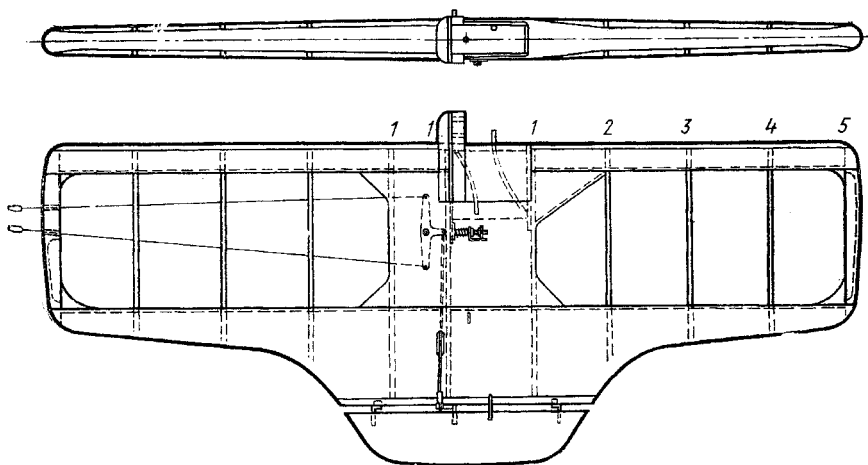


Рис. 79. Модель О. Дорошенко

На модели установлен калильный двигатель собственной конструкции, разработанный специально для моделей воздушного боя, а также специально подобранный винт (рис. 81).

Технические данные

Размах крыла	— 680 мм
Несущая площадь	— 14,7 дм ²
Масса	— 280 г
Нагрузка	— 19 г/дм ²
Скорость по кругу	— 154 км/ч
Скорость по кругу с лентой	— 160 км/ч
Объем бака (общий)	— 106 см ³

О. Дорошенко стал чемпионом мира в 1980 г., правда, на несколько иной модели. И все же в основе его новой модели остался принцип «летающего крыла».

Победа О. Дорошенко еще раз показала умение наших спортсменов побеждать сильных соперников. О. Дорошенко удалось достичь этой вершины упорным трудом, большой работой над собой и своими моделями.

Значителен вклад в эту победу и его тренера В. Коровина, который на протяжении многих лет готовит сборную команду РСФСР и ни на минуту не сбавляет темпы работы, совершенствуя методы подготовки спортсменов к соревнованиям. Сейчас с уверенностью можно сказать — есть в Свердловске своя школа подготовки спортсменов в классе моделей воздушного боя, школа оригинальная и нужная.

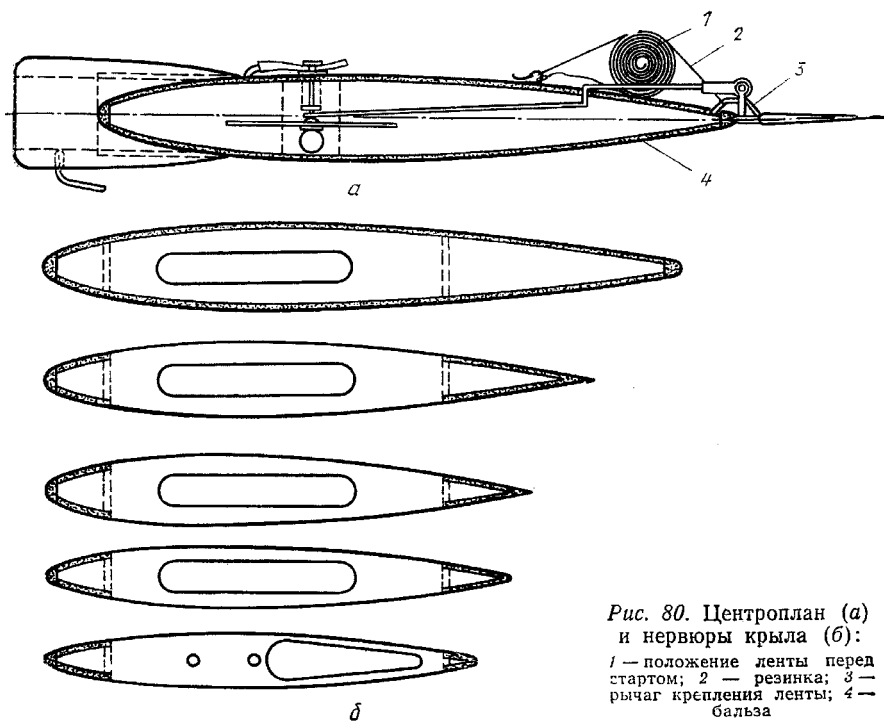


Рис. 80. Центроплан (а) и нервюры крыла (б):
1 — положение ленты перед стартом; 2 — резинка; 3 — рычаг крепления ленты; 4 — бальза

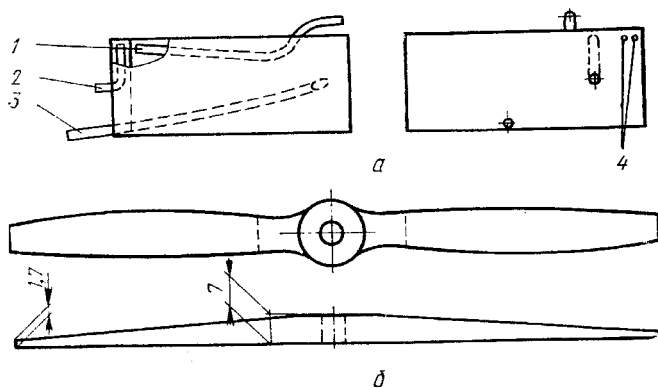


Рис. 81. Топливный бак (а) и винт (б) модели О. Дорошенко:
1 — трубка разгерметизации; 2 — трубка давления; 3 — трубка питания; 4 — отверстия в перегородке бака диаметром 0,8 мм

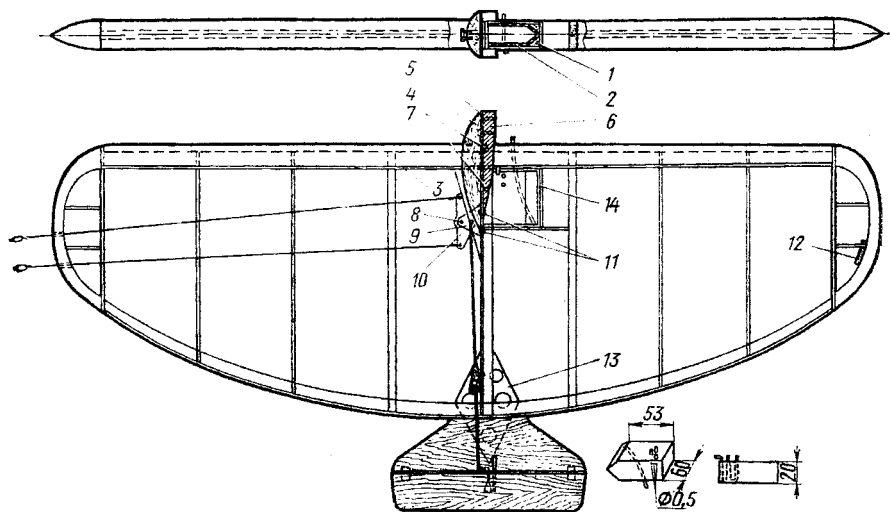


Рис. 82. Модель кубинских спортсменов:

1 — уголки крепления бака (бальза); 2 — уплотнение бака (поролон); 3 — лонжерон (сосна); 4 — обтекатель (бальза); 5 — подmotorная рама (фанера); 6 — подmotorная рама (граб); 7 — штыри (бамбук); 8 — винт М3; 9 — кронштейн (сталь); 10 — качалка (дюралюминий); 11 — заклепка кронштейна; 12 — груз (20 г); 13 — усиление крепления стабилизатора и крыла (фанера); 14 — бак

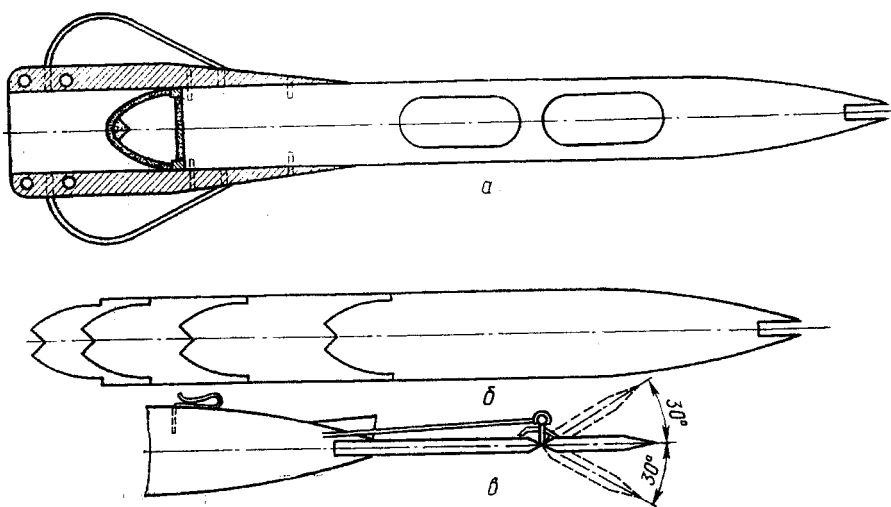


Рис. 83. Фюзеляж (а), шаблоны (б) и стабилизатор с рулем высоты (в)

ЗАРУБЕЖНЫЕ СПОРТИВНЫЕ МОДЕЛИ

Модель кубинских спортсменов

Эта модель разработана и изготовлена кубинскими спортсменами совместно с советским тренером Н. Наумовым. Модель оснащена микродвигателем MVVC 2,5 Д.

Учебно-тренировочные полеты показали хорошие летно-технические качества модели, отвечающие требованиям данного класса моделей (рис. 82). Топливная смесь подается из бака модели под давлением, которое забирается из картера двигателя. Нервюры модели изготовлены по шаблонам, изображенным на рис. 83.

Модель сделана практически целиком из бальзы и обтянута длинноволокнистой бумагой. Как вариант, возможна обтяжка лавсановой пленкой, что значительно увеличит ресурс модели и предохранит ее от повреждений при неудачных посадках.

Модель английского спортсмена Д. Даудесвелла

Крыло — трапециевидной формы с 10%-ным симметричным профилем характерной неплавной формы. Его продольный набор (рис. 84) состоит из легкого двухполочного лонжерона 1 (полки из сосны 5×4 мм) и массивных передней и задней кромок.

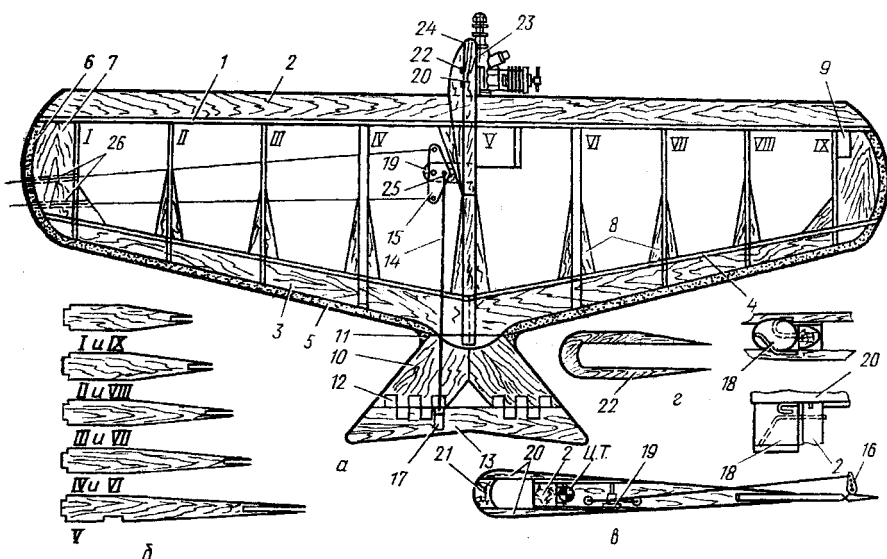


Рис. 84. Модель Д. Даудесвелла (Великобритания):

а — общий вид; б — шаблоны нервюр; в — центральная нервюра модели; г — усиление подмоторной рамы; 1 — двухполочный лонжерон; 2 — передняя кромка; 3 — задняя кромка; 4 — стенка; 5 — планка; 6 — законцовка; 7 — пластинка для усиления законцовки; 8 — косынка; 9 — груз; 10 — стабилизатор; 11 — уголок для усиления стабилизатора; 12 — петли; 13 — руль высоты; 14 — тяга; 15 — качалка; 16 — кронштейн; 17 — прокладки; 18 — бачок; 19 — кронштейн управления; 20 — подмоторная рама; 21 — лобовик; 22 — обтекатель; 23 — подмоторные бруски; 24 — прокладка; 25 — ось качалки; 26 — трубки

няя кромка 2 — из твердой бальзы шириной 25 мм, а задняя кромка 3 — из легкой бальзы толщиной 6 мм. Для большей жесткости к ней подклеена стенка 4 из сосны 6×3 мм и треугольная планка 5 из твердой бальзы или липы.

Поперечный набор нервюр — из бальзовых пластин различных толщин, бальзовых законцовок 6 (толщиной 8 мм) и зашивок 7 (толщиной 6 мм). Нервюры I, II, VIII, IX — толщиной 3 мм, IV, VI — 9,5 мм, III, VII — 6 мм, а центральная нервюра V — из твердой бальзы толщиной 13 мм. Для увеличения жесткости к нервюрам и задней кромке приклеены бальзовые косынки 8 (толщиной 6 мм). К нервюре IX правой консоли прикреплен свинцовый груз 9.

Стабилизатор 10 и уголок 11 — из бальзовых пластин толщиной 5 мм. Они крепятся к задней кромке крыла и к нервюре эпоксидным клеем. К стабилизатору нейлоновыми петлями 12 крепится руль высоты 13 — из бальзовой пластины толщиной 3 мм. Он приводится в движение тягой 14 из велосипедной спицы и качалкой 15 с длиной плеча 50 мм (дюралюминиевая пластина). Задний конец тяги загнут и соединен с кронштейном 16 руля высоты.

Кронштейн из дюралюминиевой пластины толщиной 1 мм крепится к рулю двумя алюминиевыми заклепками через прокладки 17 из фанеры толщиной 1 мм (сверху и снизу руля). Вдоль продольной оси модели на крыле располагается силовая балка: на ней смонтирован двигатель, бак 18 и кронштейн управления 19. К ней же крепится обтекатель 22. Силовая балка состоит из рамы 20, лобовика 21, обтекателя 22 и подмоторных брусков 23. Детали 20, 21 и 22 — из твердой бальзы толщиной 13 мм, а деталь 23 — из твердого дерева или фанеры толщиной 3 мм. Между деталями 20 и 22 вклеена фанерная прокладка 24 толщиной 1 мм. Кронштейн 19 — из фанеры толщиной 3 мм через нижнюю прорезь нервюры приклеивается к раме 20 и прошпильтовывается. К кронштейну проволоочной осью 25 крепится механизм управления — качалка и корды. На выходе из крыла корды пропущены через латунные трубки 26, вклеенные в деталь 7 левой консоли. Топливный бак овальной формы из латуни. Он крепится эпоксидным клеем к передней кромке 2, полкам 1, раме 20 и нервюре V. Размах крыла модели — 910 мм, масса — 450 г. Двигатель «Оливер Тайгер» — 2,5 см³. Обтяжка модели из нейлоновой ткани (между нервюрами IV и VI) и из тонкого пластика «солар-фильм». Модель очень быстроходна и маневренна.

Модель «Суперстар» Р. Вылкинса

Модель воздушного боя английского спортсмена Р. Вылкинса «Суперстар» (рис. 85) представлена двумя ее модификациями: II и III (модификация III — более поздняя). Особенность этих моделей в том, что сделаны они, в основном, из легкого пенопласта. Бальза и фанера присутствуют на модели только как дополни-

тельные усиления в ответственных, сильно нагруженных местах конструкций. Изготовление моделей из пенопласта имеет ряд особенностей, поэтому ознакомимся с технологией обработки, склеивания, окраски и особенностями эксплуатации этого материала. При работе с пенопластом надо помнить, что он хорошо

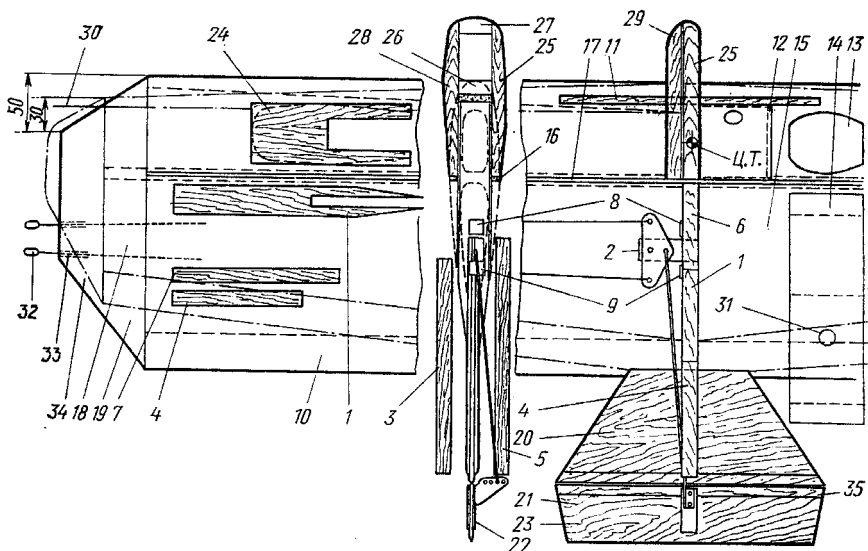


Рис. 85. Модель Р. Вылкина (Великобритания):

1 — вкладыш (бальза); 2 — кронштейн крепления качалки (фанера 3 мм); 3 и 5 — усиливающие накладки; 4 — прокладка (бальза); 6 и 7 — усиление центральной нервюры (фанера); 8 и 9 — упоры качалки; 10 и 15 — крыло (пенопласт); 11 — усиление передней кромки (бальза); 12 и 13 — боковые стенки топливного бака (бальза); 14 — стенка ниши топливного бака (картон); 16 и 17 — сечение полок лонжерона; 18 и 19 — законцовка крыла; 20 — стабилизатор; 21 — руль глубины; 22 и 23 — усиление для руля (фанера); 24 и 29 — обтекатель (бальза); 25 и 28 — бруски моторамы (бук, граб); 26 и 27 — вкладыши-подмоторной рамы; 30 — место балансировочных шпилек; 31 — отверстие для бака; 32 — выводы управления; 33 — латунная трубка; 34 — законцовка

растворяется многими органическими растворителями, поэтому нельзя допускать соприкосновения пенопласта с аэролаком, ацетоном, нитролаками, цапоновыми клеями, дизельным топливом, огнеупорными лаками на основе целлюлозы. Перед употреблением того или иного клея, растворителя или покрытия целесообразно испытать их на кусочках пенопласта. Склеить пенопласт можно эмульсией ПВА, эпоксидной смолой. Возможно использование и другого клея с временем схватывания до 5 мин и не растворяющего этот материал. При установке силовых и других ответственных элементов конструкции модели (моторамы, топливного бака и т. п.) следует применять эпоксидную смолу. Для фиксации и стягивания деталей во время склеивания можно использовать липкую ленту или булавки.

Резать пенопласт надо очень острым ножом или бритвенным

лезвием. Можно применять также раскаленный нож или ножовку, горячую проволоку. Если вы хотите воспользоваться другими способами резки или плавления отверстий, то сначала испытайте их на ненужном куске пенопласта. Общая схема обработки следующая: форма детали вырезается бритвой с острым лезвием или модельным ножом, дальнейшая обработка шкуркой, ну и окончательная обработка (шлифование) поверхности — куском пенопласта.

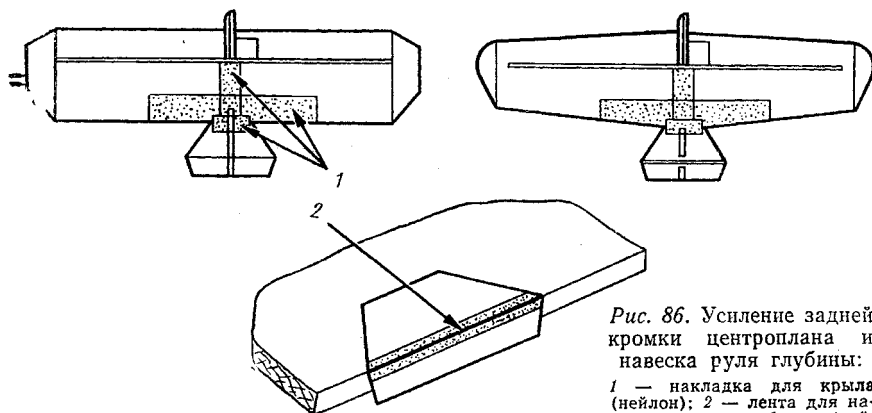


Рис. 86. Усиление задней кромки центроплана и навеска руля глубины:

1 — накладка для крыла (нейлон); 2 — лента для навески руля глубины (нейлон)

Армирование задней кромки крыла. Перед обшивкой модели (рис. 86) следует укрепить заднюю кромку нейлоновой или лавсановой пленкой, иначе крылья при ударе модели о землю могут сломаться. Для этого вдоль всей задней кромки крыло покрывается нейлоновой лентой длиной 450 мм и шириной 75 мм. Делается это так: смешайте 8—10 чайных ложек клея ПВА с равным количеством воды, размешайте и нанесите смесь на пенопласт, наложите ленту и затем нанесите еще один слой клеящей смеси. Проследите, чтобы не было воздушных пузырьков. После этого наложите центральные и хвостовые ленты на скрепляющие стыки.

Если вы будете покрывать модель лавсановой пленкой, то вместо нейлоновой ленты можете наложить несколько слоев этой пленки для укрепления задней кромки. В этом случае нужно наклеить 6 слоев в следующем порядке: полоса размером 450×50 мм, затем 300×50 мм, 150×50 мм, 100×50 мм, 75×50 мм, 50×50 мм. Единственный недостаток этого способа в том, что через прозрачную лавсановую пленку просматриваются ленты, и это некрасиво. Лучше выглядит покрытие, если оно выполнено ровным слоем краски. Прежде чем начать обшивку, добавьте ленту для армирования ребра схода.

Перед работой с лавсановой пленкой проверьте ее «реакцию» на воздействие температуры.

Обшивка пенопластовых крыльев. Перед этой операцией необходимо армировать заднюю кромку нейлоновой лентой или лавсановой пленкой.

Лавсановую пленку можно накладывать на бумагу, но не наоборот. Можно обшивать модель гладкой бумагой, лавсановой пленкой или тем и другим одновременно. Были опробованы и другие материалы: самоклеющаяся пленка, листовая бальза, тонкий слой картона и т. п. Применять листовую бальзу не стоит — в результате модель получается довольно тяжелой. Самоклеющаяся пленка дополнительной прочности модели не придает и не очень долго служит. Преимущества же лавсановой пленки в следующем: обтяжка модели занимает мало времени, пленка легче бумаги, проста технология обтяжки и, наконец, нет проблем с окраской — пленка бывает самых разнообразных цветов. Единственный, пожалуй, недостаток лавсановой пленки — она несколько хуже приклеивается к набору.

Преимущества есть и у бумажной обшивки. Основное — это возможность раскрашивать ее самыми фантастическими цветами хумбольдской эмали — в виде фантиков, солнечных лучей, пятен, в клетку, маскировочными пятнами.

Недостатки: значительный период высыхания — 12—24 ч (в зависимости от окружающей температуры). После окраски модель необходимо обработать специальным веществом, предохраняющим от разбедания топливом.

Для обшивки моделей используется грубая оберточная, рисовальная или любая другая бумага, имеющая подходящие свойства.

Для приклеивания обшивки нужен клей ПВА, его разводят очень жидко для пропитывания бумаги.

Бумагу нарезают так, чтобы по всей ширине крыла был припуск около 100 мм. Далее кистью наносят клей на крыло. Бумагу замачивают в воде, промокают салфеткой или тряпкой и еще влажную накладывают на модель. Проследите, чтобы не было воздушных пузырьков, для чего проведите по бумаге кистью или ладонью, начиная от лонжерона вперед и назад — к лобу крыла и к задней кромке. Оберните бумагу вокруг лобика и задней кромки. Переверните модель, под конец крыла подложите бруски, чтобы еще не высохшее крыло не касалось стола, а затем повторите операцию еще раз для обратной стороны крыла. В заключение оберните лобик и заднюю кромку крыла двойным слоем бумаги, это придает конструкции дополнительную прочность. Разумеется, такая модель покажется вам достаточно тяжелой, но она станет легче, когда высохнет клей. Для ускорения сушки можно воспользоваться прибором, подающим подогретый воздух (фен), но при этом надо поворачивать модель через каждые 5—10 минут, иначе возникнут перекосы, если одна сторона высохнет быстрее, чем другая. Не нагревайте модель слишком сильно, иначе пенопласт расплавится и под покрытием появятся полости.

Вот полный перечень элементов обтяжки модели: грубая обер-

точная бумага — для крыльев, лавсановая пленка — для концевых частей крыла и оперения, нейлоновая ткань — для укрепления центральной части; покрытие двумя слоями паркетного лака мото-рамы и крыльев.

Ни одна модель, обработанная таким способом, не разбилась при ударе о землю, они, как правило, летают до тех пор, пока не столкнутся в воздухе.

И еще несколько рекомендаций. Если вы намереваетесь использовать модель в «бою», то перед покрытием усильте лобик крыла проклеенной бумажной лентой. Не покрывайте модель лавсановой пленкой до тех пор, пока не высохнет клей, в противном случае окруженный воздухонепроницаемой пластиковой оболочкой он будет сохнуть очень долго. Концевые части крыла проще обтягивать отдельно. Обтяните лавсановой пленкой крыло, затем прижмите ее и с помощью фена или паяльника, близко поднесенного к покрытию, натяните пленку. Можно разрезать пленку на полосы шириной 150 мм и обтягивать крыло, начиная с задней кромки, обернуть ее вокруг лобика и затем вернуться к задней кромке. Это уменьшит возможность затекания топлива или масла в швы.

Сборка панели крыла начинается с выжигания по чертежу пенопластовых консолей. Для модели «Суперстар II» требуется средняя панель крыла (центроплан) размером $470 \times 260 \times 50$ мм и консоль крыла размером $432 \times 260 \times 50$ мм. Крылья для модели «Суперстар III» должны быть длиннее на 38 мм.

На пенопластовом прямоугольном блоке необходимого вам размера (табл. 7) закрепите гвоздями шаблоны для пазов лонжеронов и полостей внутри консоли крыла. Шаблоны сделайте из металлического листа толщиной $0,5 \div 1$ мм (рис. 87). Затем установите блок на пластину с пазом сверлильного кондуктора и прожгите в обоих крыльях отверстия. Для этого нагрейте проволоку $\varnothing 5$ мм почти докрасна паяльной лампой или спиртовкой и проколите этой проволокой заготовки. Направляющие проволочные петли сверлильного кондуктора должны располагаться на 25 мм выше поверхности с тем, чтобы проволока точно проходила через центр пенопластовой заготовки и выходила в отверстие на нижнем шаблоне. После этого можно выжигателем проделать пазы для лонжеронов, как показано на чертеже.

Теперь снимите шаблоны пазов под лонжероны и полости и закрепите на заготовке гвоздями шаблоны профиля крыла. Вырезать крыло следует выжигателем, начиная вырезание с передней кромки. Все шаблоны должны быть гладкими, иначе проволока выжигателя будет цепляться за неровности и крыло получится ребристым.

При вырезании крыла модели «Суперстар III» следите за тем, чтобы проволока достигала концевой кромки на обоих шаблонах одновременно, иначе говоря, выжигатель должен перемещаться вдоль нижнего большого корневого шаблона быстрее.

Для вырезания законцовок укрепите шаблон законцовки кры-

ла на пенопластовом блоке необходимого вам размера, как показано на чертеже. Установите блок в правильное положение на пластине основания. Включите питание и обведите выжигатель вокруг шаблона. Скорость вырезания должна быть постоянной.

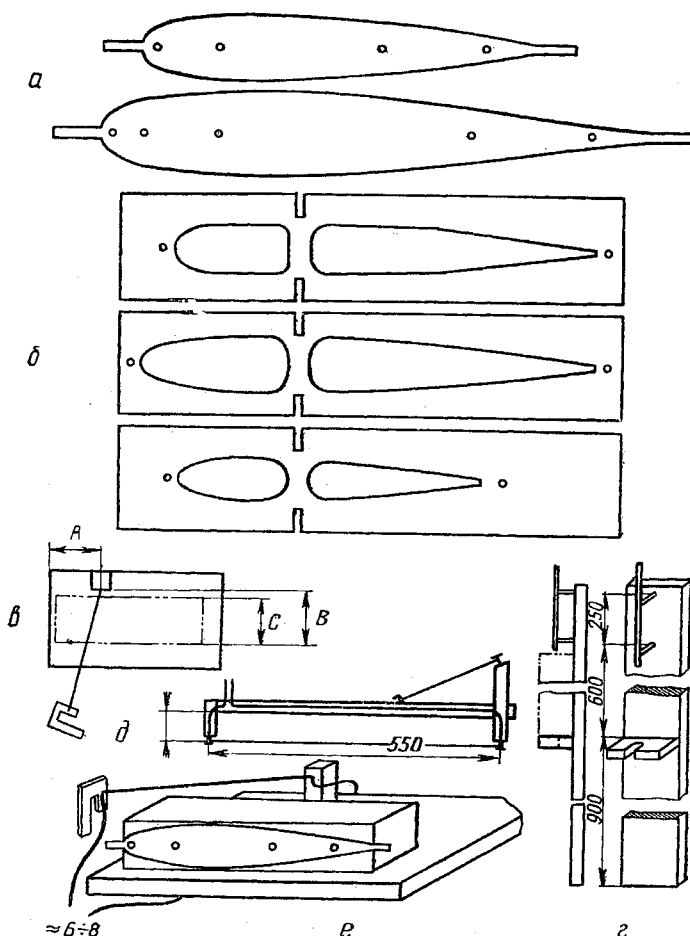


Рис. 87. Шаблоны и приспособления:

а — для изготовления крыльев из пенопласта; б — для облегчения крыльев; в — заготовка; г — кондуктор для прожигания отверстий (вертикальная стойка); д — горизонтальный стол для резки пенопласта; е — способ закрепления шаблонов для вырезания законцовки из пенопласта нихромовой проволокой

Выводные отверстия для тросиков в законцовке внутренней части крыла проделываются надфилем или выжигателем. В законцовки вводятся трубки из стеклопластика внешним диаметром 3 мм и длиной 25 мм и закрепляются эпоксидной смолой.

*

Центральная часть, хвостовое оперение, амортизационная гондола, блок мотора и корневая часть крыла являются идентичными для обеих моделей. Различия только в длине панелей крыльев и законцовок. Лонжероны на модели «Суперстар III» после приклеивания сводятся на конус.

Заплетите и пропаяйте семижильные и выводные тросики на качалке (рис. 88) на длине 50—70 мм, установите тягу управления. Просверлите или прожгите в средней части крыла отверстие

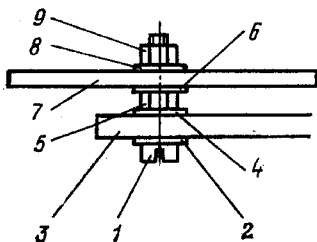


Рис. 88. Крепление качалки на кронштейне фюзеляжа:

1 — болт; 2, 4, 6 и 8 — шайбы;
3 — кронштейн; 5 и 9 — гайки; 7 —
качалка

для тяги управления и без клея соберите центральную нервюру с моделью. Проверьте, насколько полно и свободно перемещаются узлы управления и затем приклейте центральную нервюру к внутренней части крыла. Прорезав острым ножом в крыльях паз, установите передний лонжерон. Бальзовый обтекатель лучше приклеивать эпоксидной смолой, но можно воспользоваться и любым другим клеем. Для этого закрепите обтекатель клейкой лентой, затем вырежьте из консоли участок под обтекатель и проверьте подгонку гондолы и центральной нервюры. Снимите обтекатель и в положении, при котором оба крыла плоско лежат на столе и доске, приклейте консоль крыла и верхний лонжерон. Переверните модель и приклейте нижний лонжерон. Установите обе законцовки, при этом не забудьте пропустить тросики через отверстия законцовки внутренней части крыла. Установите хвостовое оперение и руль высоты под прямым углом друг к другу. Переверните модель и установите нижнюю часть шарнира. Затем покройте стабилизатор лавсановой пленкой, после чего снимите покрытие до дерева там, где склеиваются с рулем высоты стабилизатор с опорными элементами, монтажные пластинки рычага руля высоты. Установите пластинки. Вырежьте в задней кромке крыла канавку глубиной 6 мм на одном уровне с задней частью детали 4 (рис. 85), где хвостовое оперение соединяется с крылом, и приклейте хвостовое оперение.

Расстояние от переднего силового лонжерона до конца модели составит 380 мм.

Готовую модель прошкуривают и окрашивают.

В модель врежьте заранее сделанную топливную гондолу и приклейте ее по чертежу. Затем окончательно обработайте подмоторную раму и обтекатель. Далее подсоединяется и отлаживается система управления. Закрепите на модели клейкой лентой

микродвигатель с воздушным винтом для балансировки. Балансирные шпильки установите в законцовки, как показано на чертеже, и проверьте баланс модели, передвигая микродвигатель вперед или назад. Подобрав балансировку модели, просверлите отверстия под винты крепления двигателя диаметром 2,6 мм и закрепите микродвигатель винтами с шайбами.

Чтобы топливо не просачивалось под покрытие, нанесите вокруг блока мотора амортизационной гондолы и крыла слой эпоксидной смолы. Покройте деревянные поверхности модели двумя слоями лака, стойкого к воздействию горючего, и модель к полету готова.

Технология обработки и склеивания пенопласта

Не допускайте контакта пенопласта со следующими веществами: аэролаком, разбавителями аэролаков, бальзаклеем, полистирольным клеем, полиэфирными смолами, нитроцеллюлозными красками и веществами, горячими или цапоновыми клеями, а также дизельным топливом — все они растворяют пенопласт.

Лучше пользоваться белым клеем ПВА — он довольно быстро высыхает. Эпоксидный клей применяйте для установки двигателя, центральной нервюры и бака. Для фиксации деталей во время схватывания клея пользуйтесь клеейкой лентой. Учтите, что некоторым клеем для высыхания нужен доступ воздуха, поэтому не закрывайте лентой весь шов.

Пенопласт можно резать очень острым ножом или бритвенным лезвием. Можно применять раскаленную электрическим током нихромовую проволоку или ножовку.

Модель Р. Эванса

Модель спортсмена из Великобритании Р. Эванса показана на рисунке 89. Она рассчитана под дизельный микродвигатель с объемом цилиндра 1,5 см³. Модель почти целиком выполнена из бальзы. Исключение составляет буковая моторама. На этой модели очень интересно с точки зрения технологии выполнено усиление выноса к рулю высоты, такой способ обеспечивает хорошую прочность этого места конструкции. Передняя кромка крыла бальзовая, облегченная. Крыло модели прямоугольное, это позволяет очень быстро собирать его. Бак спаян из жести толщиной 0,25—0,3 мм.

Центроплан модели обшит тонкой бальзовой пластиной, что очень удобно в эксплуатации. Качалка модели закреплена на фанерном кронштейне, расположенном на фюзеляже. Тяга сделана из проволоки Ø 1,5 мм. Модель оклеена лавсановой пленкой или тонкой шелковой тканью, два-три раза пропитанной эмалитом.

Такая модель доступна в своей постройке как для спортсменов, так и для школьников. Модель развивает достаточно хорошую скорость, она маневренна, а также имеет хорошее натяжение корды во всей сфере полета.

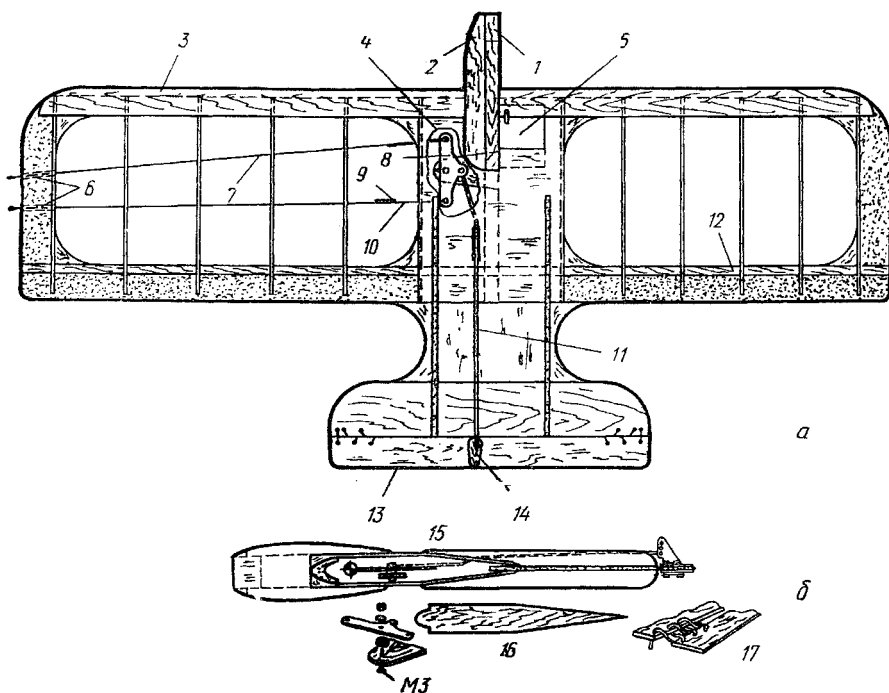


Рис. 89. Модель Р. Эванса (Великобритания):

a — общий вид; *б* — вид центроплана в профиль; 1 — подмоторная рама; 2 — бальзовый обтекатель; 3 — передняя кромка крыла; 4 — обшивка центроплана (бальза 1,5 мм); 5 — бак; 6 — алюминиевые трубки; 7 — трос; 8 — качалка; 9 — место пайки тросика; 10 — проволока диаметром 1 мм; 11 — тяга; 12 — усиление задней кромки; 13 — руль глубины; 14 — прокладка кронштейна; 15 — узел качалки; 16 — шаблон нервюры крыла; 17 — соединение руля высоты с центропланом

Модель спортсменов Франции

Модель с особо коротким хвостовым оперением французских спортсменов И. Перре и Ц. Клоссе — на рис. 90. Крыло — безлонжеронное, трапециевидной формы, с 8%-ным симметричным профилем, конструкция выполнена из бальзы. Продольный набор состоит из передней кромки (для облегчения выдолбленной — ее сечение 22×20 мм), основного усиления кромки 14 (6×3 мм) и задней кромки (6×20 мм).

Поперечный набор — из нервюр толщиной 3 мм и законцовок толщиной 6 мм, приклеенных к концевым нервюрам. В местах соединений нервюр с продольным набором для жесткости вклеены уголки толщиной 3 мм. Между корневыми нервюрами сверху и снизу на клею вставлена обшивка толщиной 2 мм, а между центральными нервюрами — вкладыш из твердой бальзы толщиной 8 мм. В корневой части правой консоли между нервюрами смонтирован топливный бак (листовая латунь толщиной $0,2 \div 0,3$ мм и

трубка $\varnothing 3$ мм), а в концевой части вклеен свинцовый груз массой 19 г.

Подмоторная рама из бука толщиной 8 мм вклеена в переднюю часть крыла между центральными нервюрами. К раме пристыкован обтекатель из мягкой бальзы. В левой консоли крыла смонтирован узел управления моделью, он состоит из бобышки (бук), качалки (дюралюминий толщиной 1,5 мм), проволоочной тяги ($\varnothing 2$ мм) и кронштейна (нейлон).

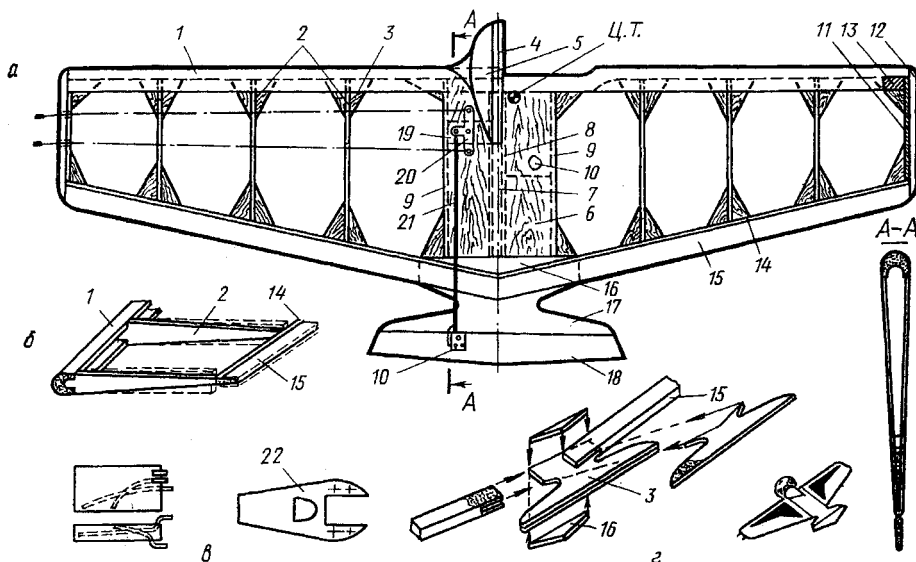


Рис. 90. Модель И. Перре и Ц. Клоссе (Франция):

а — общий вид; б — каркас крыла; в — бак; г — хвостовая часть; 1 — передняя кромка; 2 — нервюры; 3 — уголки усиления нервюры; 4 — подмоторная рама; 5 — обтекатель; 6 — обшивка центроплана; 7 — ось модели; 8 — усиление центральной нервюры; 9 — нервюры центроплана; 10 — бак; 11 — концевая нервюра; 12 — законцовка; 13 — груз; 14 — усиление задней кромки; 15 — задняя кромка; 16 — вкладыш; 17 — стабилизатор; 18 — руль глубины; 19 — кронштейн; 20 — качалка; 21 — тяга; 22 — шаблон гондолы и подмоторной рамы

Крыло обтянуто шелковой тканью или пленкой типа «солярфильм». Хвостовая часть — повышенной жесткости, она состоит из стабилизатора (толщиной 2 мм), верхней и нижней его обшивок и двух треугольных накладок. Все они из бальзы толщиной 2 мм. Руль высоты крепится к стабилизатору капроновыми петлями.

Модель рассчитана под любой из иностранных двигателей: «Супер-Тигр 15Д», «Верб», «Микрон» рабочим объемом 2,5 см³. На такой модели можно применять и отечественные микродвигатели как с калильным зажиганием, так и дизели ЦСТКАМ-2,5 Д, «Метеор» МД-2,5, ЦСТКАМ-2,5 К. В зависимости от типа двигателя скорость модели варьируется от 124 до 143 км/ч, а размеры винтов 180×150 (диаметр на шаг) — для «Супер-Тигра 15Д» и 230×120 для «Микрона». Размах крыла — 780—800 мм.

УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ МОДЕЛИ

Так как модели воздушного боя нередко падают на землю, возникает проблема усиления конструкции их уязвимых мест.

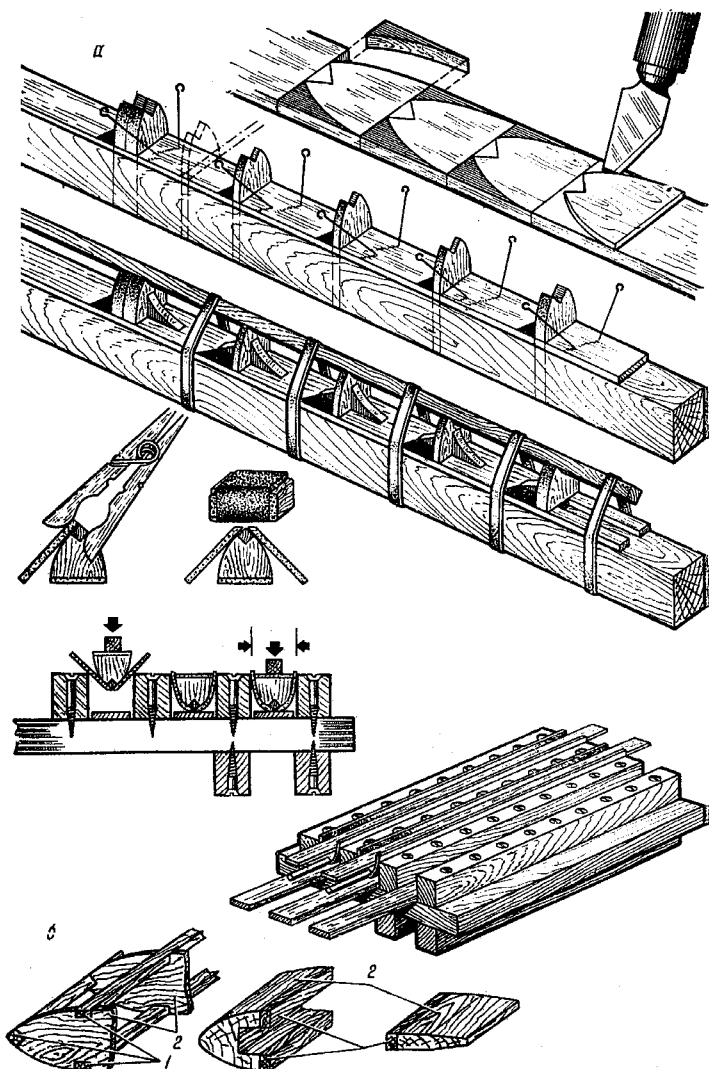


Рис. 91. Прием изготовления наборных кромок:
а — передней; б — задней; 1 — сосна, 2 — бальза

Передняя и задняя кромки

В конструкциях моделей, применяемых в настоящее время, в основном преобладает прямая форма крыла со значительно увеличенной несущей площадью. Как правило, в крыле нет силового лонжерона. Поэтому возникает проблема увеличения прочности кромок.

Как это проделать, показано на рис. 91, на нем изображены варианты усиления кромок крыла модели.

Усиление центральной нервюры

Центральная нервюра — один из самых уязвимых узлов. При падении модели на землю она страдает, как правило, прежде всего. Дело осложняется тем, что, к центральной нервюре прикрепляются все узлы управления моделью, бак, соединительные трубки и двигатель. Выход нервюры из строя — это разборка

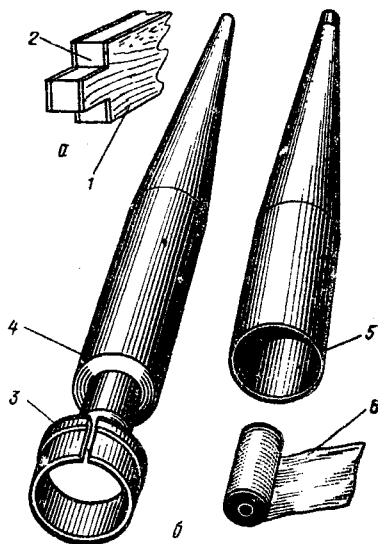


Рис. 92. Усиление центральной нервюры и изготовление стеклопластикового фюзеляжа:

a — нервюра; *б* — фюзеляж; 1 — фанера; 2 — бальза; 3 — разжимная втулка для снятия стеклопластиковой заготовки фюзеляжа с оправки; 4 — оправка; 5 — готовая трубка (фюзеляж); 6 — резина для обматывания фюзеляжа при изготовлении

всей модели и замена всего узла. Одной из мер усиления бальзовой нервюры является оклейка обеих ее сторон фанерой толщиной 1—1,5 мм. Хорошие результаты дает и применение стеклопластика. На рис. 92 показан способ усиления бальзовой нервюры и приспособления для изготовления стеклопластикового фюзеляжа.

Усиление прочности конструкции бойцовых моделей английскими авиамоделистами

Наблюдая в ходе тренировочных полетов и соревнований замечательными сейчас моделями типа «Титан» с обратной стреловид-

ностью задней кромки и отдельным хвостовым оперением, известный английский авиамоделлист Ф. Смат пришел к необходимости совершенствования хвостового оперения.

Поначалу он делал фюзеляж из однослойной фанеры, пробовал применять слоистую фанеру, как на модели «Хорнет», но вскоре убедился, что для моделей с большим плечом от горизонтального оперения до аэродинамического фокуса такой фюзеляж оказывается непригодным. Кроме того Ф. Смату пришлось столкнуться с рядом других, не менее важных, проблем, характерных для моделей данного типа.

Фюзеляж. Ф. Смат предлагает установить нервюру фюзеляжа из бальзы размером 12,5 мм как обычно, с тем лишь отличием, чтобы пластина лежала строго по профилю. Носок нервюры из фанеры толщиной 1 мм он предлагает пометить карандашом: нижний — шириной 12,5 мм и верхний — с направляющей пластиной тяги и щелью под нее. Сделав щель длиной 25—35 мм и просверлив два отверстия диаметром 3—3,5 мм на концах щели, можно получить ровное выходное отверстие. Щель под тягу должна располагаться вне уголков усиления задней кромки. Фанерные обтекатели должны проходить по всей длине центральной нервюры от передней кромки до шарниров на хвостовом оперении. На своем опыте Ф. Смат убедился, что сначала лучше согнуть тягу, а затем пропустить ее через обтекатель, предварительно покрыв его эпоксидной смолой. До высыхания клея надо закрепить фанеру булавками в требуемом положении. На конце хвостового оперения надо поставить небольшой зажим и после высыхания клея сточить припуск. То же самое продлевается и с другой стороны. В завершение работы надо связать тесьмой или бинтом хвостовые концы, чтобы предупредить их расхождение при ударе (ни в коем случае фанера не должна заканчиваться у несущих балок, она должна проходить под ними по направлению к передней кромке). Такая конструкция достаточно прочна и имеет минимальный вес. Для нервюры фюзеляжа обязательно нужно подобрать легкий кусок бальзы.

Прочность хвостового оперения. Армированный фюзеляж, к сожалению, не спасает хвостовое оперение, оно все же достаточно уязвимо и иной раз разрушается атакующей моделью противника. Даже если исключить эту опасность, оно, кроме того, слишком гибкое. По мнению Ф. Смата, здесь можно использовать расположенные веером миллиметровые фанерные накладки с верхней и нижней стороны хвостового оперения, предохраняющие хвостовое оперение от скручивания. Чтобы облегчить склеивание, необходимо закруглить фанеру у шарниров руля высоты. Сначала надо склеить верхние куски, затем, дав им просохнуть, закрепить булавки на одной стороне выступающей фанеры, проколоть ими фанеру насквозь так, чтобы нижние куски фанеры располагались прямо по линии.

Отверстие для тяги. Оформление отверстия нейлоном по «соляной» пленке обязательно начинайте с наклеивания ткани

на центральную нервюру и только затем наклеивайте ее вокруг отверстия тяги.

Установка руля высоты с роговой компенсацией. Это еще одна попытка модифицировать хвостовое оперение, позволяющая уменьшить возможность его поломки при пикировании на землю. Физически это означает резкую остановку модели, в результате чего тяга «выстреливается» вперед, затем разрывается отверстие тяги, вырывается из руля высоты кронштейн или отваливается хвостовое оперение — особенно если оно несет дополнительный свинцовый груз. Ф. Смет выражает недоумение, почему многие располагают свинцовый груз на руле высоты, ибо это только усиливает раскачивание и сводит к нулю эффективность рогового компенсатора. Если за основу взят фюзеляж с фанерным покрытием, то свинцовый груз можно расположить на конце фюзеляжа и закрепить болтами, это к тому же поможет плотно стянуть фанерные пластины.

Установка рогового компенсатора. Применение плоского горизонтального хвостового оперения толщиной 6 мм позволяет эффективно использовать аэродинамический руль высоты — его толщина обеспечивает надежное крепление к хвостовому оперению. Покрытие руля высоты пленкой «солярфильм» содержит свои проблемы — пленка менее прочна по сравнению с нейлоновой тканью, к тому же на «толстый» руль высоты труднее прикреплять кронштейн — трудно определить оптимальный момент затяжки гайки, из-за этого руль высоты сплющивается и кабанчик «сваливается» на одну сторону. Каков же выход?

1. Сначала необходимо определить место расположения кабанчика, затем врезать в руль высоты приблизительно по оси фюзеляжа на длине 12—25 мм еловый вкладыш размером 4,7×9,4 мм.

2. Сверху и снизу руля на место крепления кронштейна надо приклеить миллиметровую фанеру и зачистить ее шкуркой.

3. Далее на нейлоновых шарнирах следует прикрепить руль высоты к хвостовому оперению и покрыть руль пленкой «солярфильм».

4. Прежде чем установить тягу на руль высоты, необходимо рассверлить отверстие в кабанчике под ее диаметр.

5. Чтобы руль высоты получился топливонепроницаемым, можно сделать его из бальзы, поставив дополнительные нейлоновые шарниры. Крыло же надо обтягивать так: сначала натянуть пленку «солярфильм» на хвостовое оперение у руля высоты, а затем заделывать пленку под рулем и проконтролировать, чтобы ход руля высоты был свободным во всем диапазоне углов его отклонения.

Маркировка. Сделать надпись (нумерацию) на пленке «солярфильм» не так просто, поскольку краска на ней плохо держится. Лучше использовать прозрачную пленку «солярфильм». После неоднократных попыток сделать тиснение букв прямо на дереве Ф. Смет воспользовался шаблоном: стал обводить буквы

фломастером на целлюлозной основе, предварительно обозначив ее контуры на бальзе обыкновенной шариковой ручкой.

Существует еще один способ: нанесение надписей на белую ткань «моделспан» и наклеивание ее на бальзовый каркас.

При использовании обыкновенного фломастера просачивание влаги может быстро испортить вид модели, поэтому следует пользоваться водостойким фломастером. Обычные чернила также непригодны, ибо они расплываются на бальзе точно также, как на промокательной бумаге.

Глава III.

АВИАМОДЕЛЬНЫЕ МИКРОДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Каждая модель воздушного боя имеет силовую установку — двигатель внутреннего сгорания.

В этом классе моделей успешно применяются как дизельные, так и двигатели с калильным зажиганием. По положению ФАИ и правилами проведения соревнований в СССР предусмотрено ограничение рабочего объема двигателя — до 2,5 см³. Это создает равные условия участникам при проведении соревнований.

В авиамodelьном спорте применяется, как правило, двухтактный двигатель. Его рабочий процесс, протекающий по двухтактному циклу, имеет следующие фазы. При движении поршня в сторону верхней мертвой точки (ВМТ) в кривошипной камере создается разрежение, благодаря которому рабочая смесь засасывается через карбюратор в полость картера. ВМТ — это максимальное верхнее положение поршня в цилиндре двигателя. Нижняя мертвая точка (НМТ) — это нижнее положение поршня в цилиндре. При движении поршня в сторону НМТ смесь в картере сначала сжимается, а затем поступает по перепускным каналам в цилиндр. При последующем ходе поршня вверх, который происходит под действием массовых сил инерции вращающихся деталей, рабочая смесь в цилиндре сжимается, одновременно происходит всасывание в кривошипную камеру из карбюратора новой порции рабочей смеси. При движении поршня вверх в положении, близком к ВМТ, рабочая смесь воспламеняется — в дизельных двигателях от нагрева при сжатии, а в калильных от нагретой свечи. Образовавшиеся при сгорании газы начинают давить на поршень. При движении поршня вниз открывается выпускное окно и газы устремляются наружу. Перемещаясь далее вниз, поршень открывает перепускное окно, и в результате разности давлений в кривошипной камере и цилиндре горячая смесь поступает в камеру сгорания цилиндра, происходит перепуск и продувка, затем сжатие, и цикл повторяется.

Большое влияние на мощность двигателя, частоту вращения его коленчатого вала, экономичность и пусковые качества оказывает газораспределение: начало и конец процессов всасывания, де-

репуска и выхлопа. Всасыванием называется процесс наполнения картера рабочей смесью (воздухом и топливом). Протекает это так: поршень при своем движении создает разрежение в кривошипной камере. Через всасывающий патрубок воздух устремляется в кривошипную камеру. Патрубок, по которому воздух из атмосферы поступает в кривошипную камеру, имеет переменное сечение, вследствие чего скорость, а следовательно, и давление по оси потока переменны.

В самом малом сечении канала патрубка, где максимальна скорость потока, но минимально статическое давление, устанавливается жиклер. Под действием разности давлений в жиклере и канале топливо вытекает во всасывающий канал патрубка. Воздух захватывает частицы топлива, распыляет их и уносит в полость золотника, если микродвигатель с задним распределением, и в полость вала, если распределение идет через вал. Там распыленная смесь перемешивается и подается в кривошипную камеру. Величина отверстия жиклера, пропускающего горючее, регулируется

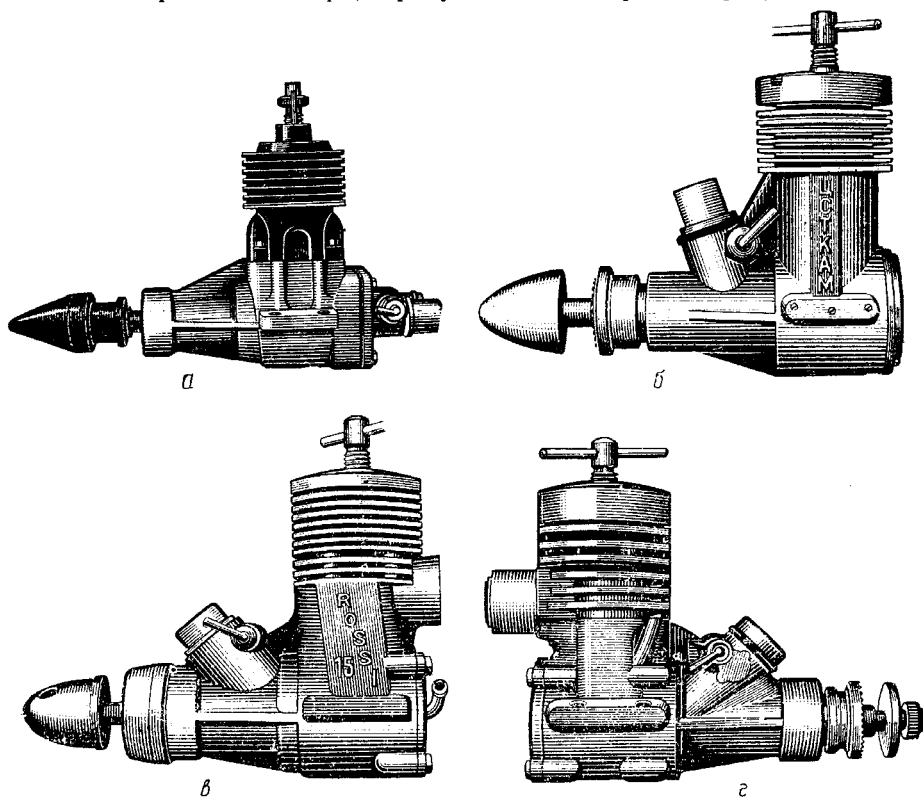


Рис. 93. Дизельные микродвигатели:

а — КДМ-2,5 Д; б — ЦСТКАМ-2,5 Д; в — итальянский «Rossi-15»; г — чехословацкий MVVS

иглой. Выпуск рабочей смеси в картер может осуществляться поршнем, валом или золотником.

Перепуском называется перемещение горючей смеси из кривошипной камеры в цилиндр. Продувкой называется заполнение цилиндра свежей порцией горючей смеси и вытеснение сгоревших газов к выхлопному окну. Выхлопом называется выход газов из цилиндра. Фазы газораспределения — это углы поворота коленчатого вала, соответствующие процессам всасывания, продувки и выхлопа. Обычно фазы газораспределения изображают в виде круговой диаграммы, дающей представление о том, какому углу поворота вала двигателя соответствуют процессы газораспределения. Более полное представление о газораспределении дает развернутая диаграмма, на которой указывается также изменение площади проходных сечений.

Мощность двигателя существенно зависит от наличия в топливе так называемых присадок. Присадка — вещества, способствующие увеличению октанового числа, росту частоты вращения коленвала и повышению мощности двигателя. Это происходит вследствие более полного и интенсивного сгорания топлива в цилиндре двигателя. Наиболее доступными присадками для топлива дизельных двигателей являются амилнитрит и нитробензол.

В топливах калильных двигателей эти функции выполняет нитрометан.

Здесь приведены характеристики двигателей, используемых на моделях воздушного боя, а также рецепты топлива, диаграммы газораспределения и чертежи двигателей.

Начинающим спортсменам целесообразнее использовать дизельные двигатели (рис. 93), поскольку они проще в эксплуатации и работают на более доступных горюче-смазочных материалах.

ДИЗЕЛЬНЫЕ МИКРОДВИГАТЕЛИ

Принцип работы дизельных микродвигателей одинаков, даже если в ваши руки попадает другой мотор, вы сможете руководствоваться общими сведениями, кратким описанием работы и инструкцией по эксплуатации микролитражного двигателя ЦСТКАМ-2,5 Д.

Микродвигатель ЦСТКАМ-2,5 Д

Проектно-конструкторским отделом Центрального спортивно-технического клуба авиационного моделизма ДОСААФ СССР разработан компрессионный двигатель с самовоспламенением ЦСТКАМ-2,5 Д, предназначенный для летающих моделей самолетов.

Устройство и принцип работы

Микродвигатель ЦСТКАМ-2,5 Д одноцилиндровый, двухтактный, компрессионный двигатель внутреннего сгорания с трехканальной продувкой (рис. 94).

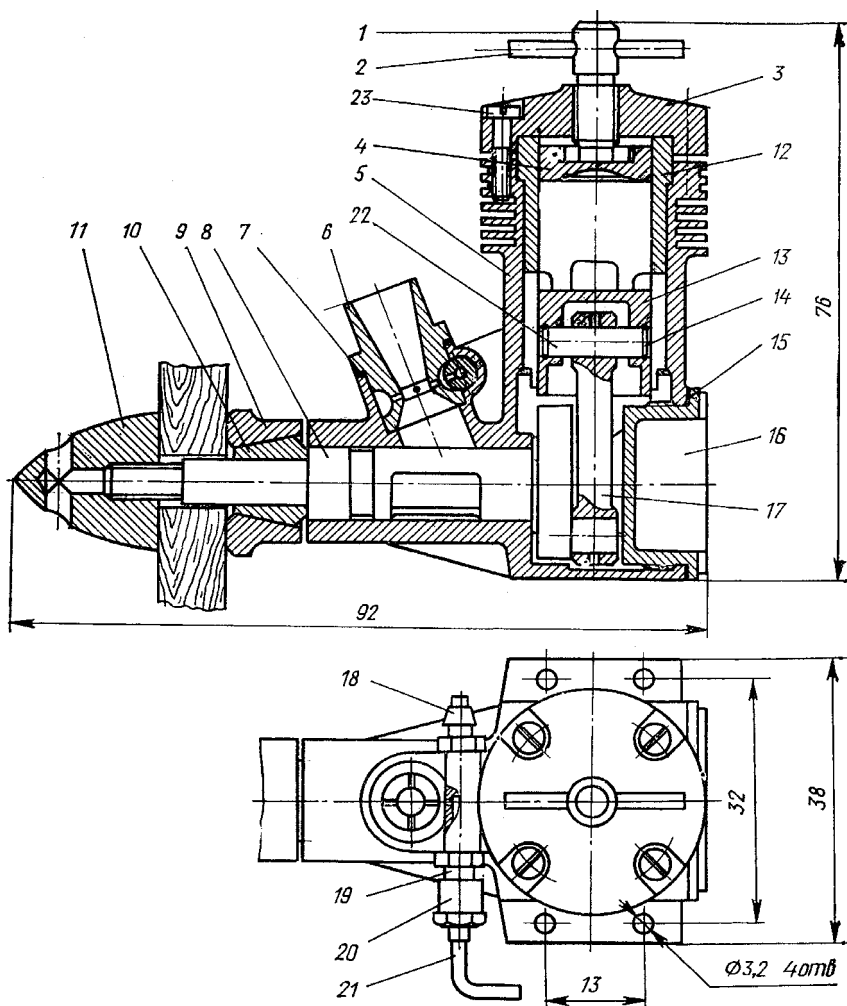


Рис. 94. Детали микродвигателя ЦСТКАМ-2,5 Д:

1 — винт контрпоршня; 2 — шпилька; 3 — головка; 4 — контрпоршень; 5 — картер; 6 — диффузор; 7 — прокладка; 8 — коленчатый вал; 9 — опорная шайба; 10 — конус; 11 — кок; 12 — гильза; 13 — поршень; 14 — кольцо; 15 — прокладка; 16 — задняя крышка; 17 — шатун; 18 — жиклер; 19 — гайка; 20 — накидная гайка; 21 — игла; 22 — поршневой палец; 23 — винт

Энергия сгорающего топлива в цилиндре двигателя при помощи кривошипно-шатунного механизма превращается в кинетическую энергию на его валу.

При повороте коленчатого вала (рис. 95) против часовой стрелки и движении поршня к верхней мертвой точке в полости картера образуется разрежение. Открывается всасывающий канал

в носке картера, и топливо из жиклера карбюратора через дозирующее отверстие поступает в полость диффузора, смешивается с воздухом и через всасывающее окно коленчатого вала попадает в кривошипную камеру и под поршень. При дальнейшем повороте коленчатого вала и приближении поршня к мертвой точке, всасывающее окно закрывается и топливовоздушная смесь через продувочные окна поступает в верхнюю полость цилиндра, происходит продувка двигателя по трем каналам.

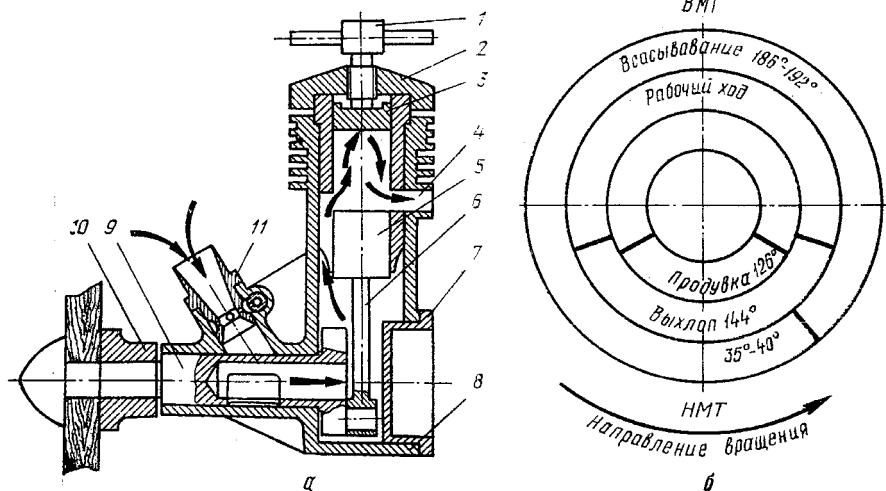


Рис. 95. Принцип работы микродвигателя ЦСТКАМ-2,5 Д:

а — принципиальная схема работы; *б* — диаграмма газораспределения; 1 — винт контрпоршня; 2 — головка; 3 — контрпоршень; 4 — выхлопное окно; 5 — поршень; 6 — шатун; 7 — задняя кромка; 8 — картер; 9 — вал; 10 — опорная шайба; 11 — диффузор

Во время следующего движения вверх к ВМТ смесь сжимается, при достижении степени сжатия 10—16 воспламеняется и происходит ее быстрое сгорание. Газ, образующийся в результате сгорания рабочей смеси, расширяется, поршень под давлением газов движется вниз, совершая рабочий ход. Выпуск отработанных газов происходит в конце рабочего хода, когда поршень открывает выхлопное окно.

При дальнейшем движении поршня вниз открываются продувочные окна и из картера в цилиндр поступает порция свежей смеси, вытесняя из него остатки отработанных газов, и процессы повторяются.

Технические данные

Диаметр цилиндра	— 15 мм
Ход поршня	— 14 мм
Рабочий объем цилиндра	— 2,48 см ³
Степень сжатия	— 10—16
Частота вращения с прилагаемым винтом	— 15 000—16 000 об/мин

Развиваемая мощность при $n =$	
= 16 000 об/мин	— 0,34 л. с.
Сухая масса без винта	— 140±5 г
Длина двигателя с обгекателем	— 92 мм
Высота двигателя	— 76 мм
Ширина двигателя	— 38 мм
Расход топлива при максимальной мощности	— 300 г/ч
Моторесурс непрерывной работы	— 5 ч
Охлаждение двигателя	— воздушное
Смазка двигателя	— осуществляется маслом, содержащимся в топливе

Расконсервация микродвигателя.

Новый двигатель необходимо расконсервировать — промыть в чистом керосине, протереть насухо и ввести в выхлопное окно цилиндра несколько капель минерального масла или топливной смеси. После этого двигатель готов для пробного запуска.

Порядок установки

Каждый двигатель, выпускаемый заводом, проверен на надежность запуска и в работе на средних оборотах, но этим не закончена приработка двигателя. Период приработки (обкатки) — от 20 до 30 мин при средних оборотах. Двигатель нельзя зажимать в тиски, так как это приводит к деформации картера и поломке лапок крепления, а также устанавливать на модель. Для приработки двигателя и освоения правильного обращения с ним укрепите его на специальном стенде или деревянной раме. Фиксировать двигатель надо всеми четырьмя болтами или специальными прижимами на лапки.

Бак следует установить так, чтобы он находился рядом с двигателем и чтобы топливопровод был по возможности коротким. Уровень топлива в баке должен находиться на оси дозирующего отверстия (форсунки) жиклера или ниже, но не более чем на 5 мм. Этим обеспечивается надежное подсосывание топлива во время работы двигателя.

Нельзя применять бак с подачей топлива самотеком. Топливопровод — это трубка из бензомаслостойкой резины или полихлорвинила с внутренним диаметром от 2 до 2,5 мм.

Воздушный винт при начальном сжатии по ходу вращения должен стоять горизонтально, затем кок-гайка затягивается так, чтобы винт не проскальзывал по опорной шайбе.

Состав нормальной топливной смеси, применяемой для двигателя (в %):

Эфир	— 40
Керосин	— 35
Масло МС-20	— 15
Масло касторовое	— 10

Добавление в топливо амилнитрита от 1 до 2% увеличивает мощность на 8—10%.

Топливную смесь необходимо очистить от примесей — профильтровать. Нельзя употреблять вместо керосина дизельное топ-

ливо. В случае применения присадок следует сразу же после окончания работы тщательно промыть микродвигатель керосином и ввести в цилиндр несколько капель минерального масла, в противном случае остатки этих агрессивных веществ приведут металлические детали к коррозии.

Топливную смесь надо хранить в герметичном сосуде, устойчивом к разъедающему действию присадок.

Запуск и регулировка

Заправить бак топливной смесью. Регулировочная игла карбюратора при этом должна быть ввернута. Перед запуском надо вывинтить регулировочную иглу карбюратора на 2,5—3 оборота от положения «закрыто». Заправочной колбой через выхлопное окно необходимо залить несколько капель топливной смеси для смазки внутренней полости цилиндра в момент запуска. Пальцем закройте всасывающий канал и несколько раз проверните воздушный винт. Проследите, чтобы двигатель не засосал много горючего, что можно почувствовать по возросшим усилиям при вращении воздушного винта. Короткими, резкими толчками вращайте винт против часовой стрелки. При горизонтальном положении винта вращением регулировочного винта контрпоршня подбирается наилучшая степень сжатия — она характеризуется устойчивой серией вспышек. Затем винт контрпоршня плавно поджимается (примерно 1/8 оборота), и после нескольких проворотов винта двигатель должен заработать. После запуска вначале иглой карбюратора, затем винтом контрпоршня надо установить необходимую вам частоту вращения винта.

Меры безопасности

1. Составляйте топливо только в хорошо проветриваемом помещении при соблюдении мер пожарной безопасности. Храните топливо в герметичной таре.

2. Подготавливая микродвигатель к запуску, проверьте надежность крепления микродвигателя, бака и воздушного винта.

3. При запуске двигателя в помещении позаботьтесь о вентиляции. Устанавливайте микродвигатель так, чтобы отработанные газы выдувались из помещения потоком воздуха от воздушного винта. Помните, что отработанные газы ядовиты и в концентрированном виде они опасны для здоровья, в особенности если горючее содержит присадки (например, амилнитрид).

4. При работе двигателя с маховиком вместо воздушного винта позаботьтесь о принудительном охлаждении головки цилиндра (вентилятором, сжатым воздухом), в противном случае это приведет к перегреву и поломке микродвигателя.

5. Во время работы двигателя нельзя находиться в плоскости вращения винта.

6. При эксплуатации микродвигателя следите, чтобы в него не попадали посторонние частицы. Не рекомендуется производить запуск и движение моделей на пыльных площадках.

В случае необходимости микродвигатель нужно тщательно промыть изнутри смесью минерального масла и керосина. То же необходимо сделать после длительного хранения микродвигателя.

7. Если микродвигатель установлен на модели глissера, автомобиля или эксплуатируется с маховиком, он не должен работать более 1—2 мин без обдува. Не разбирайте микродвигатель без крайней необходимости.

8. Категорически запрещается проворачивать коленчатый вал микродвигателя без достаточной смазки — это приведет к его поломке.

Правила хранения микродвигателя

При хранении микродвигателя необходимо следующее:

1. Предварительно промыть двигатель керосином, смазать минеральным маслом через выхлопное и всасывающее окно.

2. Законсервированный двигатель положить в полиэтиленовый пакет и в упаковочную коробку.

3. Хранить микродвигатель следует в сухом месте, желательно при комнатной температуре.

Микродвигатель «Ритм»

Этот микродвигатель (рис. 96) может широко применяться на моделях школьников. В запуске он достаточно прост. Так как двигатель имеет заднее всасывание, его лучше устанавливать на модель в вертикальном положении, головкой цилиндра вверх. При этом он располагается у передней кромки модели, что обеспечива-

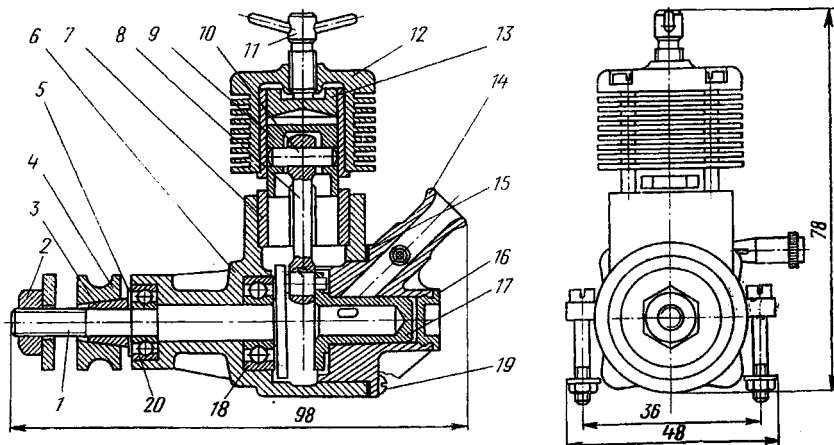


Рис. 96. Двигатель «Ритм»:

1 — вал; 2 — гайка; 3 — разжимный конус; 4 — опорная шайба; 5 — уплотнение; 6 — картер; 7 — гильза; 8 — шатун; 9 — поршень; 10 — палец; 11 — регулировочный винт; 12 — головка; 13 — контрпоршень; 14 — диффузор; 15 — прокладка; 16 — резиновое уплотнение; 17 — распределительный золотник; 18 — подшипник; 19 — винт; 20 — подшипник

ет правильную центровку модели. В этом положении удобен доступ к регулировочному винту контрпоршня и к игле жиклера.

Общие сведения

Микролитражный двигатель «Ритм» является одноцилиндровым двухтактным двигателем внутреннего сгорания и предназначен для установки на самодвижущиеся модели самолетов.

Технические данные

Диаметр цилиндра	— 14 мм
Ход поршня	— 16 мм
Рабочий объем	— 2,46 см ³
Максимальная мощность двигателя	— 0,31 л. с. при 14 000 об/мин

Охлаждение двигателя — воздушное.

Смазка двигателя производится маслом, содержащимся в топливе.

Рекомендуемый состав топлива для ответственных запусков:

16 частей минерального масла

16 частей касторового масла

27 частей эфира

37 частей керосина

2 части нитробензола

2 части амилнитрита

Начинающие спортсмены могут использовать стандартное топливо: 1 часть масла (касторового или минерального), 1 часть керосина и 1 часть эфира.

Габариты:

высота — 78 мм;

длина — 98 мм;

ширина — 48 мм;

масса двигателя — до 200 г.

Винты, рекомендуемые для установки на данный двигатель:

Ø 190 мм, шаг 150 мм;

Ø 200 мм, шаг 120 мм.

Микродвигатель КМД-2,5

Микродвигатель КМД-2,5 (рис. 97) разработан с участием ведущих спортсменов страны. Хорошая конструктивная проработка и высокая технологическая культура разработки позволили данному микродвигателю стать популярным спортивным мотором.

КМД-2,5 — это двухтактный одноцилиндровый двигатель компрессорного типа с рабочим объемом 2,5 см³. Газодинамическая схема двигателя типа «шнюрле» с тремя продувочными каналами.

Картер двигателя разъемный, отлит под давлением из алюминиевого сплава.

Коленчатый вал двигателя — из высокопрочной стали. Он статически сбалансирован, динамически уравновешен и установлен в подшипниках качения.

Гильза цилиндра из высокопрочной азотированной стали. Кон-

структивная особенность гильзы — отсутствие на ней буртика для фиксации по высоте. Гильза опирается своим нижним торцом на проточку в картере и поджимается сверху. Для компенсации технологических допусков на линейные размеры гильзы, головки и картера в верхней части головки установлен упорный винт, который фиксируется после сборки двигателя эпоксидным клеем. Простая форма гильзы цилиндра позволяет шлифовать ее снаружи и изнутри. Поршень двигателя чугунный, шлифованный.

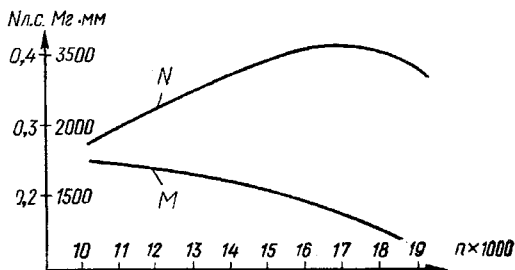


Рис. 97. Характеристика двигателя КМД-2,5

Геометрия рабочей «пары», как показала эксплуатация, позволяет надежно и быстро запускать двигатель и выводить его на устойчивый режим работы.

Впуск рабочей смеси осуществляется золотниковым устройством, расположенным на задней стенке двигателя. Распределением топливно-воздушной смеси управляет цилиндрический золотник, вращающийся в подшипнике скольжения. Впрыскивание и распыление топлива происходит в критическом сечении всасывающего патрубка из кольцевой камеры через четыре отверстия, расположенных равномерно по окружности. Дозирование топлива — жиклером. Двигатель комплектуется сменными всасывающими патрубками, позволяющими настроить двигатель и систему топливопитания применительно к конкретным обстоятельствам.

Внешняя характеристика двигателя КМД-2,5 приведена на рис. 97.

Состав топлива

Внешние характеристики снимались и все испытания проводились на топливе следующего состава:

керосин (осветительный)	— 40 %
эфир (технический)	— 35 %
масло касторовое (технич.)	— 10 %
масло минеральное (МС-20)	— 13 %
амилнитрит	— 2 %

Технические данные КМД-2,5

Диаметр цилиндра	— 14,5 мм
Ход поршня	— 15 мм
Рабочий объем	— 2,48 см ³
Мощность	— (см. график)

Частота вращения с воздушным винтом $\varnothing 180$ и шагом 200 мм	— 14 000 об/мин
Степень сжатия	— 12÷16
Направление вращения	— против часовой стрелки
Габариты двигателя:	
высота	— 80 мм
длина	— 125 мм
ширина	— 50 мм
Масса двигателя	— 180 г

В соответствии с современными требованиями к микродвигателям в авиамодельной лаборатории Харьковского авиационного института модернизировали серийный КМД-2,5 для повышения его мощности и надежности в эксплуатации. Были доработаны два двигателя, причем один переделан в калильный вариант, а другой усовершенствован в компрессионном варианте. После доработок на калильном двигателе при испытании с винтом 180×100 мм получили частоту вращения 21 800 об/мин.

Доработка затронула следующие детали: гильзу, поршень, рубашку цилиндра, вал двигателя, заднюю крышку и головку цилиндра.

Для уменьшения объема картера на вал (рис. 98) устанавливают бандаж из дюралюминия Д16Т. Для этого щеку вала протачивают или шлифуют до $\varnothing 22$ мм. Бандаж в свою очередь завальцовывают в лыски на валу и полируют. Рубашку цилиндра укорачивают на токарном станке до указанных на чертеже размеров. При расточке следует строго выдерживать перпендикулярность оси рубашки и торцев. Гильза цилиндра выточена из латуни ЛС-59, ее притирают внутри, выдерживая геометрию, указанную на чертеже, с учетом хромирования. После притирки гильза хромируется только внутри — толщина слоя хрома 0,04 мм. После хромирования гильзу снова притирают. Поршень изготовлен из сплава АЛ-26. Для головки цилиндра калильного двигателя применяются сплавы Д16Т или В95. Ребра образованы дисковой фрезой толщиной 1 мм.

Для калильного двигателя понадобится новый диффузор из дюралюминия или эбонита.

Для компрессионного двигателя (рис. 99) необходимы новые головка цилиндра и задняя крышка.

Картер серийного двигателя срезают на 3,5 мм по верхнему торцу. Верхняя крышка цилиндра состоит из следующих деталей: крышка цилиндра, контрцилиндр, контрпоршень, контрвинт.

Верхняя крышка цилиндра компрессионного двигателя выточена из сплава Д16Т или В95. Контрцилиндр с резьбой под контрвинт выточен из латуни или Д16Т. Поверхность цилиндра под контрпоршень притирают. Контрпоршень сделан из латуни или Д16Т. Притирают контрпоршень таким образом, чтобы он перемещался в цилиндр под легкими ударами 50-граммового молотка. Контрвинт стальной или латунный. Стопорное кольцо навито из проволоки ОВС $\varnothing 0,5 \div 0,7$ мм. Задняя крышка состоит из следую-

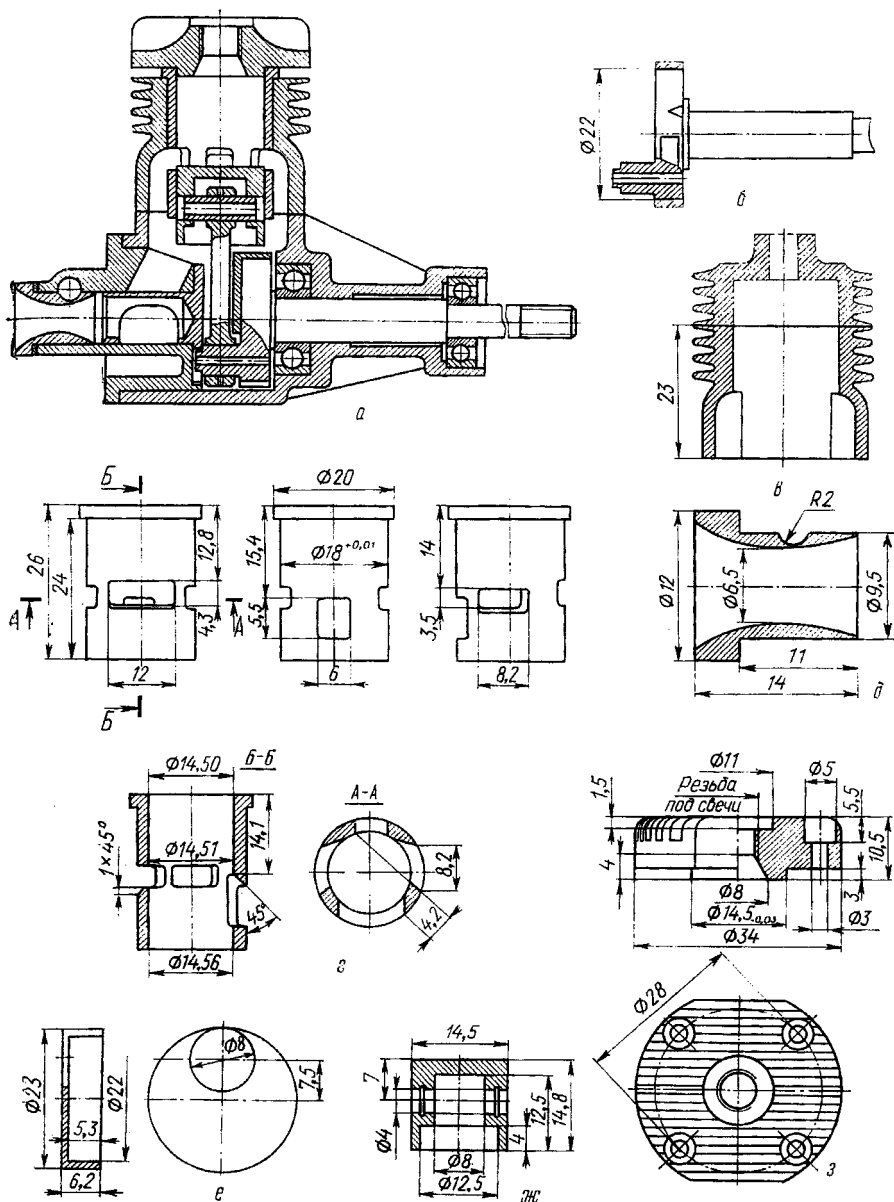


Рис. 98. Микродвигатель КМД-2,5 в калильном варианте:

а — сборка; б — вал двигателя; в — рубашка цилиндра; г — гильза; д — диффузор; е — бандаж вала; ж — поршень; з — головка цилиндра

Для золотника применяются стали ХВГ или 40Х. Термообработка — до твердости $HRC\ 45\div 50$, после чего шлифовка или протачивание, а затем и притирка. Заглушка золотника — из текстолита. Направление слоев текстолита должно быть параллельным оси цилиндра двигателя. Заглушку вклеивают в золотник смолой ЭД-5. На втулку под золотник пошла антифрикционная бронза

Technical drawing of a mechanical assembly, showing multiple views and dimensions:

- Top View (a):** Shows a complex assembly with a central shaft and various components. Dimensions include 3.5, 10, 7.5, 4.5, 14.5, 12x0.5, 10, 14.5, 20, 1.5, 2, 4.5, 7x7, 14.5, 5.5, 12x0.5, and 4x10mmx0.8-1.
- Side View (b):** Shows a cross-section of the assembly with dimensions 5, 20, 34, 3, 4.3, and 8.
- Front View (c):** Shows a cross-section of the assembly with dimensions 7, 4.2, 5.5, 7, 4, 24, 16, 28, 28, 8, 11, 9, 4, 8, 16, 8, 12, 14, 4.8, 0.5, 0.6, 0.8, 4mm, 15, 8, 10, 14, 5, 10, and 30.
- Bottom View (d):** Shows a cross-section of the assembly with dimensions 10, 14.5, 12x0.5, 10, 14.5, 20, 1.5, 2, 4.5, 7x7, 14.5, 5.5, 12x0.5, and 4x10mmx0.8-1.
- Section A-A (e):** Shows a cross-section of the assembly with dimensions 2, 5, 2, 18, 10.3, 9, 10.2, 1, and 3.
- Section B-B (f):** Shows a cross-section of the assembly with dimensions 10, 14.5, 12x0.5, 10, 14.5, 20, 1.5, 2, 4.5, 7x7, 14.5, 5.5, 12x0.5, and 4x10mmx0.8-1.

104

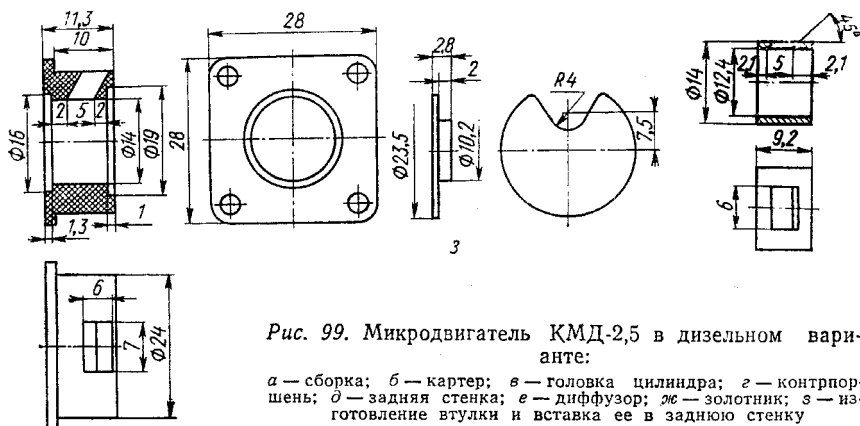


Рис. 99. Микродвигатель КМД-2,5 в дизельном варианте:

а — сборка; *б* — картер; *в* — головка цилиндра; *г* — контрпоршень; *д* — задняя стенка; *е* — диффузор; *ж* — золотник; *з* — изготовление втулки и вставка ее в заднюю стенку

БрОФ. Ее притирают так, чтобы между ней и золотником был зазор $0,03 \div 0,04$ мм, после чего ее вклеивают смолой в промежуточную текстолитовую втулку. Задняя стенка сделана из Д16Т или В95, диффузоры — из Д16Т или из эбонита. Внутренняя поверхность диффузора полируется. Жиклер остается серийным.

КАИЛЬНЫЕ МИКРОДВИГАТЕЛИ

Двигатели с калильным зажиганием (рис. 100) также широко используют в классе моделей воздушного боя. Калильный двигатель отличается высокооборотностью, что способствует стабильному полету в любую погоду; скорости полета модели с таким мотором выше, чем с компрессионным двигателем той же кубатуры.

Существенный недостаток калильных двигателей — неудобство запуска, поскольку для этого необходим аккумулятор. Существует к тому же опасность, что во время четырехминутного полета может перегореть свеча накаливания. Но, несмотря на это, желание увеличить скорость полета модели заставляет спортсменов мириться с этими недостатками.

В нашей стране выпускаются калильные свечи нескольких типов. Одна из наиболее популярных — свеча КС-2. Она работает при любой температуре воздуха. Ее надежность удовлетворяет многих моделестов, поскольку при ее проработке учтены многие эксплуатационные требования. Так, в материале спирали хорошо подобрано процентное содержание платиновой и иридиевой проволоки. Немало пришлось поработать конструкторам и при подборе диаметра проволоки и диаметра навивки. Все это сделало эту свечу пригодной для любого двигателя — как отечественного, так и зарубежного.

Малогобаритная свеча КС-2 (рис. 101) предназначена для установки на авиамоделный микродвигатель с параметрами, указанными в табл. 8.

Эксплуатация свечи. Свеча имеет открытую контактную головку для подвода питания.

Запрещается устанавливать на двигатель свечи, имеющие механические повреждения.

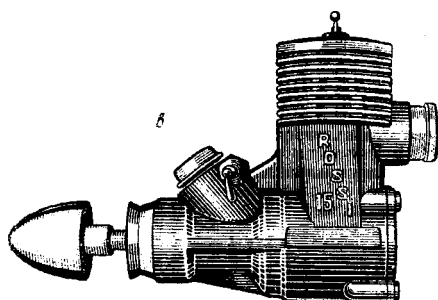
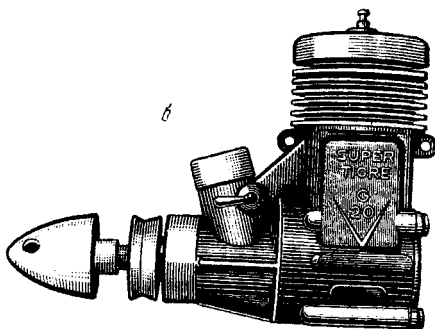
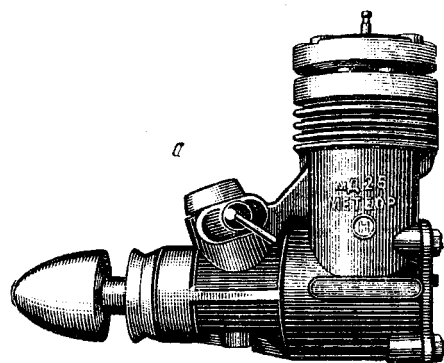


Рис. 100. Калильные микродвигатели:
а — МД-2,5 «Метеор»; б — итальянский «Super-Tigt»; в — итальянский «Rossi-15»



Рис. 101. Калильная свеча КС-2

В случае отказа свечи при запуске двигателя ее необходимо заменить.

Принцип запуска всех двигателей с калильным зажиганием в своей основе одинаков.

Микродвигатель калильного зажигания МД-2,5 «Метеор»

Микродвигатель предназначен для летающих моделей самолетов.

Технические данные

Диаметр поршня	— 15 мм
Ход поршня	— 14 мм
Рабочий объем	— 2,47 см ³
Степень сжатия	— 7÷8
Частота вращения с воздушным винтом то \varnothing 150 мм и шагом 110 мм	— 14 000 об/мин
Направление вращения	— против часовой стрелки
Масса без винта	— 150 г

Для запуска микродвигателя рекомендуется использовать батареи типа ЛС30. Емкость двух последовательно соединенных между собой батарей обеспечивает нормальный накал калильной свечи.

Батареи указанного типа могут быть заменены щелочными аккумуляторами.

Зажигание: калильное, от батареи постоянного тока напряжением от 2 В (в момент запуска), мощность серийного двигателя до 0,35 л. с., гарантийный срок работы 10 ч.

Запуск и регулировка

Микродвигатель должен быть надежно прикреплен к модели. Чтобы запустить микродвигатель, необходимо:

1. Залить топливо в расходный бачок, причем уровень жидкости при полностью залитом баке должен быть не выше жиклера микродвигателя. Бачок соединить с жиклером микродвигателя эластичной трубкой.
2. Установить винт так, чтобы в начале фазы сжатия он находился в горизонтальном положении.
3. Вывинтить иглу жиклера на 3—4 оборота от положения полного закрытия.
4. Закрыть пальцем левой руки диффузор и провернуть винт на 3—4 оборота против часовой стрелки (если смотреть спереди).
5. Впрыснуть в цилиндр несколько капель топливной смеси.
6. Подключить батарею напряжением 1,7 В к калильной свече.
7. Несколько раз быстро провернуть винт против часовой стрелки. Если микродвигатель хорошо отрегулирован, он немедленно заработает, и остается только отрегулировать обороты, выворачивая иглу жиклера для увеличения подачи топлива и ввинчивая ее для уменьшения.

Если микродвигатель не запускается, значит, мала подача топлива и надо повторить операцию п. 4 и больше вывинтить иглу жиклера.

Если микродвигатель дает вспышку, но не запускается, то подача топлива слишком обильна (заливает свечу). В этом случае следует прикрыть иглу жиклера и быстро вращать винт, пока микродвигатель не заведется.

Примечание. Для подключения к свече необходимо один провод подключить к микродвигателю (на массу), а второй к центральному электроду свечи с помощью зажима радиотехнического

типа, что облегчает отключение тока при работающем микродвигателе.

Перед запуском микродвигателя необходимо убедиться в том, что свеча работает нормально. Для этого необходимо вывернуть свечу из микродвигателя, подвести к ней напряжение таким образом, чтобы один из проводков был присоединен к корпусу свечи, а другой к центральному электроду.

При оптимальном напряжении цвет спирали должен быть светло-красным.

Эксплуатация и уход

При эксплуатации микродвигателя следите, чтобы в него не попадали посторонние частицы. В случае необходимости микродвигатель тщательно промывается смесью минерального масла с бензином (свеча при этом должна быть вывернута). То же необходимо сделать и после длительного хранения микродвигателя, поскольку касторовое масло окисляет стальные детали.

Перед эксплуатацией микродвигатель необходимо обкатать в течение 20—30 мин на обычной смеси.

После работы микродвигателя на обычной смеси, имеющей присадки (нитрометан, ацетон и др.), микродвигатель необходимо промыть обычной рабочей смесью.

Самодельные двигатели советских спортсменов

Цель большого спорта — достижение спортсменами наивысших результатов, и это заставляет их усовершенствовать старые и разрабатывать новые двигатели.

Новые образцы, сконструированные советскими спортсменами, имеют хорошие стендовые и эксплуатационные данные (рис. 102). Некоторые из них спортсмены опробовали на международных соревнованиях, и модели с ними показывали хорошие результаты. В этих двигателях используется трехканальная продувка. Немаловажно и то, что эти двигатели имеют небольшую массу.

Один из двигателей имеет интересную конструкцию верхней крышки. Если раньше она крепилась 4—6 болтами, то здесь она ввинчивается непосредственно в картер двигателя. Это позволяет быстро заменять прокладки под головкой двигателя, а также подбирать камеры сгорания для разных топлив и погодных условий.

Всасывающий диффузор сделан из резины, а не из дюралюминия. Это препятствует попаданию пыли и грязи в двигатель при падении модели на землю. Происходит это следующим образом: в момент падения модели на землю диффузор, соприкасаясь с землей, перекрывает вход в воздухозаборник.

В конструкторском бюро ЦСТКАМ разработан новый микродвигатель ЦСТКАМ-2,5 К, предназначенный специально для моделей воздушного боя. В его основе — теоретический и практический

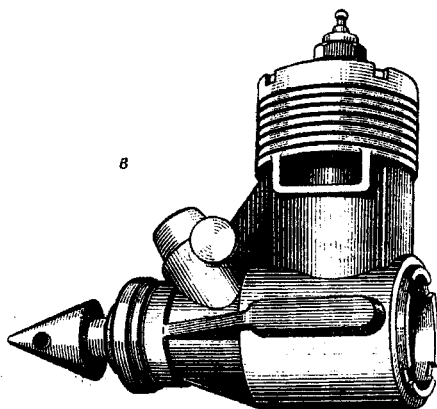
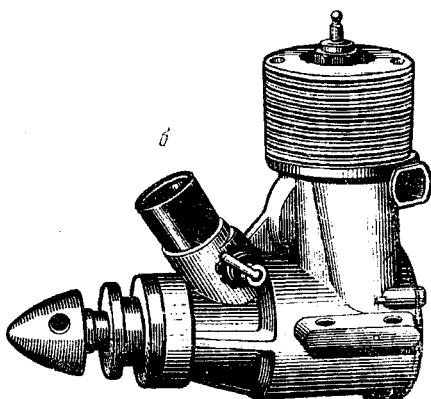
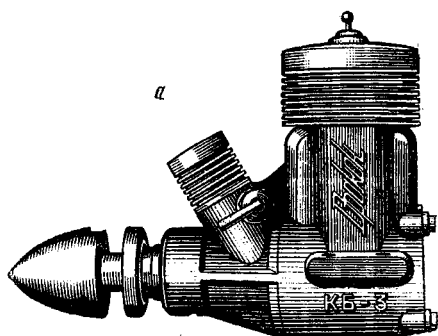


Рис. 102. Самодельные микро-
двигатели советских спортсме-
нов:

а — Н. Маслова и Б. Киселева;
б — Б. Киселева и Б. Ищенко; *в* —
В. Лебедева

опыт советских спортсменов в разработке и эксплуатации микро-двигателей таких типов.

Инженеры ЦСТКАМ тщательно изучили конструкции советских и зарубежных двигателей, чтобы выбрать оптимальное направление работы. Созданием нового микродвигателя занимались

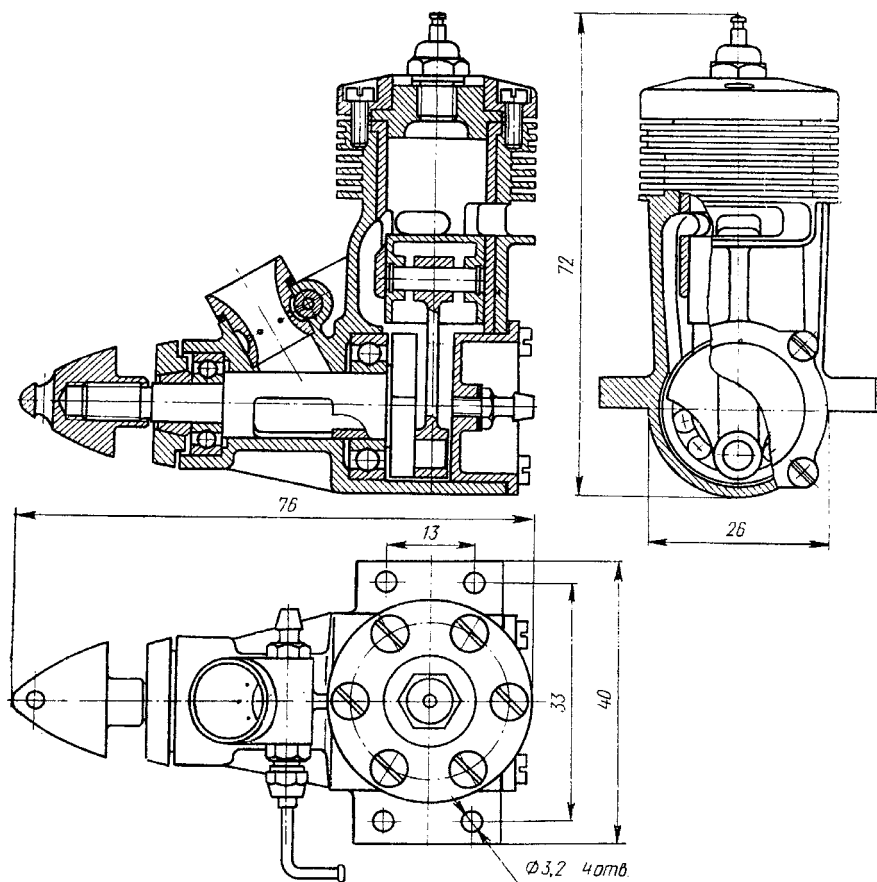


Рис. 103. Двигатель ЦСТКАМ-2,5 К

многие советские авиамоделисты. Опытные образцы изготавливались на высокоточном оборудовании. В результате на испытаниях двигатель показал хорошие результаты, а по ряду параметров превосходил иностранные двигатели. Чертеж двигателя представлен на рис. 103. Сейчас микродвигатель выпускается серийно.

На таблице 9 представлены основные характеристики микродвигателей внутреннего сгорания, применяемых на моделях воздушного боя.

Оборудование для запуска калильных микродвигателей

Оно состоит из источников электроэнергии (аккумулятора или батареи), проводов со штеккерами для присоединения к свече и контрольного прибора (рис. 104). Источником энергии при запуске может служить небольшой аккумулятор, дающий напряжение 2—3 В, или два сухих элемента типа 1,5 ТМЦ-29,5 с начальным напряжением 1,5 В.

Провода должны быть эластичными и прочными, во влагонепроницаемой изоляции, предохраняющей их от влияния горючих смесей и механических повреждений. Концы должны быть оборудованы зажимами, обеспечивающими надежное и простое подсоединение.

К свече идут два проводника, оканчивающиеся специальным штеккером, который соединяется с сердечником и корпусом свечи. Система подсоединения батарей или аккумуляторов показана на рисунке 105.

Свечи различных конструкций рассчитаны на определенную силу тока для их накаливания. Аккумуляторы и батареи также различны, с течением времени напряжение на их зажимах падает, поэтому в цепи должен быть реостат, регулирующий напряжение.

Для контроля накала свечи надо иметь вольтметр до 5 В и амперметр до 10 А. Рабочее напряжение, на которое рассчитаны свечи, колеблется от 1,5 до 2,5 В, сила тока достигает 5 А, сопротивление свечи лежит в пределах от 0,5 до 2 Ом.

Приборы контроля и реостат удобно расположить в одном блоке, на нем же — гнезда для подсоединения проводов. Такой блок весьма удобен и обеспечивает надежный запуск двигателя на старте. Беря за основу опыт эксплуатации оборудования для запуска калильных двигателей в течение десятка лет, одними из самых лучших считают серебряно-цинковые аккумуляторы. Их можно смело использовать даже в зимнее время. В течение 5—8 часов при морозе 10—15° они работают практически безотказно. Вот несколько рекомендаций по обращению с аккумуляторами такого типа.

Конструкция серебряно-цинковых аккумуляторов существенно отличается от устройства щелочных или кислотных аккумуляторов. В серебряно-цинковых аккумуляторах положительные пластины сделаны из чистого серебра, а отрицательные — из окиси цинка в смеси с порошком металлического цинка. Положительные пластины отделены от отрицательных несколькими слоями гидратцеллюлозной пленки, применение которой обусловлено тем, что через нее, с одной стороны, хорошо диффундирует электролит, а с другой стороны, она препятствует миграции коллоидных частиц окислов серебра от положительного электрода к отрицательному и прорастанию дендритов цинка в противоположном направлении.

Относительно хорошая электропроводность активных масс электродов исключает необходимость применения каких-либо токопроводящих добавок.

Сосуд заливается химически чистой калиевой щелочью плотностью, как правило, 1,40. Размеры электродов и сосудов подбираются таким образом, чтобы при заполнении аккумулятора электролитом электроды испытывали соответствующее боковое давление, обеспечивающее внутреннюю механическую устойчивость, предупреждающую осыпание активной массы электродов.

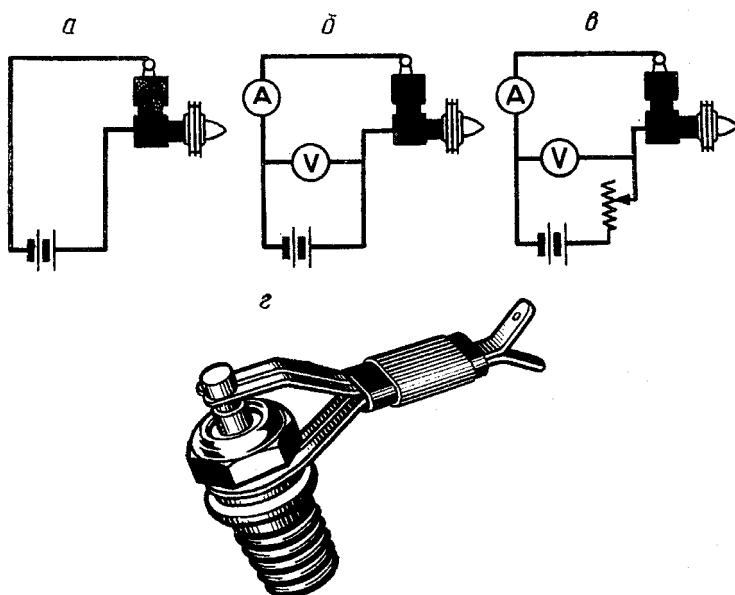


Рис. 104. Схема подведения электроэнергии к двигателю: а — без приборов; б — с приборами контроля; в — с приборами и реостатами; г — штекер для подсоединения проводников к калильной свече

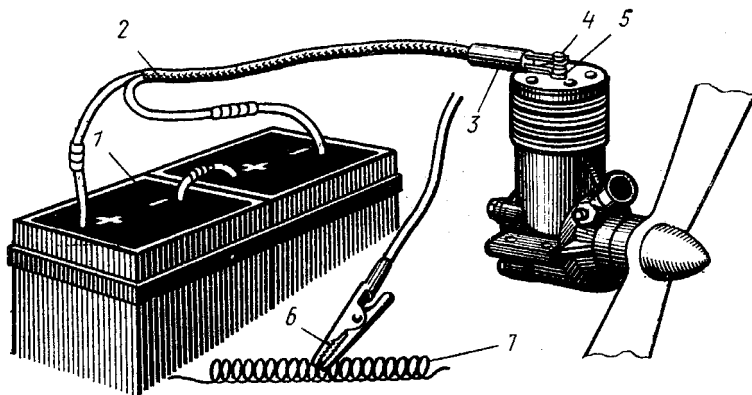


Рис. 105. Система зажигания калильного двигателя: 1 — батарея; 2 — проводник в шланге; 3 — штекер; 4 — сердечник свечи; 5 — двигатель; 6 — зажим; 7 — кусок спирали от электроплитки

Различные типы серебряно-цинковых аккумуляторов отличаются габаритами и емкостью, а также конструктивным исполнением. Моделистами применяются следующие пять основных типов серебряно-цинковых аккумуляторов:

1. СЦК — аккумуляторы, рассчитанные на короткие режимы разряда (до 1 ч).
2. СЦС — аккумуляторы, предназначенные для средних разрядных токов (1—5-часовой режим).
3. СЦД — аккумуляторы, предназначенные для малых разрядных токов (10—20-часовой режим).
4. СЦМ — аккумуляторы, предназначенные для многократных циклов при средних или длительных режимах разряда.
5. СЦБ — аккумуляторы, предназначенные для работы в буферном режиме с малым перепадом напряжения.

В условном обозначении аккумулятора первые две буквы указывают на серебряно-цинковую электростатическую систему, третья буква характеризует конструктивную разновидность, число является условным обозначением типоразмера аккумулятора и соответствует примерно номинальной емкости. Например, условное обозначение аккумулятора СЦД-12 расшифровывается так: серебряно-цинковый аккумулятор емкостью 12 А·ч, предназначенный для 10—20-часового режима разряда.

Приведение серебряно-цинкового аккумулятора в действие включает в себя операции заливки и пропитки электролитом и формирования электродных пластин. Время, требуемое для пропитки сепарации и электродов электролитом с применением барокамеры, для отечественных аккумуляторов составляет 5—20 ч в зависимости от типа.

Рекомендуется формировать аккумулятор проведением двух зарядно-разрядных циклов, каждый из которых состоит из заряда током 20—40-часового режима до напряжения 2,0—2,1 В и разряда током 10-часового режима. Если необходимо быстро привести серебряно-цинковые аккумуляторы в рабочее состояние, можно применить ускоренный способ. Он заключается в заливке аккумуляторов горячим раствором щелочи, короткой пропитке и последующем заряде током повышенной плотности.

Ускоренный способ приведения в действие опробован на аккумуляторах СЦД-12. Снятые с хранения аккумуляторы заливали раствором едкого кали плотностью 1,40 г/см³ с температурой около 100°C, выдерживали их в течение 30 мин при атмосферном давлении и затем заряжали током 2 А до напряжения 2,08 В. В технических условиях на аккумуляторы СЦД-12 предусмотрена возможность ускоренного приведения их в действие.

Срок службы серебряно-цинковых аккумуляторов зависит от их типа и режима эксплуатации.

Для отечественных аккумуляторов в характерных для них режимах существует гарантия: 10 циклов заряд—разряд для типов СЦК, 25— для СЦС, 30—50 для СЦД и до 100 циклов— для СЦМ. Основной причиной выхода аккумуляторов из строя при

эксплуатации является уменьшение прочности или полное разрушение гидратцеллюлозной пленочной сепарации и возникновение вследствие этого межэлектродных коротких замыканий внутри аккумулятора через коллоидное серебро и дендриты цинка.

Уменьшение температуры окружающей среды оказывает такое же влияние на работоспособность серебряно-цинкового аккумулятора, как и на аккумуляторы других электрохимических систем. В результате увеличения внутреннего сопротивления аккумулятора его разряд при отрицательных температурах происходит при более низком напряжении, чем при положительных температурах. Работоспособность аккумуляторов при этом меняется следующим образом.

У аккумуляторов, работающих при интенсивных режимах разряда, понижение температуры до 0°C изменяет разрядную емкость очень незначительно. При температуре -30°C и ниже аккумулятор не в состоянии разряжаться интенсивными режимами без внешнего подогрева или предварительно кратковременного разогрева путем короткого замыкания.

При медленном разряде серебряно-цинковый аккумулятор может работать при значительных отрицательных температурах. Например, при 10-часовом режиме разряда он дает при -30°C около 20 % номинальной емкости, а при -40°C серебряно-цинковый аккумулятор практически неработоспособен.

При циклировании аккумулятора его работоспособность при отрицательных температурах ухудшается.

Интересно, что емкость, отдаваемая при низких температурах серебряно-цинковым аккумулятором, почти не зависит от емкости, сообщенной ему при зарядке, что свидетельствует об участии в токообразующем процессе лишь поверхностных участков электродов.

Часто серебряно-цинковые аккумуляторы утепляют для улучшения их работоспособности, например, пенопластом и, кроме того, разогревают либо кратковременными короткими замыканиями, либо специальными электронагревательными приборами, питающимися от самих аккумуляторов.

Бездействующие серебряно-цинковые аккумуляторы хранят как в сухом, так и в залитом состоянии. В первом случае аккумуляторы в течение нескольких лет не изменяют своих характеристик. В залитом состоянии даже в случае, если аккумулятор не заряжен, срок сохранности серебряно-цинковых аккумуляторов невелик, как правило, он не превышает 6 месяцев.

Условия хранения даже в сухом виде существенно влияют на срок службы серебряно-цинковых аккумуляторов. Хранить их необходимо при постоянной, сравнительно невысокой положительной температуре и относительной влажности, не превышающей 70 %.

Приведение серебряно-цинкового аккумулятора в рабочее состояние включает в себя следующие операции:

- заливку электролитом,
- проведение формировочных циклов,
- рабочий заряд.

Заливка производится раствором едкого кали плотностью 1,40 в строго определенном для каждого типа количестве.

Электролит может быть приготовлен только из химически чистой гидроокиси калия. Применение менее чистой гидроокиси калия недопустимо.

Заливку электролита в аккумуляторы больших размеров удобнее всего производить из мерного стакана или специального дозатора.

Заливку аккумуляторов малых типов следует производить медицинским шприцем. После окончания пропитки аккумуляторы с открытыми заливочными отверстиями помещают в барокамеру. Давление в барокамере понижается до 8 кПа (60 мм рт. ст.) и поддерживается постоянным в течение 5—7 мин, после чего постепенно поднимается до атмосферного (100 кПа). Указанная операция повторяется примерно пять раз. При отсутствии барокамеры аккумуляторы оставляют для пропитки электролитом на 24—48 ч. Для лучшей пропитки электродов аккумулятора следует устанавливать с наклоном под углом 30° к горизонтальной поверхности на 12—15 ч (сначала одной, а затем другой стороной). Уровень электролита после пропитки должен быть примерно в середине между красными отметками, нанесенными на боковой стороне аккумулятора.

Формирование серебряно-цинковых аккумуляторов заключается в проведении двух циклов заряд—разряд, режимы которых указаны. После формирования аккумулятора сообщается нормальный заряд.

При зарядке имейте в виду, что на серебряно-цинковых аккумуляторах очень вредно сказываются перезаряды. Даже небольшой систематический перезаряд снижает срок их службы и надежность работы. Поэтому заряжать серебряно-цинковые аккумуляторы можно только до определенного напряжения, обычно до 2,05 В.

В настоящее время выпускаются различные конструкции зарядных устройств для таких аккумуляторов, которые обеспечивают их автоматическое отключение от зарядной цепи при достижении конечного напряжения. Заряд большими токами, превышающими номинальное значение, вреден. И наоборот, допускается без всяких нежелательных последствий неполный заряд или преждевременное прекращение заряда.

При длительной эксплуатации аккумуляторов в стартерных режимах токами часового и более коротких разрядов, а также после длительного хранения в заряженном виде для восстановления нормальных характеристик рекомендуется через 5—10 циклов и 2—3 месяца хранения проводить лечебные или контрольно-тренировочные циклы. Лечебные циклы состоят из следующих операций:

дозарядка током нормального разряда для снятия остаточной емкости,

одного цикла заряда и разряда нормальными токами, рабочего заряда нормальным зарядным током.

При разряде серебряно-цинковых аккумуляторов нужно пом-

нить, что форсированный режим для серебряно-цинкового аккумулятора всегда менее опасен, чем длительный. Этим серебряно-цинковые аккумуляторы отличаются от аккумуляторов всех других электрохимических систем.

Разряд серебряно-цинковых аккумуляторов должен производиться до конечного напряжения не ниже чем 1 В. Переполюсовка аккумулятора недопустима.

Заряд батарей серебряно-цинковых аккумуляторов, соединенных последовательно, нельзя производить по общему напряжению. Обязательно следует контролировать напряжение на каждом элементе, так как всегда имеется опасность перезаряда отдельных аккумуляторов. Батарею из большого числа параллельно соединенных серебряно-цинковых аккумуляторов нельзя заряжать, предварительно не разобрав. В противном случае отдельные аккумуляторы будут заряжаться большим током и емкость их будет существенно снижаться.

КЛАПАН И ЦИЛИНДРЫ

При использовании жестких систем питания снятием давления от картера двигателя на моделях воздушного боя часто происходит перезалив двигателя через отверстие $\varnothing 0,8$ мм в задней стенке. Существует несколько способов избавиться от этого неприятного момента. Одним из самых надежных и доступных для всех является клапан на задней стенке двигателя (рис. 106).

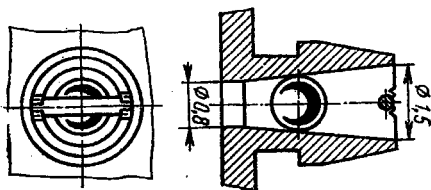


Рис. 106. Клапан для задней стенки двигателя

Принцип действия его основан на том, что он пропускает воздух или смесь только в одну сторону — из картера двигателя в бак. Такой клапан можно сделать очень быстро без особых затрат. Для этого в штуцере на задней стенке делается конусное отверстие. Это отверстие необходимо делать конусной разверткой, чтобы отверстия на всех двигателях были одинаковыми. Теперь надо подобрать шарик такого диаметра, чтобы после обработки отверстия разверткой он находился на середине длины штуцера. Шарик можно взять диаметром 1—1,2 мм, чтобы не увеличивать диаметра штуцера. Вложив в отверстие шарик, необходимо ограничить его ход в отверстии, но дать ему возможность перемещаться в нем. Для этого на верхнюю часть штуцера напаявается или проделывается паз и запрессовывается проволочная перемычка. После этой обработки штуцер сверху зачищается надфилем и наждачной бумагой, чтобы во время эксплуатации об него не порвался

гибкий шланг. Изготовленный штуцер тщательно промывается и проверяется на герметичность в работе, только после этого он устанавливается на двигатель.

Одной из главных и ответственных деталей двигателей внутреннего сгорания является гильза цилиндра двигателя.

От состояния пары — гильзы и поршня — зависит, пожалуй, работа всего двигателя. Авиамodelисты постоянно совершенствуют эти детали — подбирают рабочий конус гильзы, геометрию поршня и материалы пары. Сейчас применяются в основном пары из черных металлов — чугуна по стали. Но в авиамodelьном мире существует еще одно направление — по подбору пар цветных металлов. Это направление, по мнению специалистов, наиболее перспективно. Многие моделисты возлагают большие надежды на хромовое покрытие гильз как в черных парах, так и в цветных (латунных, медных, алюминиевых). Поэтому хочется остановиться подробнее на этом вопросе.

Электролитический хром обладает замечательной особенностью изменять в известном интервале, иногда очень широком, свои основные свойства. Изменчивость свойств электролитического хрома делает вполне возможным направленное их регулирование. Изменяя условия электролиза (состав электролита, температуру, плотность тока и др.), а также последующей анодной, химической, термической и механической обработки, можно изменять и состав электролитического хрома, характер его межмолекулярных и межатомных связей, величину энергии связей и таким образом варьировать основными свойствами электролитического хрома (плотностью, теплопроводностью, коэффициентом линейного расширения и др.).

Важной задачей является разработка методов определения удельной (на единицу объема или массы) энергии междокристаллических и других связей хрома. Сравнивая величины удельной энергии связей, можно оценивать и регулировать свойства металлов и других материалов.

Взаимопереход электрической, тепловой (энергии теплового движения молекул) и химической энергии в механическую в процессе электролитического осаждения и последующей термической обработки хрома обуславливает изменение и прочностных его характеристик.

Гильзы перед хромированием растачивают или шлифуют до размера, превышающего их нормальный внутренний диаметр на толщину слоя хрома, которая в зависимости от вида двигателя составляет от 0,05 до 0,08 мм. Затем производят хонингование внутренней поверхности цилиндра до получения гладкой поверхности. Желательно, чтобы чистота поверхности перед хромированием была по классу 7—8.

После этого цилиндры устанавливаются в подвесное приспособление с точно центрированным анодом, имеющим конусность 100:1, и после химической подготовки хромируют. После хромирования производят анодную обработку в хромовой ванне.

В цилиндрах двигателей создают обычно канальчатую пористость или хромируют их по накатанной поверхности, в которой роликами делают углубления нужной формы и величины — резервуары для масла.

Рекомендуется наносить на стальной поверхности цилиндра на токарном станке специальным инструментом (накаткой) углубления в виде четырехгранной пирамиды со стороны основания a , расположенные по поверхности в шахматном порядке на расстоянии A (шаг накатки). Затем поверхность цилиндра подвергают хонингованию для удаления поднятого по краям углублений металла.

Для сравнительной оценки маслоудерживающей способности накатанной поверхности установлено понятие маслосъемности как отношение объема V углубления от накатки к площади S , приходящейся на одно углубление:

$$\psi = \frac{V}{S} = \frac{a^2 h}{3A^2}.$$

Когда угол при вершине пирамиды равен 90° и высота ее $h = \frac{a}{2}$, формула принимает следующий вид:

$$\psi = \frac{a^3}{6A^2} \text{ мм}^3/\text{см}^2.$$

При одной и той же маслосъемности, но при различных размерах углублений на больший объем будет приходиться большая поверхность, отдельные участки которой отстоят дальше от края углублений, чем у накатки с меньшим объемом углубления. При тех же обозначениях расстояние от края углубления до края площадки, приходящейся на углубление, определяется по формуле:

$$P = \frac{A - a}{2} \text{ мм}.$$

Исследования показали зависимость износостойкости хромированных по накатке поверхностей от маслосъемности покрытия ψ , расстояния от края углубления до края площадки, приходящейся на одно углубление P (это расстояние обуславливает величину, на которую смазка распределяется из углубления в направлении, перпендикулярном направлению движения поршня), а также зависимость износостойкости хромового покрытия от уменьшения опорной поверхности трения за счет углублений. Площадь опорной поверхности трения S , занятой углублениями, можно выразить в процентах ко всей площади поверхности трения, то есть

$$S = \frac{a^2}{A^2} \cdot 100\%.$$

Подготовка гильз перед хромированием

При хромировании цилиндров выбирают толщину слоя хрома в зависимости от темпа износа срока службы двигателя. Для ци-

линдров авиамодельного двигателя можно считать достаточной толщину слоя хрома 0,03—0,07 мм.

После хромирования внутреннюю поверхность цилиндров или гильз хонингуют. Хонингование производят брусками с зернистостью М20-М40. Удаление остатков абразива и частичек хрома после хонингования цилиндров производят двукратной промывкой их горячим щелочным раствором и обдувкой сжатым воздухом.

Зона максимального износа гильз цилиндров обычно расположена на расстоянии 2—2,5 мм от верха гильзы и поэтому, на наш взгляд, хромирование всей внутренней поверхности гильзы нецелесообразно, так как нижняя часть гильзы мало подвергается изнашиванию и не ограничивает срок ее работы.

Применялся следующий порядок операций: шлифование внутренней поверхности гильзы в верхней части, закругление верхней фаски гильзы, промывка в бензине или в керосине, монтаж гильзы в подвесном приспособлении, электролитическое обезжиривание, промывка в теплой, а затем в холодной проточной воде, дегазирование, промывка в холодной воде, установка анода и хромирование, анодная обработка, промывка в холодной и горячей воде, протирка сухими опилками, термическая обработка, хонингование в случае надобности.

Механическая подготовка гильз под хромирование заключается в шлифовании гильз в верхней части; чистота поверхности по классу 7—8.

После шлифования верхней части гильзы необходимо закруглить острые кромки на верхней фаске гильзы радиусом 0,2—0,3 мм для предотвращения нароста хрома. Гильзы промываются в бензине или керосине для удаления загрязнений и монтируются на подвесное приспособление.

Подвесное приспособление

Подвесное приспособление для частичного хромирования гильз цилиндров (рис. 107) состоит из опорного кольца, на которое наружными выступами опирается гильза, двух проводов, катодной штанги и анода (сплав свинца с сурьмой). Анод (рис. 108) устанавливают на специальной железной подставке, надеваемой на верхнюю часть гильзы. Чтобы предотвратить замыкание анода с катодом, опорные пластины анода сделаны из эбонита. Анод опирается на эбонитовые пластины ушками. Конусная часть анода по длине равна хромируемой верхней части гильзы. На нижнем конце анода укреплен винипластовый диск, отделяющий верхнюю часть гильзы от нижней ее части, не подлежащей хромированию. Зазор между винипластовым диском и стенкой гильзы составляет 0,2 мм. В диске имеются отверстия для облегчения конвекции электролита. Процесс хромирования гильз позволил получать частичное хромовое покрытие на гильзах строго заданной толщины без последующей механической обработки.

Испытания показали (приводятся средние данные), что изно-

состойкость хромированных гильз в зоне максимального их износа примерно в 3 раза больше износостойкости стандартных гильз.

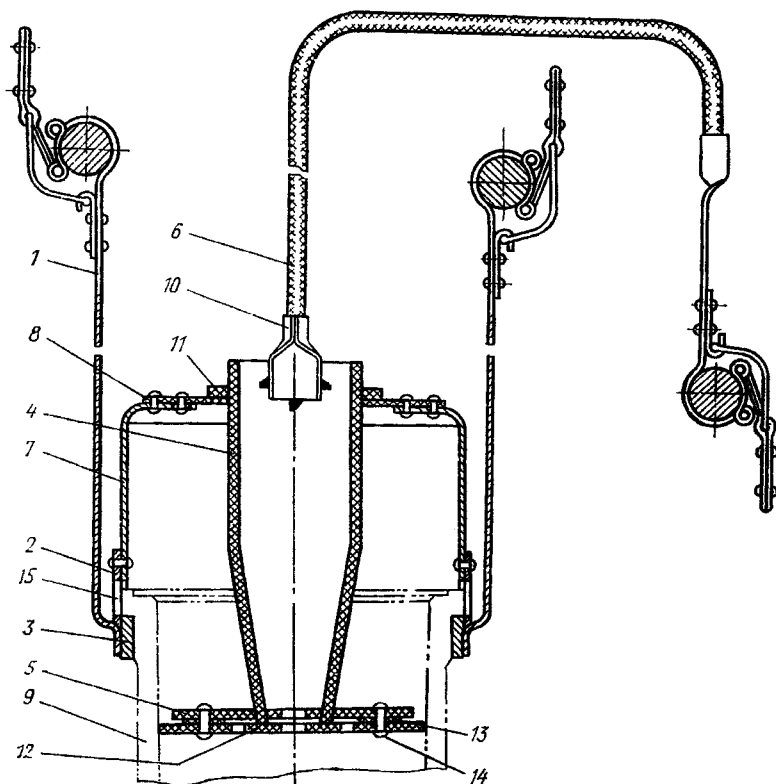


Рис. 107. Подвесное приспособление для частичного хромирования гильз: 1 — провод с замком (медь, латунь); 2 — кольцо-фиксатор; 3 — опорное кольцо гильзы; 4 — анод (свинец); 5 — диск-экран (винипласт); 6 — гибкий провод с замком (медь); 7 — опорное кольцо анода; 8 — опорная пластинка анода (винипласт, плексиглас); 9 — гильза; 10 — наконечник провода (медь, латунь); 11 — опорное ушко анода (свинец); 12 — нижний фиксатор (винипласт); 13 — шайба; 14 — свинцовая заклепка; 15 — окна для замены электролита

Хромирование цилиндров из алюминиевых сплавов

В последнее время все большее внимание уделяется проблеме хромирования двигателей, изготовленных из алюминиевых сплавов.

Ряд двигателей с воздушным охлаждением выпускают с алюминиевыми хромированными цилиндрами.

При производстве авиамodelьных двигателей пользуются двумя новыми технологическими процессами нанесения хрома и других металлов на алюминий. Возможно применение процесса, по

которому на алюминий наносится тонкий слой бронзы, как под-
слой под хром, никель или олово. Другой способ основывается на
непосредственном нанесении слоя хрома на алюминий.

Свойства основных конструкционных материалов, идущих на
цилиндры двигателей, а также хрома приведены в табл. 10.

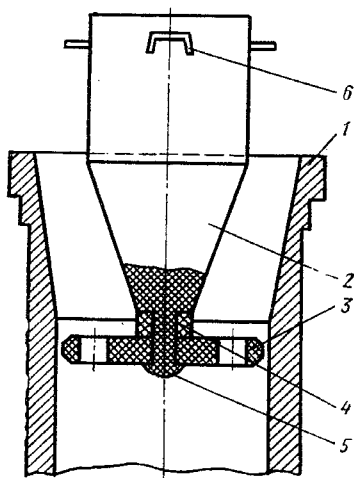


Рис. 108. Литой анод для частичного хромирования гильз цилиндров:

1 — гильза; 2 — анод; 3 — экран (винипласт); 4 — втулка (винипласт); 5 — заклепка (свинец); 6 — ушко анода

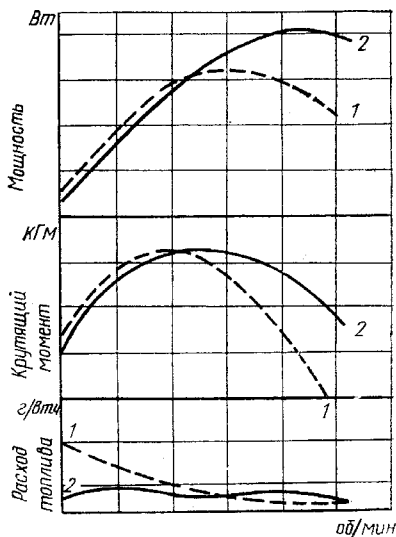


Рис. 109. Результаты испытания двигателей:

1 — со стальными цилиндрами, 2 — с хромированными цилиндрами из алюминиевого сплава

Хромированные алюминиевые цилиндры двигателей имеют существенные преимущества по сравнению со стальными. Применение литья под давлением при выпуске цилиндров из алюминиевых сплавов дает возможность значительно упростить технологию производства по сравнению с изготовлением стальных цилиндров.

Теплопроводность алюминиевых сплавов выше, чем у стали, примерно в 2—3 раза, поэтому рабочие температуры цилиндров из алюминиевых сплавов всегда ниже, чем стальных. В литературе указывается, что цилиндры из алюминиевых сплавов могут выдерживать большие термические нагрузки и позволяют повысить степень сжатия на 10%, увеличить частоту вращения коленвала и, как следствие, — повысить мощность двигателя на 7%. Отмечается, что применение хромированных цилиндров из алюминиевых сплавов повышает мощность двигателей с воздушным охлаждением на 20—30% и снижает при этом удельный расход топлива примерно на 7%.

При достаточных прочностных характеристиках вес цилиндра

из алюминиевого сплава в 2—2,5 раза меньше, чем стального. Немаловажно, что линейный коэффициент расширения такого цилиндра и поршня из алюминиевого сплава одинаков, поэтому зазор между ними может быть в 2 раза меньшим, чем при стальных цилиндрах. Это обеспечивает хорошую компрессию и бесшумность работы цилиндра-поршневой группы. К тому же износ поршня при работе в хромированном цилиндре из алюминиевого сплава в 3—5 раз меньше износа в цилиндре из стали.

Хромированные цилиндры из алюминиевых сплавов обладают высокой коррозионной стойкостью. Это неоценимое их качество, особенно при применении топлива, содержащего присадки. Для цилиндров из алюминиевых сплавов применяется пористый хром или плотный хром, осажденный на поверхность с маслоудерживающими углублениями, предварительно нанесенными на нее методом накатки.

Различия в коэффициентах линейного расширения хрома и алюминиевого сплава могут привести к появлению в хромовом покрытии трещин, но явление это скорее положительное, поскольку они улучшают маслоудерживающие свойства хромированной поверхности, не ухудшая прочности сцепления покрытия с основным металлом.

Как показали сравнительные испытания двигателей малой мощности (рис. 109) со стальными и хромированными алюминиевыми цилиндрами, при работе (20 000 об/мин) двигателя с хромированным алюминиевым цилиндром расход топлива снижается примерно на 20% по сравнению с двигателем, работающим со стальным цилиндром.

Эти испытания (рис. 110)) также показывают, что хромированные цилиндры нагреваются. При этом уменьшается расход топ-

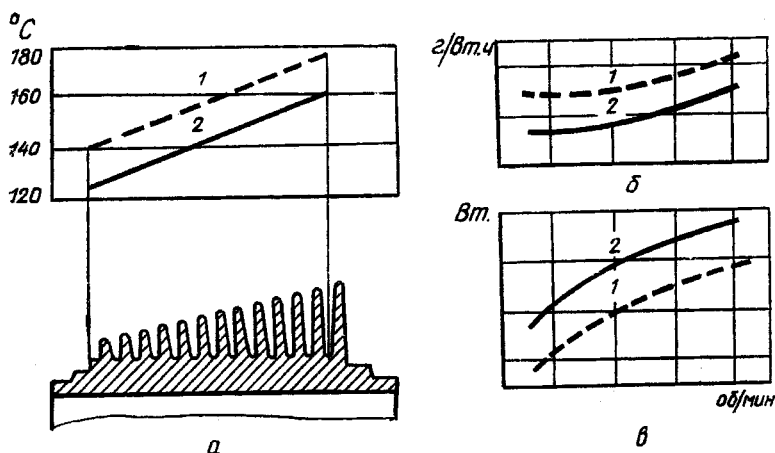


Рис. 110. Результаты испытаний цилиндров:

а — температура цилиндра; б — расход топлива; в — мощность; 1 — цилиндр из стали; 2 — хромированный цилиндр из алюминиевого сплава

лива и снимаются большие мощности, чем с двигателей со стальными цилиндрами.

В отечественной практике вполне успешно хромируют цилиндры из сплава АЛ2, полученные литьем под давлением. Однако хотя хромовые покрытия обладают многими преимуществами и, в частности, могут работать до температуры 800°C, они не всегда работают удовлетворительно в трущейся паре. Например, не рекомендуется применять хром в паре с фосфористыми бронзами. Хромируемая поверхность не должна содержать неметаллические включения, карбиды и нитриды. Может применяться хром в паре с нержавеющей сталью и алюминием.

Хромирование алюминия и его сплавов сопряжено с некоторыми трудностями, например:

1) наличие на поверхности алюминия и его сплавов окисной пленки, препятствующей прочному сцеплению покрытия с алюминием;

2) высокий электроотрицательный потенциал алюминия (особенно после удаления окисной пленки) вытесняет из растворов электроотрицательные металлы;

3) высокая химическая активность алюминия как в щелочной, так и в кислой среде, вызывающая непрочное сцепление с ним покрытий;

4) различие коэффициентов теплового расширения сплавов алюминия и покрытий;

5) наличие в отливках из алюминиевых сплавов рыхлот, пористости и раковин, в которых задерживаются растворы.

Выбору способов нанесения покрытий на поверхность алюминия и его сплавов посвящено большое количество исследований. Наибольшее число способов осаждения основывается на склонности алюминия к вытеснению из растворов других металлов, более электроположительных. В частности, получила применение цинкатная обработка алюминиевых сплавов. Сначала поверхность алюминия и его сплавов подвергается очистке от жирных загрязнений. Для этого применяют обезжиривание в парах трихлорэтилена с последующей обработкой в щелочном растворе, а также используются эмульсионные обезжиривающие растворы.

Химическое обезжиривание производится в одном из растворов:

1) 24 г/л силиката натрия, 15 г/л тринатрийфосфата; температура раствора 80—85°C.

2) 11—49 г/л углекислого натрия, 6—10 г/л силиката натрия; температура раствора 80—95°C.

3) 49 г/л двууглекислого натрия и 24 г/л углекислого натрия; температура раствора 35—40°C.

Электролитическое обезжиривание на катоде производят в одном из электролитов.

1) 90 г/л едкого натра, 45 г/л углекислого натрия, 6 г/л цианистого натрия; температура комнатная, плотность тока 3—5 А/дм², продолжительность процесса 1—3 мин.

2) 30 г/л тринатрийфосфата, 6 г/л углекислого натрия и 2 г/л силиката натрия; температура электролита 20°C, плотность тока 5,5 А/дм², продолжительность 1—2 мин.

Двукратное электростатическое обезжиривание может производиться так. Первое обезжиривание в электролите состава 37 г/л едкого натрия, 18 г/л углекислого натрия при режиме: напряжение 7 В, температура 20°C, продолжительность 3—5 мин. Второе обезжиривание в электролите 18 г/л едкого натра и 18 г/л цианистого натрия при режиме: напряжение 7 В, температура 20°C, продолжительность 10—30 с. После обезжиривания производится декапирование или травление в растворе: 50% серной кислоты и 50% азотной кислоты. Продолжительность 3—5 с.

Для высококремнистых сплавов алюминия применяют смесь, содержащую 3 части азотной кислоты и 1 часть плавиковой кислоты, в которой изделия обрабатываются в течение 3—5 с.

Для обычных сплавов алюминия рекомендуется обработка погружением в 15%-ный раствор серной кислоты при температуре 80—85°C на 2—5 мин с последующей промывкой и погружением в раствор азотной кислоты (плотность 1,42) на 15 с. Для марганцово-кремнистых алюминиевых сплавов рекомендуют применять смесь азотной кислоты с плавиковой: 1 часть HF (48 %) и 3 части HNO₃ (плотность 1,42).

После этого производится цинкатная обработка в растворе: 60—100 г/л окиси цинка и 450—500 г/л едкого натра. Следует избегать повышения температуры раствора до 27°C, так как это вызывает разрыхление окиси цинка.

В США широко применяется цинкатный раствор «Алюмон», имеющий состав: 80 г/л окиси цинка, 400 г/л едкого натра, 2 г/л смеси соли одновалентной меди и сульфата натрия.

Рекомендуют также растворы, приведенные в таблице 11.

Во Франции получил распространение следующий состав цинкатной ванны: 300 г/л цинката натрия, 75 г/л окиси цинка, 6 г/л цианистой меди и 170 г/л цианистого калия. Температура раствора 21—24°C, продолжительность обработки 30 с.

Изделия из алюминия и его сплавов перед нанесением гальванопокрытий погружают на 0,5—1 мин в нагретый (15—50°C) водный раствор: едкого натра 100—700 г/л, окиси цинка 1—200 г/л и глюконата натрия 5—25 г/л.

В литературе рекомендуется также катодное осаждение цинка в различных электролитах:

1) 45—53 г/л цинка (в виде соли), 128—139 г/л цианистого натрия и 75—90 г/л едкого натра. Изделия предварительно погружают в этот раствор на 15 с без тока при температуре 15—21°C, а потом производят катодное осаждение цинка при плотности тока 1,6 А/дм² в течение 15 с.

2) 0,6 г/л хлористого цинка, 0,6 г/л цианистого натрия и 1,3 г/л едкого натра. Осаждение цинка ведется при плотности тока 0,54 А/дм² и комнатной температуре; продолжительность 20 с. По цинку наносят подслои меди и затем осаждают никель и хром.

Предложений о подготовке алюминия перед покрытием много. Иногда цинкатный раствор готовят непосредственно растворением цинка в щелочи — 30 г/л цинка и 130 г/л едкого натра. Температура раствора 18—25°C, продолжительность обработки 20—30 с. Заслуживает упоминания обработка алюминия и его сплавов перед хромированием в солянокислых и фтористоводородных растворах, содержащих соли некоторых металлов (никель, магний), а также травление в растворах солей железа. В результате поверхность алюминия и его сплавов становится тонкомаатовой от многочисленных маленьких каверн, улучшающих адгезию хромового покрытия к алюминию. После травления поверхность алюминиевого сплава оказывается покрытой слоем добавленного в травящий раствор металла, который следует перед хромированием удалять химическим путем.

Для обработки алюминия и его сплавов, содержащих магний или магний и кремний, рекомендуются растворы различного состава для отливки и для проката. Любой из этих растворов можно применять для алюминиевых сплавов, содержащих медь. Травление алюминиевого сплава можно производить в растворе, содержащем железо или хлористый никель и комплексные соединения борной и плавиковой кислот. Затем следует покрытие тонким слоем меди, железа или латуни с последующим растворением их путем анодной обработки в хромовом электролите в течение 1—2 с.

Применяются также кислый раствор хлористого железа для травления непосредственно перед хромированием. Процесс осаждения хрома после этого ведется при температуре 50°C и плотности тока 40 А/дм². Хромовое покрытие при этом имеет хорошее сцепление с алюминиевым сплавом.

Сплавы алюминия с высоким содержанием меди сначала подвергают цинкатной обработке, затем растворяют цинк в смеси азотной и плавиковой кислот, после чего хромируют. Иногда цинк растворяют погружением в хромовый электролит.

Подготовку под хромирование деталей из сплава АЛ4 рекомендуют проводить по следующей технологии: обезжиривание органическим растворителем; химическое обезжиривание с последующей промывкой в горячей и холодной воде; травление в смеси HNO₃ и HF с промывкой в холодной воде (продолжительность травления при температуре 18—25°C 1 мин); обработка в цинкатном растворе (Zn 20—30 г/л, NaOH 120—130 г/л) при температуре 18—25°C в течение 1 мин. Для улучшения сцепления с хромом производится повторная цинкатная обработка с предварительным удалением пленки в 50 %-ной HNO₃ в течение 15—30 с. Хромирование в обычных условиях: «толчок» тока на 1—2 мин, в два раза превышающий рабочую плотность тока, составляющую 60 А/дм². Довольно часто применяемые сплавы АК6 и АК8, содержащие значительные количества легирующих добавок, в том числе медь, трудно обрабатываются, так как цинк отлагается на их поверхности неравномерно. В этом случае требуется дополнительное электролитическое осаждение цинкового покрытия малой толщины.

Предложен специальный электролит для анодной обработки перед покрытием алюминиевых сплавов, содержащих (в % по весу) не более 0,25% Si, 0,25% Fe, 1,30—3,70% Cu, 0,25% Mn, 0,20—1,20% Mg, 0,30% Zn, а также небольшие количества титана и примеси в обычном количестве, остальное — алюминий. Анодная обработка производится в электролите, содержащем 5—45% фосфорной кислоты, 1—30% серной кислоты, остальное — вода, в течение 1—30 мин при плотности тока 1—13 А/дм², напряжение менее 40В, температура 27—60°C.

В литературе сообщается, что можно обеспечить удовлетворительное сцепление покрытия с алюминием и его сплавами по пористым оксидным пленкам, которые получают анодной обработкой алюминия в растворе фосфорной кислоты. Предполагают, что первоначальное осаждение покрытия идет у основания пор оксидной пленки, а затем проникает в поры и распространяется равномерно по всей поверхности.

Перед анодной обработкой алюминиевого сплава обычного состава поверхность его очищают от загрязнений в органических растворителях. Затем выполняют легкое протравливание в органических растворителях. Затем выполняют легкое протравливание в щелочном растворе и далее в концентрированной азотной кислоте для удаления металлургических загрязнений. После промывки детали переносят в раствор фосфорной кислоты плотностью 1,1—1,3, который готовят на дистиллированной воде или же на воде с низким содержанием галогенов и сульфатов. Указанные растворы фосфорной кислоты хорошо действуют на большинство алюминиевых сплавов, кроме содержащих медь и кремний. Для различных составов алюминиевых сплавов концентрация фосфорной кислоты должна быть разной.

Как показали исследования, в процессе анодной обработки алюминиевых сплавов в фосфорной кислоте образуется шероховатая поверхность, способствующая прочному сцеплению покрытия.

Наибольшее распространение получил цинкатный способ обработки алюминиевых сплавов перед покрытием. Недостатки этого способа: быстрое загрязнение раствора для цинкатной обработки посторонними металлами, а также загрязнение хромового электролита и частое корректирование его из-за растворения цинка перед хромированием. В связи с этим исследования были направлены на разработку способов хромирования цилиндров из легких сплавов без промежуточного слоя осажденного металла.

По новому способу цилиндры из легких сплавов вместо цинкатной обработки протравливаются в течение 1—2 мин в смеси, состоящей из водного раствора плавиковой и азотной кислот в мольном отношении 1 : 5. Температура смеси кислот составляет 12—14°C. Предполагается, что при травлении в этой смеси на поверхности алюминиевого сплава образуется пленка фторида молекулярной толщины, которая препятствует окислению поверхности при подготовке к покрытию. Процесс травления является экзотермическим, и для предотвращения растравливания поверхности металла

ванну необходимо охлаждать с помощью водяной рубашки. После травления и промывки цилиндр монтируют на подвесное приспособление, прогревают в ванне с горячей водой и под током погружают в хромовую ванну обычного состава при температуре электролита $60 \pm 2^\circ\text{C}$. Хромирование производят при постепенном повышении плотности тока: в первые 5 мин.—с 45 до 65 А/дм² и, начиная с десятой минуты,—с 65 до 80 А/дм².

После хромирования промытый и демонтированный с приспособления цилиндр кипятят в чистой воде в течение 1—1,5 ч для удаления остатков хромового электролита, находящегося в порах цилиндра, и для снижения напряжений в слое хрома.

Известен также другой способ хромирования алюминия и его сплавов без промежуточных покрытий. При этом процессе алюминиевые изделия, подлежащие покрытию, подвергают обдувке абразивом в жидкой среде. В качестве абразивного материала применяют кристаллический кварц. Абразивная суспензия, находящаяся после обдувки на алюминиевой поверхности, предохраняет ее от окисления на воздухе перед хромированием. В хромовом электролите абразивный слой смывается с алюминиевой поверхности и осаждается на дно. При этом процессе образуется весьма развитая поверхность и обеспечивается прочное сцепление хрома с основанием. Чтобы гарантировать стабильность процесса, обработанные обдувкой детали надо быстро погружать в ванну хромирования.

Пористое хромирование

Пористое хромирование алюминиевых цилиндров двигателей производят после обработки в растворе, содержащем 50 % HCl и 5 % HF, в течение 5 мин при комнатной температуре. Затем производят анодное окисление в электролите, содержащем 100 г/л CrO_3 , при анодной плотности тока 50—70 А/дм², температуре 50°C , в течение 3—10 мин. После такой подготовки следует покрытие хромом пониженной твердости в электролите, содержащем 400 г/л CrO_3 , 4 г/л H_2SO_4 , плотность тока 35—45 А/дм², температура 25— 30°C , в течение 1 ч. Твердое хромовое покрытие наносится в ванне, содержащей 200 г/л CrO_3 , 2 г/л H_2SO_4 , плотность тока 50—60 А/дм², температура 30— 35°C , в течение 1 ч. Наконец, наносится слой хрома в электролите того же состава при плотности тока 80—100 А/дм², при температуре 50— 55°C , в течение 1 ч. Производится паробразование, как обычно — переключением на анод в той же ванне.

В случае ремонта или брака хромированные цилиндры из алюминиевых сплавов можно хромировать повторно. При этом обычные методы растворения хрома в соляной кислоте или под током в щелочном растворе не годятся, так как происходит сильное травление основного металла. Рекомендуется следующий процесс повторного хромирования:

механическая очистка нагара на поверхности хрома и обезжиривание в органическом растворителе;

сушка сжатым воздухом;

монтаж цилиндра на подвесное приспособление;

растворение хрома, которое производится под током в разбавленной (10 г/л с ингибитором) серной кислоте, при комнатной температуре и плотности тока 45—55 А/дм²; в качестве катода применяется свинец или железо. Поверхность основного металла после удаления хрома очень гладкая, светло-серая, прочность на электрическое пробивание поверхности алюминиевого сплава составляет 1,5—3 В, что указывает на окисление ее в процессе растворения хрома;

промывка в горячей воде и сушка сжатым воздухом;

повторное хромирование.

Выбор способа хромирования цилиндров из алюминиевых сплавов

Изучались следующие способы подготовки перед хромированием поверхностей алюминиевых сплавов АЛ10В и АЛ7 (после обезжиривания и травления для осветления):

— Цинкатная обработка в растворе цинката натрия с содержанием 30—35 г/л цинка и 130—140 г/л едкого натра. Первое цинкование продолжалось 1—1,5 мин, затем — травление в течение 3—5 с в смеси кислот: 2 части азотной кислоты (плотность 1,4) и 1 часть плавиковой кислоты (45%), и повторное цинкование в течение 15—20 с.

— Обработка в растворе, содержащем 35 г/л хлорного железа и 15—20 мл/л соляной кислоты (плотность 1,19). Обработка велась в течение 1,5—2 мин при температуре 88—90°C. Из сернокислых растворов осадки железа получались более рыхлыми, с недостаточной прочностью сцепления с алюминиевым сплавом.

— Анодная обработка в растворе фосфорной кислоты (плотность 1,32) при плотности тока 1,5 А/дм². Проверялись два варианта продолжительности — 5 и 10 мин.

— Анодная обработка в хромовом электролите: 245—255 г/л хромового ангидрида и 2,5—2,6 г/л серной кислоты. Плотность тока 5 и 10 А/дм², температура электролита 50—52°C, продолжительность 2 и 4 мин.

Хромирование образцов проводилось в ванне того же состава, как при анодной обработке, и начиналось с пониженной плотности тока (10 А/дм²), которая в течение 5—10 мин постепенно повышалась до рабочей — 50 А/дм², при температуре 50—52°C.

Исследования показали, что снижение плотности тока в начале хромирования алюминиевых сплавов имеет существенное значение для надежного сцепления с ними хромового покрытия. Видимо, водород, выделяющийся при потенциале, недостаточном для осаждения хрома, способствует восстановлению окисной пленки на алюминиевом сплаве, что улучшает прочность сцепления покрытия.

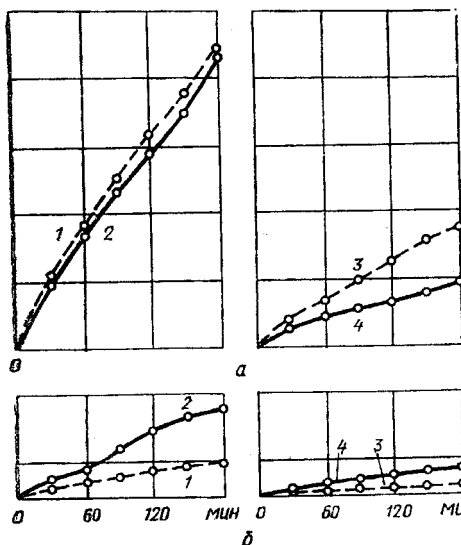
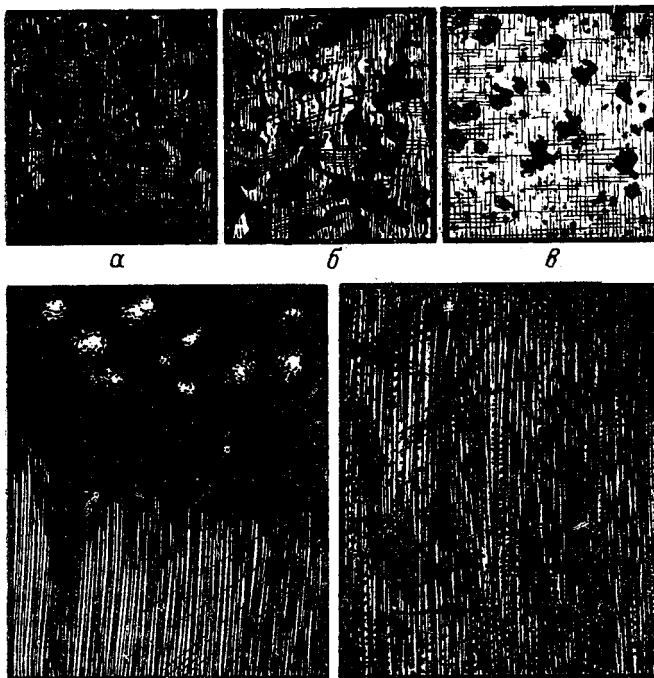


Рис. 111. Результаты сравнительных испытаний на износ образцов

а — хромированных алюминиевых;
б — стальных

Рис. 112. Состояние поверхности пористого хромового покрытия после приработки:

а — через 2 ч; б — через 4 ч; в — через 6 ч; г — плотный хром после 10 ч испытаний (вверху исходное состояние хромированной поверхности); д — пористый хром после 10 ч испытаний



При трении в масле износостойкость пары с хромированной гильзой из алюминиевого сплава — примерно в 2,5 раза выше износостойкости пары со стальной закаленной гильзой (рис. 111).

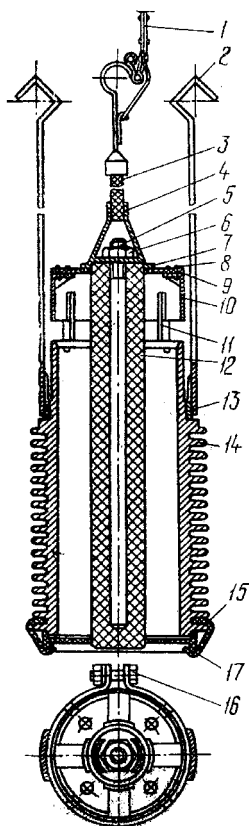


Рис. 113. Подвесное приспособление для хромирования цилиндров из алюминиевого сплава:

1 — рычаг анодного замка (медь, латунь); 2 — катодный крючок (медь, латунь); 3 — гибкий провод; 4 — наконечник провода; 5 — стержень; 6 — гайка стержня; 7 — анодное ушко; 8 — заклепка опорной пластины; 9 — опорная пластина анода (винипласт); 10 — верхний фиксатор анода; 11 — стойка верхнего фиксатора; 12 — анод; 13 — стягивающее кольцо; 14 — цилиндр; 15 — нижний фиксатор анода (винипласт); 16 — болт стягивающего кольца; 17 — защелка нижнего фиксатора анода

Из приведенных микрофотографий видно, что в процессе абразивного изнашивания пористого хрома количество пор постепенно уменьшается и поверхность хрома через 10 ч испытаний становится гладкой (рис. 112), мало отличающейся от поверхности плотного хрома.

Проведены испытания на износ хромированных образцов. В данных условиях опыта, при испытаниях в абразивной среде, различаются две стадии изнашивания хрома: интенсивное истирание — период приработки хрома и малые величины износа — период стабильного износа.

В условиях абразивной среды пористый хром прирабатывается наиболее интенсивно до наступления стабилизации его износа. Но через 10 ч работы пористая часть хрома стирается, в работу вступает плотный хром и износы обоих образцов (с плотным и пористым хромом) становятся практически одинаковыми. Аналогичное явление наблюдалось также у сопряженных с этими цилиндрами чугунных колец. Приработка кольца, работающего в паре с пористым хромом, интенсивнее, чем кольца, работавшего в паре с плотным хромом.

Подготовка цилиндров перед хромированием

Подготовка цилиндров перед хромированием производилась следующим образом. Вначале внутреннюю поверхность цилиндра промывали бензином, обезжировали венской известью и тщательно промывали в проточной воде с помощью жесткой волосной щетки. Затем производили травление цилиндра, в течение 25 с в растворе едкого натра (70 г/л), при температуре 60°C. Далее поверхность осветлялась в течение 25 с в смеси азотной (900 мл/л) и плавиковой (100 мл/л) кислот при комнатной температуре. Затем цилиндры тщательно промывали и загружали в ванну хромирования на подвесном приспособлении (рис. 113). Ванна хромирования имела следующий состав:

240—250 г/л хромового ангидрида, 2,5—2,6 г/л серной кислоты. Перед хромированием производилась анодная обработка цилиндров при анодной плотности тока 10 А/дм^2 , температуре $50^\circ \pm 2^\circ \text{С}$, в течение 2 мин.

Для получения хрома с точечной пористостью цилиндры хромировали по следующему режиму: катодная плотность тока 50 А/дм^2 , продолжительность 4—5 мин, температура электролита $50^\circ \pm 2^\circ \text{С}$. Для создания пористости производили анодную обработку по режиму: вначале давался «толчок» тока при плотности тока 75 А/дм^2 в течение 1 мин, затем процесс проводился в течение 9 мин при 40 А/дм^2 . Толщина слоя хрома составляла 0,15—0,17 мм, глубина пор 0,005—0,006 мм.

Для получения хрома с канальчатой пористостью цилиндры хромировали при плотности тока 55 А/дм^2 в течение 1 ч. Температура электролита $60^\circ \pm 2^\circ \text{С}$. Канальчатая пористость получалась анодной обработкой хромированной поверхности цилиндра при плотности тока 50 А/дм^2 , $60^\circ \pm 2^\circ \text{С}$, в течение 8 мин. Хромовое покрытие имело толщину 0,15—0,17 мм, глубина пор 0,006—0,007 мм.

Некоторые выводы

Установка на двигатель хромированного цилиндра из алюминиевого сплава значительно улучшает условия его работы, снижает термическую напряженность вследствие более высокой теплопроводности алюминиевого сплава по сравнению со сталью, уменьшает вес двигателя.

Износостойкость хромированных цилиндров из алюминиевого сплава в 2,5 раза выше по сравнению со стальными. Наибольшая износостойкость оказалась у цилиндров, хромированных по накатке, износ поршневых колец в хромированных цилиндрах значительно меньше, чем в стальных.

Зазор между хромированным цилиндром из алюминиевого сплава и поршнем может быть в 2 раза меньшим, чем в паре со стальным цилиндром.

Наиболее надежное сцепление хромового покрытия со сплавом АЛ10В и АЛ7 дает предварительное железнение.

Точечное пористое хромирование позволяет получать цилиндры заданного размера электролитической доводкой.

СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Авиамodelисты пользуются несколькими системами обеспечения двигателя топливом. В частности, на моделях воздушного боя применяются мягкие и жесткие баки. У каждого из них есть свои недостатки и преимущества.

Под жесткими понимаются баки, сделанные из жести или какого-нибудь другого листового металла. Корпус металлического бака лучше всего изгибать и спаивать на оправке, размеры которой должны соответствовать чертежу, равно как и объем. Основной не-

достаток этого бака — большой вес и повышенный момент инерции носовой части модели и, как следствие, некоторый проигрыш модели с таким баком в маневренности. Но металлический бак имеет и свои преимущества:

- во-первых, он имеет достаточную механическую прочность;
- во-вторых, установка его на модель позволяет отрегулировать стабильный режим работы двигателя на протяжении всего полета;
- в-третьих, заправка такого бака весьма проста.

На бак обычно идет жесть толщиной 0,2—0,3 мм (рис. 114). Донце бачка желательно делать с отбортовкой, чтобы обеспечить надежную пропайку. Для соединения деталей лучше всего пользоваться наиболее прочным оловянистым припоем ПОС-40, состоящим из 40% олова и 60% свинца. Надежнее паять бак с паяльной кислотой, которую легко можно приготовить самому: в соляную

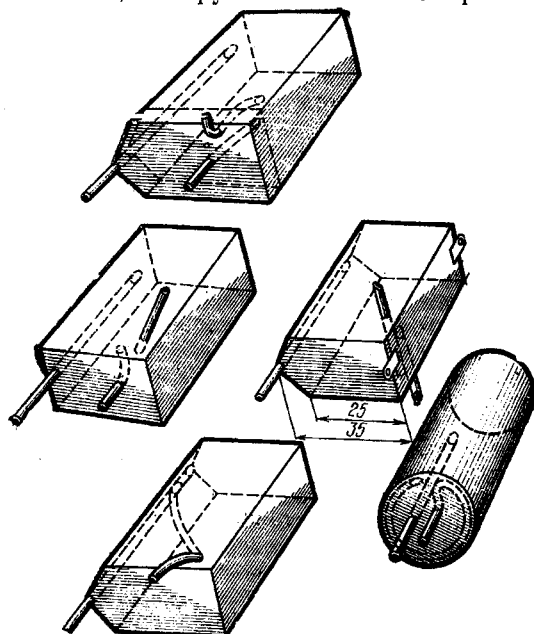


Рис. 114. Жесткие баки

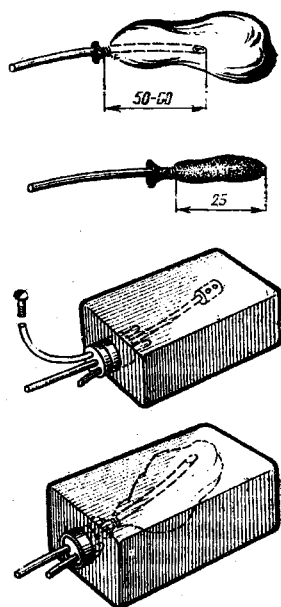


Рис. 115. Мягкие баки

кислоту положить кусочек цинка, а затем постепенно подкладывать маленькими порциями до тех пор, пока цинк не перестанет реагировать с кислотой. Поскольку паяльная кислота вызывает коррозию металла, то после пайки бак тщательно промойте водой или мыльным раствором. Трубопроводы бака можно сделать из медной или латунной трубки с внутренним диаметром 1,5—2,0 мм. Металлический бак размещают на модели так, чтобы ось заборного штуцера и ось жиклера находилась на одном уровне. Кроме того, бак должен быть максимально приближен к двигателю. Фиксация бака самая разнообразная. Опытные спортсмены чаще всего

наглухо заклеивают бак в отведенном для него месте на модели. Однако это совсем не обязательно. Бак можно сделать и съемным.

Под **мягкими** понимаются баки, сделанные из резины. Основой такого бака становится обычно детский шар. Для этого шар надувают и в таком виде выдерживают несколько дней. Пригодным считают такой бак, который, находясь в модели, вмещает 90 см³ топлива. Давление при подаче топлива к двигателю должно отсутствовать, трубку, находящуюся внутри бака, подбирают достаточно мягкой, чтобы она свободно перемещалась внутри шара. На конце заборной трубки должно быть 3—4 отверстия, чтобы трубка не прилипала к шару. Преимущества резинового бака: в его небольшой массе (3—5 г), кроме того, здесь не требуется дренажной системы, а значит не нужно думать о влиянии скоростного напора.

С приобретением навыков эксплуатировать резиновые баки становится легко и просто.

Прежде всего надо помнить, что резиновый бак под действием центробежной силы принимает форму того объема, в котором он находится (рис. 115). Поэтому внешняя стенка контейнера должна иметь форму угла или полуцилиндра. При этом надежное покрытие заборника топливом будет обеспечено при любой эволюции модели. Поверхность контейнера должна быть очень гладкой и чистой, без острых выступов, так как по ней скользит тонкий резиновый баллон.

Существенное влияние на работу двигателя оказывает длина контейнера. Чем ближе заборник к штуцеру жиклера, тем лучше. Для успешного использования резинового бачка необходимо соблюдать некоторые правила при его заправке. Прежде всего в заправленном бачке не должно быть воздуха. Даже один пузырек может привести к неожиданной остановке двигателя. Находясь в контейнере, резиновый бак не должен воспринимать напряжений и не оказывать давления на топливо. Заправлять бак лучше всего из емкости, в 2—3 раза превышающей разовую порцию топлива. Делают это обычно так: заправочная колба заливается топливом, колба сжимается. На ее штуцер надевают трубку бака, колбу переворачивают дном вверх и воздух таким образом высасывается из бачка. Пока в бачке воздух, он будет пузырьками идти через топливо, но как только он выйдет из бачка, движение пузырьков прекратится. Теперь можно нажимать на колбу и выдавливать топливо в бак. Колбу при этом надо держать вертикально и следить, чтобы воздух с порцией топлива не попал в бак. Затем трубку снимают со штуцера колбы и надевают на штуцер двигателя.

Существует несколько способов подачи топлива из мягких баков. Вот одна из систем. Здесь применяется принудительная подача топлива к карбюратору двигателя. Резервуар — это обычная детская соска. Для начала с ее поверхности счищается тальк, после чего кончик соски отрезается — примерно 30—35 мм. Трубка питания сделана из велосипедного ниппеля. В месте соединения соски с ниппельной трубкой последнюю надо армировать — вста-

вить внутрь резиновой стальной трубки или штуцер. Связывать стык прочной капроновой ниткой, сделав несколько оборотов для надежности и прочности. При связывании обратите внимание на кончик трубки, входящий во внутреннюю полость соски,— он должен находиться как можно ближе к завязке. В противном случае в резервуаре будет оставаться воздух, который может прервать на какое-то время подачу топлива, и двигатель неожиданно встанет. Такую причину сразу и не отыскать. Пока модель сядет, воздух пройдет через жиклер, и в трубке снова будет находиться топливо.

Принудительная система подачи топлива имеет свои недостатки.

Во-первых, нужно прикладывать большое усилие при заправке, особенно в первый момент. Чтобы облегчить эту работу, до установки бака на модель его необходимо 2—3 раза надуть воздухом до объема в 1,5—2 раза большего, чем объем необходимого вам топлива. Лучше всего заправлять бак полиэтиленовым шприцем на 150—200 г. (рис. 116). На шприце имеются деления, которые помогут рассчитать дозу топлива на нужное время полета модели. Заправка производится следующим образом: на штуцер шприца надевается трубка резервуара, ее желательно надеть как можно дальше, чтобы во время заправки она не сползла. Располо-

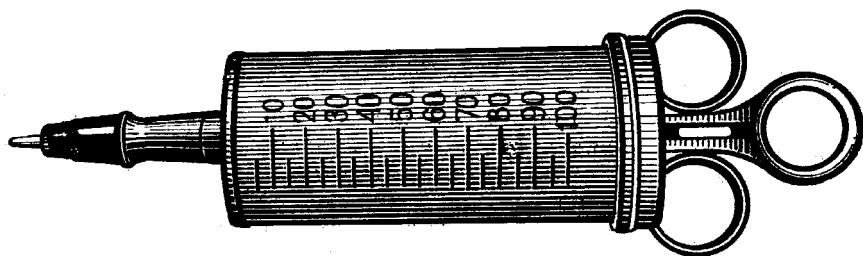


Рис. 116. Шприц для заправки резиновых баков

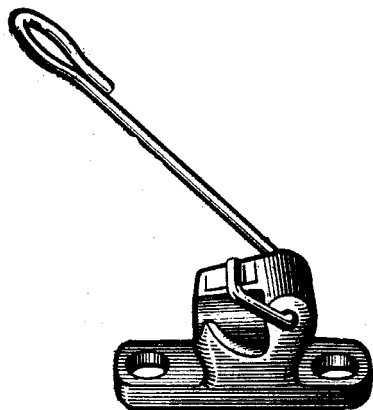


Рис. 117. Зажим для резинового бака

жив шприц вертикально, надавите на поршень и влейте в резиновый резервуар в 2—3 раза больше топлива, чем расчетный объем бака. Как только вы ослабите усилие, то сразу же почувствуете, что поршень двигается обратно, в это время потяните поршень на себя. Когда все топливо перейдет в шприц, пойдут пузырьки воздуха. Прокачку бака повторите 2—3 раза. Убедившись, что пузырьков нет, смело заправляйте бак. После заправки трубку прижмите прищепкой или зажимом (рис. 117).

Контейнер в модели должен соответствовать форме бака при полной его заправке топливом; если это требование не будет выполнено, то в процессе работы двигателя на модели режим его будет сильно изменяться по мере вырабатывания топлива. В эту систему и особенно в контейнер для бака не должны попадать ни грязь, ни песок. Достаточно песчинке дотронуться до натянутой стенки резинового резервуара, как он разорвется. Поэтому аккуратно и тщательно снаряжайте модель к полету. Существует интересная особенность полета модели с таким баком. Если хорошо налаженный двигатель весь полет работает нормально, то перед тем, как закончиться топливо в баке, моторчик слегка сбрасывает обороты. Это значит, что через 1,5—2 круга двигатель остановится.

Недостаток этого бака в его непрочности, иной раз он рвется и при случайном ударе модели о землю.

Следующая конструкция также относится к мягким бакам.

Здесь бак — это полиэтиленовая емкость; внутри нее находится гибкий шланг с грузиком на конце. При полете модели центробежная сила постоянно прижимает груз ко «дну» — боковой стенке емкости, что способствует стабильному поступлению топлива к двигателю. Входное отверстие бака закрывается резиновой пробкой с тремя отверстиями, в которые вставлены три медные трубки.

Первая трубочка — дренажная, после заполнения бака топливом она закрывается пробкой. Вторая соединяет бак с двигателем, для чего на нее натягивается гибкий резиновый шланг. Ну а по третьей подается давление от двигателя в бак. Таким образом, вся система работает под давлением. Ее конструкция включает полиэтиленовую емкость, входное отверстие которой закрыто резиновой пробкой с двумя отверстиями, куда вставлены две медные или латунные трубки: первая для дренажа и питания, а вторая для подачи давления от двигателя. В резиновую пробку трубки должны быть запрессованы, негерметичность системы может привести к нестабильной работе двигателя в полете.

Внутри полиэтиленовой емкости к трубке подсоединяется резиновый баллон из детского шарика. В месте его соединения с питательной трубкой последняя армируется. В полиэтиленовой емкости существуют как бы два объема: один — это бывший воздушный шарик и другой — полиэтиленовая емкость. При такой конструкции горючее во время работы не смешивается с топливно-воздушной смесью, идущей из двигателя, что приводит к стабильной его работе. Заправка такой системы происходит следующим образом. Питающая трубка снимается с двигателя и надевается на за-

правочную емкость. С ее помощью из резинового бачка откачивается воздух, а затем он заправляется топливом, объем которого равен объему полиэтиленового бака. Питающую трубку снова надевают на штуцер жиклера и запускают двигатель.

Однако такая система недолговечна, требует особо тщательного ухода, ее необходимо проверять перед каждым полетом.

Эту систему питания долгое время использовал мастер спорта СССР А. Дубинецкий и добивался хороших результатов в своих полетах на соревнованиях разных масштабов.

Глава IV.

ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ СОРЕВНОВАНИЙ

Класс моделей воздушного боя

Модель воздушного боя — это модель летательного аппарата, тяга которого обеспечивается поршневым двигателем, а подъемная сила действием аэродинамических сил на неподвижно закрепленные несущие поверхности.

В соревнованиях по воздушному бою участвуют два экипажа с моделями, одновременно летающими внутри одного круга.

Цель воздушного боя — набор максимального количества очков за отрубы ленты и время нахождения модели в воздухе.

В заявке на участие в соревнованиях должны быть указаны фамилии пилота и механика. Эти два участника не могут быть заявлены в составе другого экипажа. Разрешается иметь дополнительного помощника, который имеет право держать ленту, модель и выполнять другие вспомогательные работы, не связанные с основными функциями членов экипажа. Механик и помощник должны быть в защитных шлемах. Во время боя пилот находится в пределах центрального круга, а механик за пределами круга безопасности.

Основной обязанностью пилота является пилотирование модели, но он имеет право выполнять функции механика. В этом случае у него на голове должен быть защитный шлем. Механик может заходить в зону полета в сектор посадки модели для выноса ее за круг безопасности.

Площадка для воздушного боя состоит из двух концентрических окружностей, размеченных на поверхности кордодрома. Круг, используемый пилотами, — центральный круг радиусом 3 м; круг, используемый механиками, — круг безопасности радиусом 19,6 м. Разметка должна выполняться полосой шириной не менее 0,1 м. Покрытие кордодрома травяное, за исключением центрального круга

Технические требования к моделям

Максимальная несущая площадь	— 150 дм ²
Максимальный вес (масса)	— 5 кг
Максимальная нагрузка	— 100 Г/дм ²
Максимальный объем двигателя	— 2,5 см ³

Модель не может быть снабжена каким-либо дополнительным устройством для облегчения среза ленты.

Длина корды должна быть $15,92 \pm 0,04$ м от оси ручки управления до оси пропеллера модели. Минимальный диаметр каждой нити — 0,289 мм. Расстояние между осью ручки управления и линией, соединяющей точки крепления корд, не должно превышать 40 мм. Допускается только двухкордовое управление. Перед каждым официальным полетом все системы управления модели (рукоятка, нити управления и детали управления самой модели) подвергаются контрольной нагрузке, равной 20-кратному весу модели. Контрольный замер диаметра корды производится в двух.

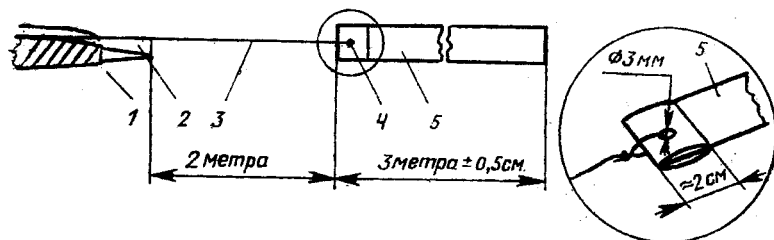


Рис. 118. Лента (шлейф) для ведения воздушного боя:

1 — модель; 2 — место маркировки нити; 3 — нить; 4 — место крепления нити; 5 — лента

произвольных местах каждой нити. Для участия в соревнованиях каждый экипаж может использовать неограниченное количество моделей, но не более двух в одном бою. Если используется вторая модель, то лента, оставшаяся ее часть или нитка переносится на вторую модель. Если модель в результате обрыва корды улетает за пределы кордодрома, экипаж может получить новую ленту.

Лента изготавливается из креповой или подобной бумаги длиной 3 м и шириной 30 мм (рис. 118), крепится к модели ниткой длиной 2 м в точке, находящейся в конце продольной осевой линии пропеллера модели (используется нитка типа «маккей»). Ленты у моделей соперников должны быть разного цвета.

Порядок старта

После вызова на стартовую площадку экипажам предоставляется две минуты подготовительного времени, после чего подается сигнал и дается 60 секунд на последние приготовления и запуск двигателей. В течение этого периода механик или пилот могут запускать двигатель. Применение стартера запрещено.

Начальник старта отсчитывает последние пять секунд этого периода в обратном порядке и подает команду «старт» визуально (флаг) и акустическими средствами одновременно.

Воздушный бой длится 4 мин, исчисляемые с момента подачи команды «старт», и заканчивается по команде «бой окончен».

Команда «начало боя» подается только после того как моде-

ли с распушенными лентами пролетели два горизонтальных круга и находятся в удалении друг от друга не менее четверти круга.

Стартовые позиции участников должны отстоять друг от друга не менее $1/3$ круга. Если в воздухе остается модель только одного участника, она должна летать только против часовой стрелки и на безопасной для соперника высоте.

Для хронометража боя назначаются две пары судей-хронометристов. Они определяют время нахождения модели в воздухе в период 4-минутного времени боя. Результат определяется как среднее значение показаний обоих хронометристов с точностью до десятых долей секунды.

Для подсчета количества отрубов ленты назначаются две пары судей-наблюдателей. Контроль за поведением пилотов осуществляется двумя судьями-наблюдателями, которые определяют выходы пилотов из центрального круга и физическое воздействие на соперника. За поведением механиков и помощников следят еще два судьи-наблюдателя, которые определяют заходы механиков в круг и т. д.

По окончании боя все судьи заносят результаты в полетные листы и ставят свои подписи.

Пилот может выйти из центрального круга только в том случае, если его модель не находится в воздухе, и после того, как он сообщил сопернику о своем намерении. Если он покидает центральный круг не для того, чтобы взять ручку управления модели, он должен надеть защитный шлем сразу после выхода из центрального круга.

После посадки модели механик должен немедленно вынести модель и оставшиеся ее части за пределы 19-метрового круга прежде, чем он начнет ее обслуживать.

Разрешается использовать запасные корды. Система управления с запасными кордами должна перед взлетом пройти техническую проверку, желательно в непосредственной близости к 19-метровому кругу. Запасные корды до применения должны находиться за пределами 19-метрового круга.

Каждая приземляющаяся модель и ее экипаж должны быть под наблюдением по крайней мере одного судьи с целью контроля за правильностью действий экипажа в соответствии с правилами.

Система подсчета очков:

- подсчет очков начинается одновременно с сигналом «старт» и продолжается 4 мин;

- за каждый совершенный очевидный отруб части ленты или нитки с лентой моделью, пропеллером или кордами начисляется 100 очков;

- очки не присуждаются в случае, если разрезается корда, независимо от того, отрезается при этом лента или нет;

- за каждую целую секунду нахождения модели в воздухе начисляется одно очко;

- за неумышленный выход двумя ногами из круга радиусом 3 м во время пилотирования участник штрафует на 50 очков;

— за заступ механика в круг радиусом 19,6 (19,0) м, когда модели находятся в воздухе, экипаж штрафуются на 50 очков;

— если нитка с лентой отделяется от летящей модели или при взлете модели, участник штрафуются на 100 очков. Он должен немедленно посадить модель и прицепить новую ленту;

— если модель с момента взлета оставляет часть ленты на земле или взлетает с нераспущенной полностью лентой, то участник должен посадить модель и распутать или заменить ленту (для фиксации двух минут время взлета модели отмечается);

— итоговый результат определяется как разность между набранными очками и штрафными.

Аннулирование. Результаты полетов экипажа аннулируются и экипаж снимается с боя, если:

— пилот преднамеренно атакует ленту соперника до подачи команды «начало боя»;

— модель взлетает до команды «старт»;

— пилот преднамеренно атакует саму модель, а не ленту соперника;

— модель не взлетает в течение двух минут после команды «старт»;

— пилот мешает пилотировать сопернику, оказывая на него физическое воздействие или заставляет покидать центральный круг;

— пилот преднамеренно воздействует на соперника путем пассивных действий;

— пилот атакует ленту модели соперника до того, как его модель взлетела;

— пилот без сомнения виноват в столкновении или если его корды вызывают падение модели соперника (в обоих случаях немедленная дисквалификация);

— умышленно опасно пилотирует модель;

— экипаж оставляет в центральном круге корды или ручку управления любой из его моделей, находящихся на земле;

— пилот пытается поддержать в полете модель, которая больше не может находиться в полете под действием собственного двигателя или контролем со стороны пилота;

— пилот во время пилотирования умышленно выходит за пределы центрального круга;

— пилот умышленно прекращает полет своей модели прежде, чем будет дан соответствующий сигнал;

— пилот, когда его модель находится на земле, выходит из центрального круга без шлема, за исключением случая, когда он выходит, чтобы взять ручку управления резервной модели вблизи круга;

— пилот атакует ленту противника, когда на его модели нет нитки (потерянной по вине данного экипажа);

— механик снял защитный шлем до истечения 4-минутного времени с начала боя;

— в случае запутывания соперников кордами или запутыва-

ния корд моделей между собой, когда ни один не может быть признан виновным и один из соперников вновь поднимает модель в воздух, не освободив от корд себя, соперника или модели;

— в случае запутывания корд моделей между собой, когда оба соперника желают продолжить бой на других моделях и только по их согласию, о чем они должны сигнализировать поднятием руки, начальник старта может им разрешить продолжить бой на других моделях без распутывания первых;

— экипаж может быть дисквалифицирован за любое другое серьезное нарушение правил.

Схема проведения боя и определение мест

Соревнования проводятся как турнир с выбыванием:

в первом туре участвуют все экипажи. Места в схеме определяются по жеребьевке. Номер 1-й встречается со 2-м, 3-й с 4-м и т. д. (рис. 119);

при нечетном количестве участников последний участник выходит во второй круг соревнования без боя;

победители первого тура выходят во второй тур;

проигравшие в первом туре встречаются между собой в утешительном бою, победители утешительных боев приравниваются к победителям первого тура;

в жеребьевке второго тура принимают участие победители первого тура и победители утешительных боев;

второй тур проводится по олимпийской системе. В случае командных соревнований при жеребьевках (на 1, 2 туры и утешительные бои) производится искусственное рассеивание членов одной команды с тем, чтобы по возможности предотвратить их встречу

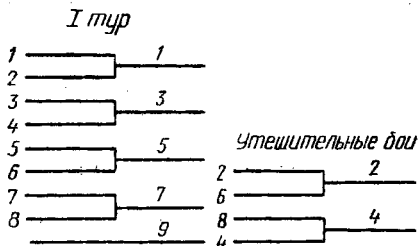


Рис. 119. Схема проведения боев 9 экипажей

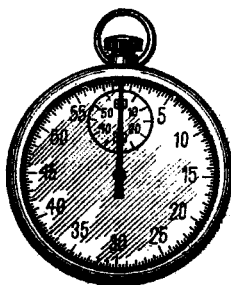
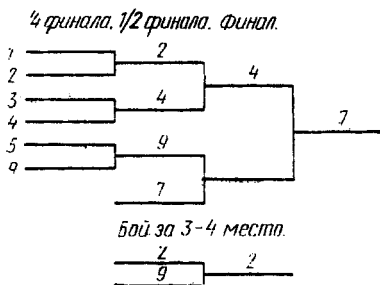


Рис. 120. Секундомер

между собой в начальных боях, путем комплектования групп для жеребьевки соответственно количеству участников от команды. Для построения схемы используется выражение $N - 2^n$, где:

N — количество экипажей;

2^n — число, ближайшее к N , с которого начинается пушка;

$N - 2^n$ — количество предварительных боев второго тура.

Соревнования заканчиваются проведением полуфинала и финала:

— победитель финала занимает первое место, проигравший второе;

— проигравшие в 1/2 финала встречаются между собой в борьбе за 3—4 места.

В первую очередь проводится бой за 3—4 места, а места остальных участников определяются в процессе выбывания по количеству очков, набранных в последнем проигранном бою данной части финала (сравниваются между собой результаты участников, выбывших на одном этапе; например: выбывших в утешительных боях, предварительных боях второго тура и т. д.). Участники, выбывшие без боя или дисквалифицированные в процессе боев, занимают последние места в своей группе.

Хронометраж воздушного боя

Любой воздушный бой на соревнованиях начинается с хронометража. Это, пожалуй, самое трудное и ответственное дело в процессе соревнований, поскольку от его точности порой зависит распределение мест в соревнованиях и личные результаты спортсменов.

Правилами проведения соревнований на старте предусмотрены судьи-хронометристы, которые определяют время нахождения моделей в воздухе.

Спортсмен, который желает взять под контроль время полета, может иметь с собой на старте секундомер (рис. 120).

Глава V.

МЕТОДИКА И ТАКТИКА

ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНА К СОРЕВНОВАНИЯМ

РАБОТА ТРЕНЕРА

Подготовка спортсмена в любом виде спорта немыслима без квалифицированной тренерской работы. Не является исключением и спортивный воздушный бой. Какова роль тренера в этом классе моделей? Это прежде всего организация постоянных тренировок, обработка элементов полета, в частности определение его скорости (табл. 12) и фигур.

Тренер должен после каждого полета разбирать его, даже если он был проведен на хорошем спортивном уровне, ставить конк-

ретенные задачи спортсмену на те или другие элементы, искать резервы и добиваться четкости при выполнении поставленных задач.

Занятия этим видом спорта все больше увлекают молодежь. На первый взгляд кажется просто — пилотировать модель 4 минуты, сделать как можно больше отрубов ленты у модели противника и, по возможности, уберечь свою ленту. Но это только на первый взгляд. Воздушный спортивный бой сложен тем, что спортсмен должен быть в нем универсалом — хорошим стратегом и тактиком, прекрасно ориентироваться, уметь навязать противнику свою тактику воздушного боя.

Неправильно поставленная тренером во время тренировок задача порой приводит к потере дорогой техники. Иные тренеры отбирают наилучшие экипажи, проводя среди них отбор. Но это далеко не лучший способ. При этом спортсмены портят модели, которые создавались ими в течение всего года. Гораздо рациональнее во время тренировок выполнять специальные упражнения. Результаты не заставят себя ждать. Мастерство спортсмена начинает расти изо дня в день. Все это говорит о том, что тренер должен правильно подходить к методике тренировок.

Очень хотелось бы подробнее поговорить о личности тренера, как известного, занимающего центральное место в команде. Он и руководитель, и воспитатель, и спортивный тактик, который в любую минуту поможет спортсмену, направит его, нацелит. От уровня подготовки тренера, от его педагогических навыков зависит успех выступления команды.

Основой тренерской работы, важнейшим качеством, определяющим его авторитет среди учеников, бесспорно, является уровень профессиональной подготовленности, обладание необходимыми знаниями и опытом, умение наиболее рационально их применять. Тренер должен в совершенстве знать свой вид спорта, быть в курсе всех основных новинок методики тренировок, техники и тактики.

Успех тренировки всецело зависит от того, насколько тренер овладел всем многообразием знаний, необходимых для грамотного построения тренировочного процесса и управления им. Тренер должен уметь работать с книгой, знать основные сведения из наук, близких к своему виду спорта. Но главное в работе тренера — личный спортивный опыт. Он позволяет, во-первых, понять все тонкости психологии тренировки, во-вторых, правильно оценивать реакцию спортсмена на предлагаемые нагрузки, в-третьих, дает определенное моральное право считаться «профессором своего дела» в работе со спортсменами любого уровня подготовки. Однако не все большие спортсмены становятся хорошими тренерами. Тренер, главный педагогический принцип которого заключен в формулировке «делай, как делал я», не понимает, что те средства и методы, которые 6—10 лет назад привели его к вершине спорта, в наше время значительно устарели и во многом потеряли эффективность. Не меньшим пороком, чем культ собственного опыта, является и слепое копирование чужого опыта, попытки переноса опыта

тренировок сильнейших спортсменов в обучение спортсменов низших разрядов. Нередко, следуя очередной моде, тренер ежегодно меняет систему тренировок и свои взгляды на нее и, естественно, не добивается успеха. Неумение критически относиться к опыту тренировок и распознавать индивидуальные способности спортсмена порождает и другую серьезную ошибку — стремление любой ценой и любыми путями выполнять определенный план, не считаясь со здравым смыслом.

В этом случае тренер скрупулезно следует программе, подчиняя свою деятельность погоне за выполнением цифровых показателей плана. В любой, даже самой напряженной обстановке соревнований тренер обязан сохранить абсолютное спокойствие, всем своим видом демонстрируя уверенность и собранность. Ничто не бывает таким заразительным, как нервозность, боязнь, неуверенность. Тренеру, не умеющему преодолеть предстартовое волнение (что само по себе является серьезнейшим недостатком), не следует общаться со спортсменами перед стартом.

Многие тренеры исключительно важным качеством считают умение владеть словом. Одна из форм общения со спортсменами — внесение элементов юмора в тренировочные занятия. Эти тренеры часто приводят остроумные примеры и сравнения и не теряются, когда ослабевает дисциплина. Остроумным замечанием они легко восстанавливают контроль над спортсменами и разряжают обстановку или незаметно, шуткой, сглаживают тон принуждения, что необходимо особенно в тяжелых интенсивных тренировках.

Основу творчества тренера составляет умение на базе приобретенных технических знаний анализировать тренировочный процесс, способность правильно оценить свой и чужой опыт, извлечь из него необходимые уроки. Основные исходные материалы для анализа могут быть получены на основе педагогических наблюдений в процессе тренировок и соревнований; изучения планов тренировок и их выполнения; изучения своего дневника; обобщения данных своего дневника.

Педагогические наблюдения призваны дать общее представление о характере тренировочных занятий (соревнований).

Схема наблюдения на тренировочных занятиях может включать следующие разделы: задачи занятий (соревнований); общая продолжительность и построение тренировки (соревнований); применяемые средства и методы и т. д.

Анализ тренировочного процесса будет точнее, если тренер применяет в своей работе вспомогательные средства (секундомер, динамометр, тахометр). Исключительно перспективным (но, к сожалению, пока еще недостаточно распространенным) техническим средством является киносъемка, помогающая тренеру решать самые разнообразные вопросы.

Используя готовые материалы, спортсмены могут анализировать свои действия во время тренировок или выступлений на соревнованиях, а также ознакомиться с лучшими образцами спортивной техники.

Кинокамера может не только объективно уловить каждую деталь техники, но и дать определенные количественные характеристики движения, которые нельзя отметить визуально (это особенно важно во время тренировок). Фильмы, снятые тренером и спортсменами на крупных соревнованиях, могут быть использованы для воспитательной работы. Киносъемка доступна каждому тренеру. Имеющиеся в продаже многочисленные отечественные и зарубежные кинокамеры сравнительно дешевы, надежны в эксплуатации.

ПОДГОТОВКА СПОРТСМЕНА

Авиамodelьный спорт в нашей стране имеет полувековую историю. Тысячи людей разных специальностей и возрастов занимаются увлекательным и очень интересным видом спорта. Занятия авиамodelизмом вызывают огромный интерес молодежи к авиационной технике. Сейчас тысячи молодых людей, пришедших в авиацию из авиамodelьного спорта, работают за чертежными досками конструкторских бюро, в цехах авиационных заводов, за штурвалами самолетов.

Но авиамodelизмом занимается не только молодежь. Люди разных возрастов посвящают досуг конструированию, постройке и запуску моделей самолетов. Как показала практика работы со спортсменами авиамodelьной сборной команды СССР, наиболее результативный возраст 25—30 лет, хотя многие добиваются высоких результатов и в более позднем возрасте. Это говорит о том, что в авиамodelьном спорте побеждает сплав знаний, умения и индивидуальных качеств спортсмена.

К сожалению, пока не издано пособий, нет научных трудов, исследований, а также методической литературы по индивидуальной подготовке спортсменов-авиамodelистов, по комплектованию команд и выступлению их на соревнованиях.

Однако рядом тренеров нашей страны выработана определенная методика тренировки спортсменов, дающая положительные результаты.

Чтобы конкретно исследовать тренерскую работу в нашем виде спорта, необходимо четко выделить главное направление. Это — командная борьба. Место, занятое командой, определяется суммой очков, набранных каждым членом команды. Следовательно, каждый член команды должен показывать наивысший результат в индивидуальном выступлении. Из чего складывается подготовка спортсменов к спортивному сезону и выступления на ответственных стартах? За зимний период, когда отсутствует возможность тренировок на улице, готовится спортивная техника. Если работа правильно спланирована, это помогает в намеченные сроки подготовиться к дальнейшим тренировкам.

Прежде всего, спортсмен должен поставить перед собой задачу, какого результата он должен добиться в новом спортивном сезоне, реально основываясь на своем опыте работы, он должен

учесть все ошибки, допущенные им в прошлом сезоне, обобщить опыт работы лучших спортсменов, выявить свои резервы.

Хочется отметить, что при этом необходимо ставить реальную задачу — завышение цели, как правило, приводит к срыву. Таких примеров встречается очень много у молодых спортсменов, которые полагают, что высоких результатов, достигнутых другими спортсменами, можно легко добиться без определенного багажа собственных знаний и опыта.

Затем составляется план-график с указанием определенных работ, сроков их исполнения. Этот график работ согласовывается с тренером, при этом необходимо учитывать весь объем работ, которые предстоит выполнить в году. Это поможет избавиться от внеплановых работ в период тренировок и выступлений на соревнованиях. Создавая спортивную технику, желательно всегда помнить о ее назначении и о тактике выступления. На каждом новом этапе нужно вносить что-то новое, которого еще нет у других, чтобы техника была надежна и смогла обеспечить стабильный новый результат.

Часто встречаются случаи, когда спортсмен имеет надежную технику, но не может достичь высокого результата. Перед тренировками спортсмен и тренер должны составить график, чтобы каждый выход на тренировку был посвящен отработке соответствующих элементов. Не следует одновременно обрабатывать несколько элементов, эксперимент должен быть чистым, чтобы обобщить результат тренировки. Все результаты желательно записывать сразу же после тренировки, указывая время, температуру и влажность воздуха, погодные условия и настроение спортсмена.

Даже на самых небольших тренировках спортсменам надо помнить о персональных заданиях, разработанных тренером, роль которого в это время наиболее важна. Тренер также должен следить за работой механика и фиксировать его действия.

После окончания тренировок тренер производит разбор полетов, намечает пути устранения недостатков и выявляет резервы, ставит новые задачи на последующие тренировки. В классе моделей воздушного боя наиболее важен вопрос аккуратного пилотирования и сработанности экипажа (пилот — механик).

Тренировки лучше проводить в местах, приближенных к условиям соревнований (на кордроме). Привыкнув к таким условиям на тренировках, спортсмен будет чувствовать себя гораздо спокойнее и на соревнованиях.

Одной из немаловажных задач подготовки спортсмена к предстоящим напряженным стартам является их физическая подготовка. Замечают, что даже у подготовленных спортсменов пилотирование модели после зимнего периода вызывает сначала слабость в ногах, затем легкую дрожь в коленях, затем слабое головокружение, а к завершению полета и общую усталость. Все это говорит о недостаточной физической подготовке. Иногда во время боя даже хорошо налаженная техника не спасает спортсмена от поражения просто оттого, что он устал физически уже на третьей ми-

нута. Как правило, после этого начинается беспорядочное пилотирование, что приводит к столкновениям и падениям моделей на землю. Как же построить физическую подготовку спортсмена?

Речь пойдет о врачебном контроле и самоконтроле. Совет для всех, кто приступает к физкультурным занятиям: сходите к врачу, обследуйтесь! Подтверждение медиками вашего совершенного здоровья только повысит вам настроение.

Врачебно-физкультурные диспансеры всегда готовы придти на помощь начинающему авиамodelисту. Но в спорте есть и такое специальное понятие — самоконтроль.

Самоконтроль прост, доступен каждому. На учет берутся самочувствие, сон, аппетит, работоспособность, вес, пульс, спирометрия дыхания, потоотделение. Заводится тетрадь, в которой для каждого из этих показателей — своя строка. И день за днем без пропусков, как в зеркале, отражаются в ней все объективные данные вашего состояния.

Самочувствие. Хорошо позанимался накануне или так перетренировался, что никакой охоты нет и думать о новой тренировке, — все это в тетради должно быть отражено. Пройдет время, и по записям можно будет выяснить, правильна ли дозировка нагрузок, не тратилось ли время попусту.

Сон. Во сне мы проводим треть жизни, около 20—25 лет. Разумеется, что, как и всякое другое, это время надо использовать с толком, чтобы была от него действительная польза для здоровья. Без преувеличения: плох был отдых — плоха будет и работа. А потому очень быстро надо разобраться, что тому виной, найти причину и устранить ее.

Так, шаг за шагом со страниц контрольного дневника будут открываться ваши удачные, правильно спланированные и хорошо проведенные тренировки и неудачные дни.

Самоконтроль помогает критически оценивать свои спортивные нагрузки, режим дня. Он помогает человеку разобраться в работе организма, заглянуть в суть происходящих процессов. Сам себе становишься и врачом и тренером.

Занятия физической культурой лишь тогда приносят пользу, когда они проводятся методически правильно. Поэтому рекомендуют придерживаться следующих основных положений.

Заниматься следует ежедневно, стремясь по возможности использовать в течение дня все элементы рекомендованного нами двигательного режима, а не только отдельные из них (например, лишь утреннюю гимнастику или пешеходные прогулки).

Если вы никогда не занимались физкультурой или у вас был длительный перерыв в занятиях, начинайте с небольшой физической нагрузки и по мере привыкания к ней постепенно увеличивайте объем и интенсивность физических упражнений.

При выполнении движений обращайтесь внимание на дыхание: стремитесь более полно выдыхать, дышать ритмично, с участием не только груди, но и живота, лучше через нос (особенно при больших нагрузках). В тех случаях, когда вы чувствуете недоста-

ток воздуха, вводите дыхательные упражнения (например, поднять руки — вдох, опустить — выдох).

Занимайтесь по возможности на открытом воздухе; это способствует закаливанию организма. После физической тренировки примите теплый душ. Связывайте занятия с приемом пищи так, чтобы они проходили до еды или спустя 1,5—2 ч после нее.

Не надейтесь на быстрое улучшение физического состояния. Улучшение наступит лишь через несколько недель, а то и месяцев регулярных занятий.

Лучшим показателем правильности использования физической культуры является самочувствие. Отсутствие болевых ощущений, доброе настроение, крепкий сон, высокая работоспособность свидетельствуют о том, что физическая нагрузка не чрезмерна. Объективным показателем состояния организма является частота сердечных сокращений. Пульс рекомендуется подсчитывать до и после физической нагрузки. Сразу после занятий частота сердечных сокращений увеличивается на 10—30 ударов в минуту и через 5—10 мин приходит к исходной величине. Если пульс восстанавливается дольше, следует уменьшить нагрузку.

Примерный комплекс профилактической гимнастики до 18 лет

Лежа на спине

1. И. п. (исходное положение) — ноги согнуть, руки в стороны. Выпрямить правую ногу вверх, затем согнуть. То же левой. Дыхание произвольное. Повторить 3—4 раза каждой ногой.

2. И. п. — ноги прямые, руки вдоль туловища, потянуть руками за головой — вдох; руки вдоль туловища — выдох. Повторить 5—6 раз.

3. И. п. — руки выпрямить за головой. Поднять правую ногу и подтянуться руками к носку — выдох; вернуться в и. п. — вдох. То же левой. Повторить 4—5 раз.

4. И. п. — руки согнуты в локтях. Опираясь на локти, поднять грудь и держать 4—5 с — вдох, опустить — выдох. Повторить 6—8 раз.

5. И. п. — руки в стороны, ноги согнуты и не касаются пола. Опускать бедра то вправо, то влево. Дыхание произвольное. Повторить 6—8 раз в каждую сторону.

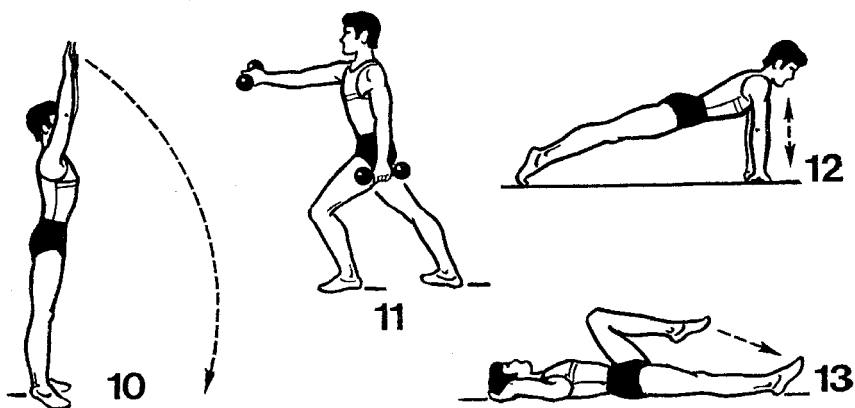
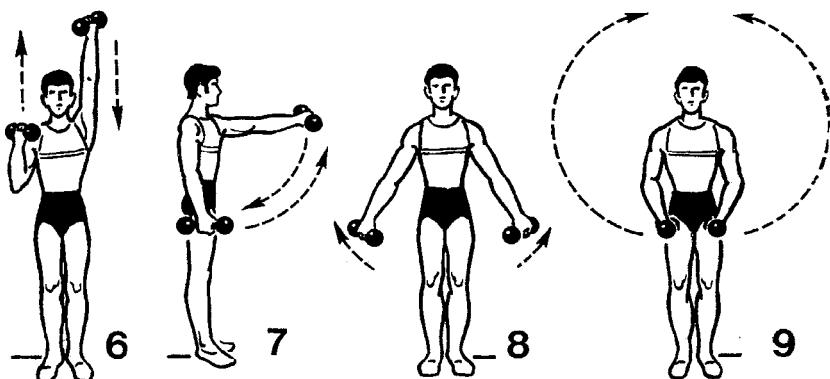
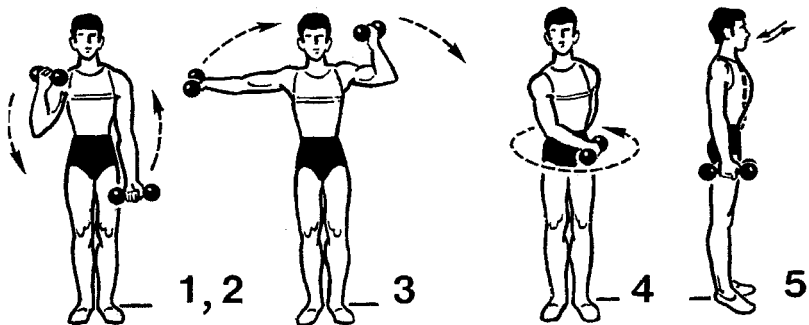
6. И. п. — круговое движение ногами — «велосипед». Дыхание произвольное. Повторить 10—15 раз.

Стоя

1. Ходьба, махи руками, углубленное дыхание; руки на пояс, перекаты с пятки на носок 1—2 мин.

2. И. п. — держась за спинку стула, ноги вместе. Подняться на носки — вдох; перейти в положение выпада, скользя правой ногой по полу назад, — выдох. Затем то же левой. Повторить 3—4 раза.

3. И. п. — держась за спинку стула, ноги врозь. Круговые движения тазом. Дыхание произвольное. Повторить 10—15 раз в каждую сторону.



4. И. п.— руки опущены, ноги врозь. Махи руками в стороны вокруг туловища (расслабление) то вправо, то влево. Дыхание произвольное. Повторить 8—10 раз.

5. И. п.— руки в стороны. Поднять руки вверх — вдох, опустить — выдох.

Система гимнастических занятий (рис. 121)

1. Основная стойка, руки выпрямлены вдоль тела, ладони с гантелями обращены вперед; попеременно сгибать руки в локтевых суставах.

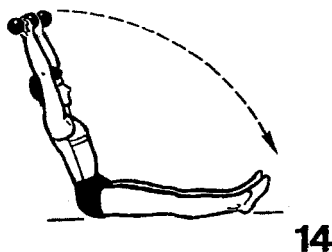
2. То же самое, но ладони с гантелями обращены назад, дыхание ритмичное.

3. Основная стойка, руки подняты в стороны, ладони с гантелями вверх, попеременно сгибать левую и правую руку.

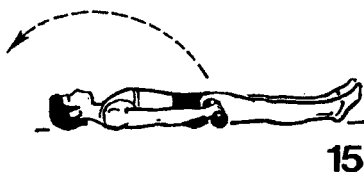
4. Основная стойка, правая рука, несколько согнутая в локтевом суставе, находится перед туловищем, приблизительно на уровне бедер, левая рука в таком же положении, но сзади туловища, ладони с гантелями обращены к туловищу; попеременное движение плеч вперед и назад так, чтобы руки взаимно меняли занимаемое ими ранее положение. Темп достаточно быстрый.

5. Основная стойка, руки вытянуты вдоль тела, ладони, держащие гантели, обращены к туловищу; производить глубокие вдохи и выдохи, втягивая при этом живот и расширяя при этом грудную клетку и наоборот.

6. Основная стойка, одна рука с гантелью согнута в локте так, что гантель находится приблизительно на уровне плеча, другая рука с гантелью



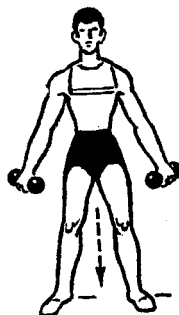
14



15



16



17



18

Рис. 121. Система занятий спортсмена общефизической подготовкой

вытянута вверх; попеременно сгибать и разгибать руки в локтевом суставе.

7. Основная стойка, левая рука с гантелью вытянута вперед, параллельно полу, правая — вдоль туловища; описывая дуги, менять положение рук.

8. Основная стойка — руки с гантелями вдоль туловища; отводить их от тела и возвращать движениями запястий.

9. Основная стойка — руки опущены вдоль туловища; дугообразные движения рук в стороны; вверх — вдох, руки в исходное положение — выдох.

10. Основная стойка — руки вверх, наклон туловища вперед — руками коснуться земли, ноги выпрямлены (вначале упражнение выполняется без гантелей).

11. Основная стойка — руки располагаются вдоль туловища; выпад вперед на левую ногу, правая рука дугообразным движением поднимается на уровень груди, выпад вперед на правую ногу, левая рука идет вперед, темп довольно быстрый.

12. Лежа в упоре на руках; отжиматься (тело напряжено), вначале отжимы выполнять стоя на коленях.

13. Лежа на спине — руки за головой; попеременно сгибать в коленном суставе ноги, не касаясь пятками пола.

14. Сидя на полу — руки выпрямлены над головой, туловище слегка наклонено назад, наклониться вперед, касаясь руками пальцев ног, при наклонах — выдох.

15. Лежа на спине — руки вдоль туловища; руки идут вверх, касаются пола и возвращаются в исходное положение, глубокие вдохи и выдохи.

16. Основная стойка — руки с гантелями вдоль туловища, поднимание на носках, приседание с опусканием на пятки. Упражнение можно выполнять и на слегка расставленных ногах.

17. То же самое, но ноги на ширине плеч, без поднимания на носках.

18. Основная стойка — руки выпрямлены, наклон туловища в левую сторону — правая рука сгибается в локте, наклон туловища в правую сторону — левая рука сгибается в локте.

Таблица 1

X = 0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
NACA 0006 Y=0	0,95	1,31	1,78	2,10	2,34	2,67	2,87	3,00	2,90	2,65	2,28	1,83	1,31	0,72	0,40	0,06
NACA 0009 Y=0	1,42	1,96	2,67	3,15	3,51	4,01	4,30	4,50	4,35	3,97	3,42	2,75	1,97	1,09	0,60	0,10
NACA 0012 Y=0	1,89	2,62	3,56	4,20	4,68	4,34	5,74	6,00	5,80	5,29	4,36	3,66	2,62	1,45	0,81	0,13
NACA 0015 Y=0	2,37	3,27	4,44	5,25	5,85	6,68	7,17	7,50	7,25	6,62	5,70	4,58	3,28	1,81	1,01	0,16
NACA 0018 Y=0	2,84	3,92	5,33	6,30	7,02	8,02	8,61	9,00	8,70	7,94	6,84	5,30	3,94	2,17	1,21	0,19
NACA 0021 Y=0	3,31	4,58	6,22	7,35	8,20	9,35	10,04	10,30	10,16	9,26	7,99	6,41	4,39	2,53	1,41	0,22
NACA 0025 Y=0	3,95	5,45	7,41	8,75	9,76	11,14	11,95	12,50	12,09	11,03	9,51	7,63	5,46	3,02	1,68	0,26

Таблица 2

Е 474		Е 475	
X	У	X	У
100	0	100	0
98,5	0,17	98,5	0,14
94,4	0,85	94,6	0,7
88,3	1,96	88,6	1,57
80,7	3,08	80,9	2,52
71,7	4,12	71,8	3,47
61,7	5,12	61,7	4,43
51,1	6,03	51,4	5,35
40,6	6,79	40,5	6,13
30,6	7,32	30,5	6,76
21,7	7,5	25,8	6,95
14,2	7,13	21,5	7,04
11,0	6,65	14,1	6,78
8,3	5,99	10,3	6,35
5,9	5,17	8,2	5,74
3,9	4,21	5,8	4,96
2,3	3,17	3,8	4,05
1,1	2,08	2,2	3,05
0,3	0,99	1,0	2,0
0	0	0,3	0,96

Таблица 3

№ п/п	Рабочий объем, см ³	Диаметр	Шаг
1	2,5 (дизель)	220—240	110—120
2	2,5 (калильн.)	180—190	90—100
3	2,5 (дизель)	200—210	100—120
4	1,5 (дизель)	160—170	80—100

Таблица 4

	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
65	34,36	27,14	22,30	19,2	16,30	14,30	13	11,42	10,38	9,48	9,2
70	36,36	29,10	24,2	20,24	17,42	15,36	13,56	12,36	11,30	10,32	9,42
75	38,30	30,50	25,32	21,42	18,48	16,38	15	13,26	12,14	11,14	10,24
80	40,18	32,24	27,0	22,54	19,58	17,38	15,46	14,46	13,0	12,0	11,0
85	42,0	34,0	28,24	24,14	21,06	18,42	16,42	15,6	13,48	12,42	11,44
90	43,42	35,36	29,48	25,28	22,18	19,44	17,42	16,0	14,36	13,28	12,30
95	45,18	37,2	31,12	26,48	23,24	20,42	18,36	16,52	15,24	14,10	13,6
100	46,42	38,34	32,30	27,58	24,28	21,42	19,30	17,42	16,12	14,50	13,46
105	48,6	39,52	33,50	29,6	25,32	22,42	20,24	18,28	16,54	15,36	14,24
110	49,22	41,12	35,0	30,14	26,34	23,36	21,16	19,18	17,42	16,18	15,4
115	50,40	42,28	36,14	31,24	27,36	24,34	22,6	20,6	18,24	16,58	15,44
120	51,54	43,42	37,24	32,30	28,38	25,30	23,0	20,54	19,8	17,42	16,24
125	53,4	44,54	38,34	33,36	29,42	26,12	23,50	21,42	19,54	18,22	17,0
130	54,6	46,0	39,42	34,36	30,38	27,24	24,42	22,30	20,38	19,2	17,42
135	55,6	47,4	40,42	35,38	31,36	28,18	25,32	23,18	21,22	19,44	18,18
140	56,06	48,07	42,44	36,33	32,32	29,10	26,05	24,02	22,06	20,24	18,56
145	57,0	49,06	42,46	37,36	33,26	30,02	27,10	24,48	22,48	21,01	19,36
150	57,55	50,06	43,46	38,36	34,22	30,52	28,0	25,36	23,30	21,47	20,12
155	58,42	51,0	44,38	39,26	35,10	31,40	28,44	26,14	24,10	22,20	20,46
160	59,34	51,54	45,34	40,22	36,02	32,32	29,32	27,0	24,50	23,0	21,27
165	60,16	52,42	46,24	41,12	36,54	33,18	30,16	27,45	25,32	23,40	22,0
170	61,0	53,56	46,15	42,06	37,48	34,06	31,0	28,34	26,16	24,18	22,40
175	61,44	54,18	48,06	42,52	38,30	34,50	31,42	29,06	26,54	24,50	23,12
180	62,20	55,18	49,0	43,46	39,28	38,0	32,32	29,52	27,36	25,32	23,50

	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
65	8,24	7,52	7,20	6,56	6,36	6,13	5,55	5,37	5,22	5,09	4,56
70	9,2	8,30	7,54	7,30	7,6	6,40	6,20	6,02	5,46	5,29	5,17
75	9,40	9,2	8,30	8,0	7,36	7,09	6,47	6,29	6,10	5,55	5,40
80	10,16	9,36	9,2	8,30	8,2	7,36	7,14	6,54	6,35	6,18	6,03
85	10,54	10,12	9,36	9,2	8,32	8,05	7,41	7,21	7,01	6,42	6,27
90	11,36	10,48	10,12	9,36	9,2	8,33	8,09	7,45	7,24	7,06	6,47
95	12,12	11,24	10,42	10,6	9,32	9,02	8,35	8,12	7,51	7,27	7,11
100	12,50	12,0	11,18	10,36	10,2	9,30	9,2	8,36	8,14	7,52	7,32
105	13,26	12,34	11,48	11,8	10,32	10,0	9,30	9,2	8,38	8,16	7,54
110	14,2	13,6	12,20	11,38	11,0	10,26	9,56	9,30	9,2	8,38	8,18
115	14,42	12,54	12,54	12,8	11,32	10,56	10,22	9,52	9,28	9,2	8,38
120	15,16	14,18	13,26	12,42	11,58	11,20	10,48	10,18	9,52	9,28	9,2
125	15,54	14,50	14,0	13,12	12,28	11,56	11,16	10,44	10,16	9,48	9,26
130	16,30	15,26	14,32	13,42	12,58	12,18	11,42	11,8	10,38	10,12	9,48
135	17,6	16,0	15,4	14,12	13,26	12,44	12,8	11,36	11,2	10,36	10,8
140	17,42	15,36	15,37	14,44	13,56	13,14	12,35	12,01	11,28	10,59	10,32
145	18,18	12,08	16,06	15,13	14,25	13,40	13,0	12,24	11,52	11,22	10,54
150	18,52	17,42	16,40	15,42	14,54	14,09	13,27	12,51	12,18	11,45	11,15
155	19,28	18,14	17,08	16,14	15,23	14,34	13,39	13,14	12,41	12,09	11,39
160	20,03	18,48	17,42	16,42	15,48	15,0	14,18	13,39	13,04	12,31	12,01
165	20,33	19,20	18,12	17,13	16,17	15,29	14,44	14,05	13,27	12,54	12,21
170	21,20	19,50	18,44	17,42	16,44	15,54	15,10	14,28	13,52	13,18	12,44
175	21,40	20,22	19,12	18,10	17,13	16,23	15,36	14,54	14,15	13,40	13,07
180	22,18	21,60	19,46	18,42	17,42	16,48	16,01	15,16	14,22	13,59	13,26

Таблица 5

Обозначение	Величина	Данные расчета		
$\bar{r} = \frac{r_1}{r}$	Относительный текущий радиус лопасти винта	0,9	0,6	0,35
$r_1 = \bar{r} r [\text{м}]$	Текущий радиус лопасти винта	0,099	0,086	0,0385
$r \omega$	Теоретическая окружная скорость в плоскости вращения винта	134,5	89,7	52,3
$\text{tg } \beta_0 = \frac{V_\infty}{r \omega}$	—	0,0595	0,0892	0,153
β_0	Угол, образованный между направлениями суммарной теоретической и теоретической окружной скоростями в плоскости вращения винта	3°25	5°07	8°42
$\text{tg } \beta = \frac{V_1}{r \omega - v_t} \approx \frac{V_1}{r \omega}$	—	0,113	0,17	0,291
β	Угол, образованный между направлениями суммарной фактической и окружной скоростями в плоскости вращения винта	6°27	9°40	19°
$\varphi = \alpha + \beta$	Угол крутки лопасти винта	13°27	16°40	26°
$\varepsilon = \beta - \beta_0$	Угол скоса потока	3°	4°33	10°18
$\sin \beta$	—	0,112	0,168	0,326
$b = \frac{8\pi}{57,3}$	Текущая хорда профиля лопасти винта	0,0092	0,0139	0,0356
$\cdot \frac{1}{k C_y} r \varepsilon \sin \beta [\text{м}]$				

Таблица 6

Победители чемпионата СССР с 1960 по 1980 гг.

Год проведения	Фамилия победителя	Команда
1960	В. Ткаченко	УССР
1961	О. Кононенко	РСФСР
1962	Ю. Сироткин	Москва
1963	В. Литвинов	Москва
1964	А. Таутко	БССР
1965	В. Куценко	УССР
1966	В. Литвинов	Москва
1967	В. Акимов	Уз. ССР
1968	А. Дубинский	РСФСР
1969	В. Литвинов	ВВС
1970	А. Дубинский	РСФСР

Год проведения	Фамилия победителя	Команда
1971	А. Дубинецкий	РСФСР
1972	Б. Киселев	Москва
1973	В. Небувайло	УССР
1974	А. Кондратьев	Москва
1975	О. Дорошенко	РСФСР
1976	В. Лебедев	РСФСР
1977	В. Федорин	Ленинград
1978	В. Грезин	УССР
1979	О. Титов	РСФСР
1980	В. Лебедев	РСФСР

Таблица 7

Пенопластовые заготовки моделей

Вид модели «Суперстар»	А	В	С
II	100	125	250×75×50
III	40	75	175×50×50

Таблица 8

Объем цилиндра (см³)		2,5		5.0		7.0	
Степень сжатия		8÷9					
Максимальные об/мин		2600		22000		13000	
Гарантийное время работы свечи КС-2 на двигателе, не более (с)	От источника питания во время запуска			180			
	За один полет при максимальных об/мин	50		60		420	
	За один полет при номинальных об/мин	300		—		—	
Состав топлива (%)	Этиловый или метиловый спирт Касторовое масло	75	80	75	80	75	
		25	20	25	20	25	
Резьба ввертной части		1/4"×32					
Т°С корпуса свечи в месте герметизации, не более		+200					
Напряжение питания (В)		1,5+0.2					

Таблица 9

Основные технические характеристики микродвигателей внутреннего сгорания, применяемых в моделях воздушного боя

№ п/п	Название двигателя	Вид двигателя	Рабочий объем, см ³	Мощность, л. с.	Обороты макс., об/мин	Вес двигателя, г	Разработчик
1	МК-12	Дизель	2,5	0,26	14000	160	СССР
2	Ритм	Дизель	2,5	0,31	14000	200	СССР
3	Метеор	Калильн.	2,5	0,35	15000	150	СССР
4	Метеор	Дизель	2,46	0,3	1400	160	СССР
5	ЦСТКАМ-2,5	Дизель	2,5	0,35	16000	145	СССР
6	КМД-2,5	Дизель	2,48	0,35	15000—16000	180	СССР
7	Талка-2,5	Калильн.	2,47	0,7±	23000	150	СССР
8	ЦСТКАМ-2,5	Калильн.	2,48	0,75	27000	160	СССР
Импортные микродвигатели							
1	М	Дизель.	2,5	0,35	1400	180	Чехословакия
2	Супер-Тигр Ж-15	Калильн.	2,47	0,65	24000	190	Италия
3	Росси-15	Дизель	2,5	0,55	16000	180	Италия
4	Росси-15 нормальн.	Калильн.	2,5	0,75	26000	165	Италия
5	Оливер	Дизель	2,48	0,32	14000	160	Англия

Таблица 10

Физико-механические свойства алюминия, его сплавов, чугуна и твердого хромового покрытия

Свойства	Материал			
	Чугун	Алюминий	Алюминиевый сплав	Хром
Удельный вес в Н/м ³	$71 \cdot 10^3$ (7,3 Г/см ³)	$26 \cdot 10^3$ (2,7 Г/см ³)	$24 \cdot 10^3$ — $27 \cdot 10^3$ (2,5—2,8 Г/см ³)	$62 \cdot 10^3$ — $79 \cdot 10^3$ (6,4—8,1 Г/см ³)
Температура плавления в °С	1150—1300	658	530—630	1765
Теплопроводность в Вт/(м·град)	$0,5 \cdot 10^2$ — $0,7 \cdot 10^2$ (0,12—0,17 кал/см×сек-град)	$2,1 \cdot 10^2$ (0,5 кал/см×сек-град)	$1,3 \cdot 10^2$ — $1,7 \cdot 10^2$ (0,32—0,40 кал/см×сек-град)	$0,6 \cdot 10^2$ (0,16 кал/см×сек-град)
Коэффициент линейного расширения в град ⁻¹	$7 \cdot 10^{-6}$	$26 \cdot 10^{-6}$	18 — $24 \cdot 10^{-6}$	$8,4 \cdot 10^{-6}$
Твердость по до Бринеллю	150—250	30—40	50—150	800—1000
Смачиваемость маслами	Хорошая	Удовлетворительная	Удовлетворительная	Гладкого хрома — плохая, пористого — хорошая
Отражательная способность в камере сгорания	Средняя	Средняя	Средняя	Хорошая

Таблица 11

Составы растворов, обеспечивающих повышенную прочность сцепления хромового покрытия со сплавами алюминия

№ п/п	Окись цинка в г/л	Сода каустическая в г/л	Хлорное железо в г/л	Сегнетова соль в г/л	Нитрат натрия в г/л	Температура в °С	Продолжительность в сек
1	100	525	1	10	—	до 27	30—60
2	5	50	1,9	50	1	21—24	30
3	20	120	1,9	50	1		

Таблица 12

Определение скорости полета (км/ч) кордовых моделей на дистанции 1000 м

Сек	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
30	120,00	119,60	119,20	118,81	118,42	118,03	117,64	117,26	116,88	116,50
29	124,13	123,71	123,28	122,86	122,45	122,03	121,62	121,21	120,80	120,40
28	128,57	128,11	127,66	127,20	126,76	126,31	125,87	125,43	125,00	124,56
27	133,33	132,84	132,35	131,86	131,38	130,91	130,43	129,96	129,49	129,03
26	138,46	137,93	137,40	136,88	136,36	135,85	135,33	134,83	134,32	133,83
25	144,00	143,42	142,85	142,29	141,73	141,17	140,62	140,07	139,53	138,99
24	150,00	149,37	148,76	148,14	147,54	146,93	146,34	145,75	145,16	144,57
23	156,52	155,84	155,17	154,50	153,84	153,19	152,54	151,89	151,26	150,62
22	163,63	162,89	162,16	161,43	160,70	160,00	159,29	158,59	157,89	157,20
21	171,42	170,61	169,81	169,01	168,22	167,44	166,66	165,89	165,13	164,38
20	180,00	179,10	178,21	177,34	176,47	175,61	174,75	173,91	173,07	172,24
19	189,47	188,48	187,50	186,52	185,56	184,61	183,67	182,74	181,81	180,90
18	200,00	198,89	197,80	196,72	195,65	194,59	193,54	192,51	191,49	190,47
17	211,76	210,52	209,30	208,14	206,89	205,71	204,54	203,39	202,24	201,11
16	225,00	223,60	222,22	220,86	219,51	218,18	216,86	215,56	214,28	213,01
15	240,00	236,41	236,84	235,29	233,76	232,25	230,76	229,29	227,84	226,41
14	257,14	255,31	253,52	251,74	250,00	248,27	246,57	244,89	243,24	241,61
13	276,92	274,80	272,72	270,67	268,65	266,66	264,70	262,77	260,87	258,00
12	300,00	297,52	295,08	292,68	290,32	288,00	285,71	283,46	281,25	279,04
11	327,26	324,32	321,42	318,58	315,78	323,04	310,34	306,06	305,08	302,52

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава I. ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ СПОРТИВНЫХ АВИАМОДЕЛЕЙ	4
Силы, действующие на модель в полете	—
Профили	6
Технология изготовления моделей из бальзы	7
Подбор наилучшего винта	12
Приспособления для запуска моделей	23
Способ транспортировки моделей	29
Учебный комплекс фигур	—
Техника безопасности при эксплуатации моделей	31
Глава II. СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ И ИХ УСТРОЙСТВО	32
Тренировочные модели	34
Советские спортивные модели	50
Зарубежные спортивные модели	77
Усиление конструкции модели	88
Глава III. АВИАМОДЕЛЬНЫЕ МИКРОДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	92
Дизельные микродвигатели	94
Калильные микродвигатели	105
Клапан и цилиндры	116
Система питания двигателей	131
Глава IV. ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ СОРЕВНОВАНИЙ	136
Глава V. МЕТОДИКА И ТАКТИКА ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНА К СОРЕВНОВАНИЯМ	141
Работа тренера	—
Подготовка спортсмена	144

Борис Алексеевич Киселев

МОДЕЛИ ВОЗДУШНОГО БОЯ

Заведующий редакцией *А. В. Островский*
 Редактор *В. Н. Ионов*
 Художник *К. С. Матросов*
 Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
 Технический редактор *З. И. Сарвина*
 Корректор *Е. А. Платонова*

ИБ № 1067

Сдано в набор 22.04.81. Подписано в печать 09.12.81. Г-40285. Формат 60×90^{1/16}.
 Бумага глубокой печати. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл.
 печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 10,90. Тираж 40 000 экз. Заказ № 287. Цена 75 к.
 Изд. з/д-31.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР
 129110, Москва, И-110, Олимпийский просп., 22.

Полиграфическое объединение «Полиграфист» Управления издательства, полиграфии
 и книжной торговли Мосгорисполкома. Москва, ул. Макаренко, 5/16.