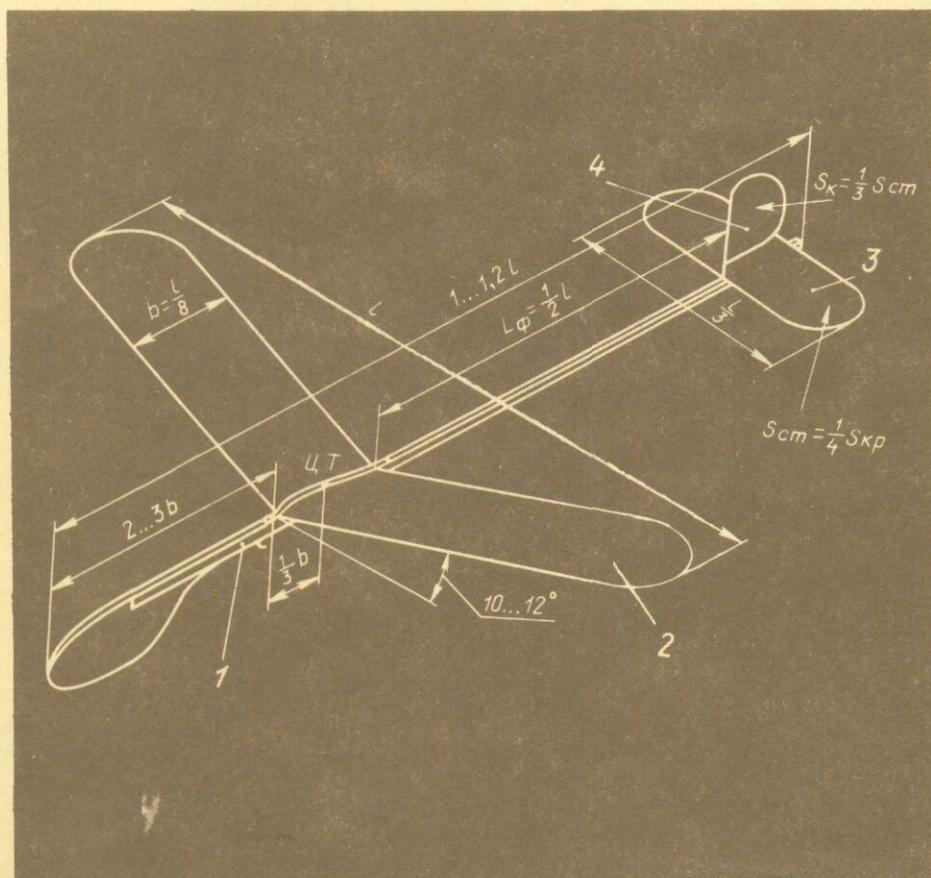


В.С. РОЖКОВ

АВИАМОДЕЛЬНЫЙ КРУЖОК



В.С. РОЖКОВ

АВИАМОДЕЛЬНЫЙ КРУЖОК

ПОСОБИЕ ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ КРУЖКОВ

*РЕКОМЕНДОВАНО УПРАВЛЕНИЕМ
ВНЕШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ СССР*

Издание второе, переработанное

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1986

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент МАИ *А. Я. Васильев*;
руководитель авиамодельной лаборатории
Дворца пионеров им. Н. К. Крупской *В. Н. Насонов*

Виктор Семенович Рожков
АВИАМОДЕЛЬНЫЙ КРУЖОК

Зав. редакцией Г. С. *Дагаева*. Редактор *В. В. Чибирева*. Младшие редакторы
Т. Н. Клюева, *И. А. Шукина*. Художественный редактор *К. Д. Хлестова*.
Технический редактор *Г. Е. Петровская*. Корректор *Н. В. Бурдина*.

ИБ № 9108

Сдано в набор 28.01.86. Подписано к печати 19.09.86. А08697. Формат 60 x 90^{1/16}. Бум. кн.-жури.
Гарнит. литерат. Печать высокая. Усл. печ. л. 9,0. Усл. кр.-отт. 9,25. Уч.-изд. л. 1025 Тираж 140000 экз
Заказ № 294. Цена 30 коп.

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

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Ростлавполиграфпрома
Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 410004, Саратов,
ул. Чернышевского, 59.

Рожков В. С.

Р63 **Авиамодельный кружок: Пособие для руководителей кружков.—2-е изд., перераб.— М.: Просвещение, 1986.—144 с., ил.**

В пособии рассмотрены вопросы создания материально-технической базы авиамодельного кружка, организации и планирования учебно-воспитательной работы в процессе проведения занятий, приведены конструкции моделей, рекомендации для изготовления.

Книга предназначена для руководителей авиамодельных кружков Дворца пионеров, школ, станций юных техников и пионерских лагерей.

Первое издание вышло в 1978 году.

4306010000—761

Р 103(03)-86 208_86

ББК 74.200.585.01

Издательство «Просвещение», 1986.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Документом огромного общественно-политического значения наших дней стали «Основные направления реформы общеобразовательной и профессиональной школы». В нем получили дальнейшее развитие ленинские идеи о единой, трудовой политехнической школе, намечена стратегическая линия КПСС в области народного образования.

В улучшении трудовой подготовки и профессиональной ориентации школьников, раскрытии их творческих способностей большую роль играет внеклассная и внешкольная работа по техническому творчеству. Развитие технического творчества в наши дни должно стать одним из средств в*решении задач, предусмотренных реформой общеобразовательной и профессиональной школы.

Эффективная форма детского технического творчества — занятия в технических кружках школ, станций и клубов юных техников, Домов и Дворцов пионеров.

В нашей стране техническому творчеству школьников придают огромное значение. И это особенно важно сейчас, в период научно-технической революции. Занятия техническим творчеством развивают у учащихся интерес к науке и технике, к исследованиям, помогают сознательно выбрать будущую профессию, непосредственно влияют на учебный процесс, способствуя углубленному освоению материалов.

Широкое распространение среди учащихся получили занятия авиамоделизмом. Нет, вероятно, в нашей стране такого уголка, где бы не строили летающие модели планеров, самолетов, вертолетов и ракет. Авиамоделизм — это и спортивный азарт, и поиски исследователя, и дорога в большую авиацию.

Занимаясь авиамоделизмом, школьники получают необходимые трудовые навыки, их мечта об авиации часто перерастает в увлеченность, а увлеченность определяет выбор профессии.

Путь в конструкторские бюро выдающихся советских авиаконструкторов А. Н. Туполева, А. С. Яковлева, О. К. Антонова начался с постройки авиамodelей. И для многих советских летчиков первой ступенькой к штурвалу самолета стал авиамоделизм. Авиамоделистами были летчики-космонавты СССР Ю. А. Гагарин, Г. Т. Береговой, А. В. Филипченко, Ю. В. Романенко. Вот как вспоминает об этом дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Г. Т. Береговой: «Чуть ли не с одиннадцати лет я увлекся авиамоделизмом, стал участвовать в соревнованиях. Когда мне только исполнилось четырнадцать, состоялся выпуск

этого кружка. Инструктор детской технической станции Вася Рубцов, молодой человек лет девятнадцати, подписал первое в моей жизни «авиационное» удостоверение: инструктора авиамоделизма. Подписал и торжественно вручил Николаю Назарову, Лёне Ковалеву и мне»¹.

На встрече с учащимися летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза А. В. Филипченко сказал: «Я часто вспоминаю свое детское увлечение авиамоделизмом, станцию юных техников и давно утвердился в мысли, что именно они дали мне первый толчок в большую авиацию. Ведь сам авиамоделизм, соревнования авиамodelей — это инженерный вид спорта...»².

Авиамоделизм в СССР — это синтез спорта и технического творчества, это путь в профессию. Можно сказать, что в любом самолете, вертолете, ракете нашей страны вложен труд авиамodelистов. Они показывают себя наиболее толковыми и способными специалистами, мастерами на все руки, доводящими начатое дело до конца.

Экспериментами на летающих моделях строители «малой» авиации оказывают неоценимую помощь ученым, конструкторам в решении теоретических вопросов, возникающих при создании новых, более совершенных самолетов. Об этом хорошо говорил известный конструктор авиационной техники, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий Олег Константинович Антонов: «Модель самолета, даже самая маленькая, — это самолет в миниатюре со всеми его свойствами, с его аэродинамикой, прочностью, конструкцией. Чтобы построить хорошую модель, нужно «кое-что» знать. Постройка модели сталкивает моделиста не с разрозненными науками, а с их взаимодействием.

Тот, кто строил модели и не потерял к ним вкуса, никогда не станет бюрократом в науке. Вот почему мы в нашем коллективе особенно ценим тех, кто занимался моделизмом, кто с юности почувствовал технику с разных сторон, хотя бы и на первой ступени сложности. А за первой идут новые ступени, все выше, все дальше, для каждого, кто хочет шагать вперед»³.

Цель данного пособия — максимально помочь руководителю в оснащении авиамodelьного кружка, организации и проведении занятий. Пособие рассчитано на руководителя авиамodelьного кружка школы, станции юных техников (СЮТ), клуба юных техников (КЮТ) и Дома пионеров. Его можно также использовать и при организации кружка в пионерском лагере.

Книга поможет правильно определить содержание работы авиамodelьного кружка, решить основные методические вопросы в организации коллективного творчества учащихся и будет способствовать воспитанию гармонично развитого человека.

Береговой Г. Т. О времени и о себе.— Библиотека «Огонька», 1982, № 35. Моделист-конструктор, 1970, № 4, с. 18.

³ Лети, модель/ Сост. М. С. Лебединский; Под общ. ред. Б. Л. Симакова. М., 1970, с. 32.

ОРГАНИЗАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ КРУЖКОВОЙ РАБОТЫ

Организация авиамodelьных кружков. Основная форма организации внеклассной работы по техническому творчеству — кружок как добровольное объединение учащихся, проявляющих особый интерес к определенной области техники.

Принципы организации кружков следующие: коммунистическая, идейная направленность работы с учащимися, добровольность выбора ими профиля технических кружков в соответствии с личными интересами и способностями, массовость, творческий характер и общественно полезная направленность работы, самостоятельность и инициатива учащихся при проведении мероприятий в кружке.

Цель занятий в кружке — коммунистическое воспитание подрастающего поколения, развитие у школьников интереса и любви к технике и труду, творческих способностей, формирование конструкторских умений и навыков. В кружках технического творчества ребята должны научиться целенаправленно применять полученные знания и практические навыки в разработке и изготовлении различных технических устройств.

Авиамodelьные кружки относятся к кружкам спортивно-технического моделизма. В них в течение 3 лет занимаются, как правило, школьники IV—X классов. Каждый из кружков первого, второго и третьего года занятий имеет свои особенности.

Кружки первого года, или начальные, рассчитаны на учащихся IV—V классов, не имеющих специальных знаний и навыков практической работы. Число членов кружка не менее 15.

Учебный год в авиамodelьных кружках продолжается с сентября по май, включая осенние, зимние и весенние каникулы. Однако во время каникул большая часть учебного времени посвящается экскурсиям, соревнованиям, слетам и показательным запускам моделей. Кружки первого года обычно работают два раза в неделю по 2 ч, т. е. 144 ч в год. Иногда удобнее проводить одно 4-часовое занятие (участие в соревнованиях, экскурсии и т. д.).

В кружках второго года занятий деятельность учащихся приобретает определенную направленность, что требует от них некоторых специальных знаний, умений и навыков. Программа этого года рассчитана на школьников V—VI классов. Число кружковцев не менее 10. Продолжительность занятий 6 ч в неделю (два занятия по 3 ч каждое), итого — 216 ч в год.

В зависимости от особенностей и содержания работы кружка можно рекомендовать проводить занятия со всеми кружковцами одновременно или по звеньям. Так, теоретические занятия, бесе-

ды, экскурсии, соревнования проводят со всеми кружковцами. При сборке, отделке и окраске моделей руководитель должен уделять много внимания каждому кружковцу; в этот период кружок рекомендуется разбить на два звена по 5—6 школьников.

В кружках третьего года занятий решается задача максимального развития творческих способностей учащихся VII—X классов, приобщения их к рационализаторской, изобретательской работе, участию в соревнованиях по авиамodelьному спорту. Уровень знаний, умений и навыков членов кружка третьего года занятий должен быть достаточно высоким. Кружки работают по 6 ч в неделю (216 ч в год).

Сложность тематики и акцент на выполнение индивидуальных работ заставляют проводить занятия в кружках по звеньям. В этом случае время, отведенное на занятия, желательнее разбить поровну между звеньями. Вначале работает первое звено. За 15 мин до окончания занятия приходят кружковцы второго звена, и руководитель всем одновременно излагает теоретический материал. После этого первое звено покидает лабораторию, а второе приступает к практической работе. В этом случае руководитель имеет возможность уделить больше внимания каждому кружковцу.

Принимают в кружки в начале учебного года. Предварительно необходимо вывесить объявления о приеме, которые должны содержать краткие сведения о кружке, месте и времени проведения записи в него. Полезны показательные выступления авиамodelей в школах, на стадионах, что способствует появлению у школьников интереса к авиамodelизму. Помогают вовлечению учащихся в авиамodelьные кружки экскурсии во внешкольные учреждения (СЮТ, КЮТ и т. п.). Эффективны краткие беседы об авиамodelизме и о работе авиамodelьного кружка, проводимые руководителями в классах и залах школ. Хорошо, если при этом демонстрируются авиамodelи.

Запись в кружки проводят их руководители в определенное время в специально отведенном помещении или в лаборатории, где рекомендуется организовать небольшую выставку моделей и учебно-наглядных пособий. Прежде чем записать в кружок школьника, руководитель выясняет уровень его знаний. Запись оформляют заполнением учетных карточек, в которых указаны фамилия, имя, год занятий, номер школы, класс и домашний адрес.

Планирование и проведение занятий. Одно из важнейших условий успешного проведения учебно-воспитательной работы в авиамodelьных кружках — ее плановость и организационная четкость. Работу кружков планируют в начале учебного года.

Основной документ, определяющий характер и направленность учебно-воспитательной работы авиамodelьного кружка, — план работы. Его структура и содержание зависят от года занятий кружка, материальной базы, опыта руководителя и других факторов.

Учебную работу в кружках планируют на основании типовой программы. При этом важно правильно подобрать теоретический

и практический материал, способствующий максимальной результативности учебного процесса. Большое внимание уделяют идейно-политическому воспитанию кружковцев.

В плане кружка надо четко определить цель его создания, программу, темы, количество учебных часов, порядок проведения годового отчета.

Все темы в учебном плане располагают так, чтобы была обеспечена взаимосвязь между ними, а практическая деятельность учащихся опиралась на знания, полученные в школе или на предыдущих занятиях кружка. Примерно пятую часть времени отводят на теоретические занятия, остальное — на практические. Продолжительность бесед не более 10—15 мин.

Занятия авиамodelьных кружков проводят в специально оборудованных лабораториях во внеклассное время по расписанию. Обычно на одном занятии сочетаются различные виды деятельности: кружковцы слушают объяснения руководителя, выполняют практические работы, конструируют модели, самолетов и планеров, самостоятельно изучают техническую и справочную литературу, журналы. Итак, занятия включают: сообщение теоретических сведений, формирование умений и навыков в выполнении различных операций, закрепление и проверку полученных знаний и навыков. Например, на теоретических занятиях руководитель знакомит кружковцев с устройством и основными элементами конструкции моделей самолета, рассказывает об их назначении, технологии изготовления. На практических же занятиях кружковцы учатся работать ножом, рубанком, паять, изготавливают модели и т. д. Закрепляют полученные знания и навыки при самостоятельной работе над моделями.

Занятия в авиамodelьном кружке должны отвечать следующим требованиям:

1. Четкая учебная цель каждого занятия, определяемая руководителем на основе программы и плана работы кружка.

2. Правильный подбор учебного материала с учетом содержания темы и поставленных задач.

3. Воспитание у кружковцев в процессе занятий коммунистической убежденности, чувства патриотизма, интернационализма и высоких нравственных качеств.

4. Использование разнообразных методов работы с учетом темы, уровня подготовки кружковцев, материальной базы и опыта руководителя; эти методы должны обеспечивать максимальную активность всех школьников, творческий подход к решению поставленных задач.

5. Сочетание коллективной и индивидуальной работы учащихся. Так, в кружках первого года занятий в основном используется фронтальная форма, но для таких тем, как «Воздушные змеи», «Воздушный шар», желательна работа по звеньям.

6. Четкая организация и эффективное использование времени: тщательная подготовка руководителя к занятию (в том числе под-

бор материала, чертежей и рабочих мест), своевременное его начало и окончание.

Учебный процесс в авиамodelьном кружке тесно связан с экскурсиями. Их можно проводить на авиационные предприятия, в аэроклуб, в музеи, на выставки, где кружковцы знакомятся с «большой» авиацией. Экскурсии в музеи, к памятным местам имеют большое значение: они способствуют формированию многих черт коммунистической нравственности и эстетическому воспитанию. Экскурсии должны быть конкретны и связаны с содержанием программы кружка.

Методы обучения. На занятиях авиамodelьного кружка применяют различные методы обучения, которые обеспечивают получение учащимися необходимых знаний, умений и навыков, активизируют их мышление, развивают и поддерживают интерес к авиамodelизму.

Руководитель излагает теоретический материал, используя словесные методы: рассказ, объяснение или беседу. Их желательно сочетать с демонстрацией учебно-наглядных пособий, действующих моделей или конструкций. Так, при изучении темы «Самолет. Модели самолетов» основные детали конструкции можно показать на модели-копии самолета.

Чтобы выработать у кружковцев практические умения и навыки, руководитель предлагает им вначале изготовить несложные модели. Затем, усложняя задание, он приучает школьников к самостоятельности, вводя элементы творчества.

Выбор метода обучения зависит от содержания занятий, уровня подготовки и опыта кружковцев. Так, на первом году занятий руководитель использует метод инструктирования. В кружках второго и особенно третьего годов занятий он применяет методы консультаций и работы с технической и справочной литературой; школьники подготавливают сообщения и рефераты по основным проблемам авиации.

Основной метод проведения занятий кружка — практические работы как важнейшее средство связи теории и практики в обучении. Их цель — закрепить и углубить полученные теоретические знания учащимися, сформировать соответствующие навыки и умения.

Опыт показывает, что учащиеся успешнее справляются с практической работой, если их ознакомить с порядком ее выполнения.

На выбор методов обучения существенно влияет материально-техническая база кружка: наличие материалов, инструмента, оборудования. И конечно же, он во многом зависит от стиля работы и личных качеств руководителя.

Правильная постановка учебного процесса, сочетание разных методов обучения способствуют развитию технического мышления школьников и успешной работе авиамodelьного кружка.

Самоуправление в кружках. Чтобы повысить активность, самостоятельность и ответственность школьников, занимающихся

в кружке, необходимо организовать самоуправление. Кружковцы выбирают старосту кружка — основного помощника руководителя в организации и проведении учебно-воспитательной работы и вожака коллектива. Наряду с требовательностью и принципиальностью у него должны быть и организаторские способности. Для повышения роли и авторитета старосты в некоторых случаях руководителю лучше давать задания кружковцам через него.

Умелое сочетание самоуправления с педагогическим руководством оказывает большое воспитательное воздействие на кружковцев. Руководителю наиболее целесообразно занять позицию советчика и старшего товарища, опирающегося в воспитательной работе на сознательность кружковцев и учитывающего мнение коллектива.

Массовая работа. Важную роль в работе авиамodelьного кружка играют встречи с летчиками, конструкторами, учеными, проведение тематических вечеров, участие в технических конференциях, слетах, соревнованиях.

Большой успех среди кружковцев имеют беседы, проводимые с привлечением ученых и специалистов. Тематика их может быть разнообразной: «Новости науки и техники», «Авиация — народному хозяйству», «Часовые неба» и др. Беседы желательно сопровождать показом кинофильмов, плакатов и т. д. В результате таких встреч учащиеся не только расширяют свой кругозор, но и получают представление о будущих профессиях.

Интересны тематические вечера, на которых проводятся встречи с работниками производства, беседы с учеными, специалистами. На таких вечерах можно запускать модели, устраивать конкурсы и викторины. В помещении, где будет проходить вечер, целесообразно организовать выставку работ кружковцев, подготовить плакаты, фотостенды.

Широкой популярностью среди школьников пользуются клубные формы работы. Клуб может объединять всех любителей авиации, независимо от того, посещают они кружок или строят модели дома. Назвать клуб можно так: «Икар», «Сокол», «Орлята» и т. д. При организации клуба учитываются интересы школьников. Желательно до начала работы провести анкетный опрос, узнать у учащихся, каким бы они хотели видеть свой клуб. Программу или положение, устав, эмблему разрабатывают члены клуба. Клуб проводит вечера, встречи, конкурсы, участвует в подготовке конференций и слетов авиамodelистов.

Работа с родителями. Успешная работа авиамodelьного кружка во многом зависит от степени участия в ней родителей кружковцев. В большинстве родители очень заинтересованно относятся к занятиям своих детей в кружке, радуются их успехам и достижениям. Инициатива в налаживании связей с родителями принадлежит руководителю.

Основная форма контактов с родителями кружковцев — родительские собрания. Проводить их необходимо 1–2 раза в учебный

год. На первом, назначаемом, как правило, в начале учебного года, следует ознакомить родителей с программой и задачами кружка. На время собрания желательно организовать выставку работ кружковцев, а если позволяют условия, то и провести показательные запуски авиамodelей.

Руководитель использует также индивидуальные формы работы с родителями, привлекает их к организации различных мероприятий, например для выступлений на встречах, вечерах, проведения экскурсий.

Родители, поддерживая увлечения своих детей, следят за посещаемостью занятий, помогают подобрать литературу по авиации, изготовлять модели дома. Из бесед с родителями руководитель узнает об интересах и увлечениях кружковцев.

Учет работы и подведение итогов учебного года. Основной финансово-отчетный документ, отражающий выполнение плана учебно-воспитательной работы авиамodelьного кружка, посещаемость занятий кружковцами, — учебный журнал. Его следует содержать в порядке, все записи необходимо вносить только чернилами, указывая тему и продолжительность каждого занятия. На основании учебного журнала кружка оплачивают труд руководителя. В журнале содержатся сведения об учащихся (возраст, класс, школа, место жительства, данные о родителях), отражены массовые мероприятия, достижения кружковцев. Записи в журнале помогают руководителю проверять результаты своей деятельности, обнаруживать и устранять недостатки, корректировать работу.

В журнале должны быть записи о проведенных инструктажах по безопасности труда.

Основная форма подведения итогов учебного года в авиамodelьных кружках — организация отчетной выставки и соревнований. Обычно в конце учебного года в школах и во внешкольных учреждениях организуют выставки технического творчества, на которых демонстрируют авиамodelи. Можно проводить отчетные выставки по кружкам, отбирая экспонаты на общую выставку.

Лучшие работы кружковцев экспонируют на районных, городских, республиканских и всесоюзных выставках детского технического творчества. Проведению подобных выставок обычно предшествуют смотры технических кружков¹, приуроченные к знаменательным датам.

Подготовка выставки — ответственное дело. Содержание работы кружков и достигнутые успехи следует отразить на стендах, плакатах. Выставка должна привлекать внимание хорошим оформлением. Представленные экспонаты нужно снабдить этикетками с наименованием модели, фамилией исполнителя и руководителя кружка, указать на них класс и номер школы или название внешкольного учреждения. Экскурсоводами могут быть школьники, не первый год занимающиеся в кружке и хорошо осведомленные обо всех экспонатах.

Организацию и проведение соревнований, в которых будут уча-

ствовать кружковцы, руководитель планирует на основе плана районных и городских соревнований.

Работу кружка первого года занятий можно завершить соревнованиями со сдачей норм на значок «Авиамodelист ДОСААФ СССР», а работу кружков второго и третьего годов занятий — квалификационными соревнованиями.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА КРУЖКА

Помещение для занятий и общая компоновка оборудования. Схема организации лаборатории для занятий кружков во многом определяется возможностями школы, внешкольного учреждения, пионерского лагеря. Для работы авиамodelьного кружка необходимо светлое помещение (лаборатория) с хорошей вентиляцией, площадью около 55 м² для размещения 15—16 рабочих мест. В нем можно проводить и занятия кружка ракетного моделизма. Помимо лаборатории, желательно иметь класс для теоретических занятий. В нем должны быть витрины с книгами и журналами, кулман и светоскоп.

В лаборатории необходимо разместить: рабочие столы для одновременной работы всех кружковцев и стол руководителя; шкафы для хранения инструмента, материалов и неоконченных работ; столлярный и слесарный верстаки; классную доску размером 1500 X 1000 мм; стелды для учебно-наглядных пособий и работ кружковцев; заточный, сверлильный, токарный и фрезерный станки по металлу и т. п., а также аптечку с набором дезинфицирующих и перевязочных средств.

Существует несколько вариантов размещения мебели и станков в лаборатории. В одном из них рабочие столы расположены в два ряда, по четыре в каждом ряду (рис. 1); кружковцы сидят лицом к руководителю по двое за одним столом. Данный вариант удобен для проведения теоретических занятий, демонстрации фильмов и учебно-наглядных пособий. Идеальным можно считать размещение столов в три ряда, по пять в каждом ряду. В этом случае за одним столом работает один кружковец. Еще два варианта оборудования авиамodelьной лаборатории предложены в журнале «Школа и производство» (1985, № 2).

Лаборатория должна нормально освещаться. Недостаток света вызывает перенапряжение зрения и быстрое утомление учащихся. Поэтому рабочие места надо по возможности размещать так, чтобы при естественном освещении не было надобности в дополнительных источниках света.

Определенные требования предъявляются к окраске стен лаборатории, цвету и форме оборудования. Давно установлено влияние цвета на человека: он может возбуждать или успокаивать, утомлять или снижать усталость, поднимать настроение или действовать угнетающе. Поэтому желательно окрашивать стены лабо-

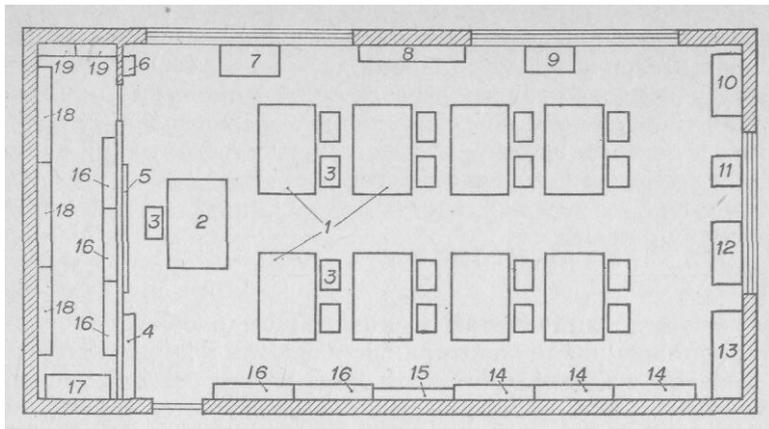


Рис. 1. План авиамodelьной лаборатории:

1 — рабочее место кружковца; 2 — стол преподавателя; 3 — стул; 4 — шкаф для литературы; 5 — классная доска; 6 — раковина; 7 — чертежная доска; 8 — шкаф для хранения инструмента; 9 — комбинированный станок для обработки древесины (можно разместить станок в отдельном помещении); 10 — токарный станок; 11 — сверлильный станок; 12 — столярный верстак; 13 — стол для слесарных работ; 14 — шкаф для учебно-наглядных пособий и готовых моделей; 15 — стенд для инструмента; 16 — шкаф для хранения незаконченных работ; 17 — несгораемый шкаф; 18 — шкаф для хранения материалов; 19 — кассетница для хранения листового материала.

рации и оборудование в голубой, зеленый, желтый тона или их оттенки.

Оборудование и мебель. Мебель в помещении кружка должна быть простой и прочной, часть ее можно изготовить своими силами.

Крышка рабочего стола размером не менее 1000 X 500 мм должна иметь гладкую и ровную поверхность. Можно сбить 3—4 тщательно обструганные доски и крепить их во время работы к обычному столу. В некоторых случаях используют школьные лабораторные столы с крышкой размером 1200 X 600 мм, покрыв их фанерой или оргалитом. За таким столом работают два кружковца.

В шкафах хранят материалы, инструмент, работы кружковцев. Руководители кружков могут пользоваться шкафами любой конструкции и размеров. Желательно, чтобы у каждого руководителя (если их несколько) был свой шкаф, что исключает путаницу работ членов смежных кружков, упрощает учет материалов, инструмента. Шкаф с запасами материалов целесообразно разместить в подсобном помещении (кладовой), а еще лучше использовать для этих целей стеллажи или обычные полки.

Учебно-наглядные пособия и работы кружковцев лучше хранить в застекленных шкафах, витринах или на стеллажах. Из готовой мебели для этого пригоден книжный шкаф, однако разместить в нем можно лишь небольшие экспонаты.

Обычно в лаборатории устанавливают фабричные столярные верстаки. Если же их нет, работы проводят на массивном столе. Для слесарного верстака также пригоден массивный стол (типа лабораторного) с ящиками и внутренними секциями, причем крыш-

ку следует обить листовым железом или линолеумом. На верстаке укрепляют тиски и защитную сетку или щит из досок, на котором в ячейках размещают слесарный инструмент общего пользования (молоток, ножницы по металлу, ножовку). Учтите, что расстояние между тисками должно быть не менее 1000 мм, на одном столе могут работать двое кружковцев. На столах подобной конструкции можно устанавливать сверлильный, заточный, полировальный настольные станки.

Станки и инструмент. В авиамodelьном кружке применяют станки: комбинированный по дереву, сверлильный, заточный, фрезерный, токарно-винторезный.

Комбинированный станок, у которого на одном валу и станине смонтированы фуганок и дисковая пила, позволяет выполнять большинство работ по строганию и пиленю древесины. Работы на этом станке проводит руководитель, а не кружковцы.

На сверлильном станке сверлят, зенкуют и развертывают отверстия. В авиамodelьном кружке вполне достаточно настольного сверлильного станка.

На заточном станке (электроточиле) с одним или двумя абразивными кругами затачивают инструмент.

На фрезерном станке обрабатывают металл, древесину, пластмассы. Фрезерованием можно изготавливать фасонные детали. Широко используют станки НГФ и НВФ Главучтехпрома, универсальные фрезерные станки моделей 675 и 679. Наиболее удобны концевые цилиндрические и дисковые фрезы.

На токарно-винторезном станке можно обтачивать и растачивать цилиндрические поверхности, подрезать торцы, отрезать заготовки, нарезать метрические резьбы, сверлить. На настольном токарно-винторезном станке выполняют только точные работы при изготовлении деталей моделей. Наиболее широкое распространение нашли токарно-винторезные станки ТВ-4 и ТВ-6.

На занятиях авиамodelьного кружка требуется большой набор инструмента. Различают инструмент индивидуального и общего пользования.

Инструмент индивидуального пользования (нож, лобзик с пилками, ножницы, тиски параллельные, напильник с крупной насечкой, рубанок) закрепляют за каждым кружковцем на время занятий. Количество комплектов должно соответствовать числу рабочих мест плюс два запасных.

Ножом изготавливают в основном все деревянные части моделей, и от работы этим инструментом во многом зависит их качество. Можно использовать сапожный нож, скальпель, а также нож, сделанный из полотна ножовки или быстрорежущей стали Р9, Р18. Нож должен быть не длиннее 100 мм, острым, плотно сидеть на рукоятке.

Рубанок применяют с металлической или деревянной колодкой. В рубанках с металлической колодкой резац из инструментальной стали марки УГ, У8 или из быстрорежущей Р9 закрепляют

регулируемым винтом, с деревянной — клином. Удобен рубанок с длиной колодки 120—150 мм.

Инструментом общего пользования работают все члены кружка. Наиболее необходимый для авиамодельного кружка инструмент общего пользования перечислен в таблице 1.

Режущий инструмент (например, рубанки, стамески) хранят на полках в шкафу или на деревянном щите размером 1500 X 1000 мм. Стамески можно вставлять в ячейки (планки с гнездами из старого кожаного ремня), чтобы они были на виду и не тупились о другой инструмент. Здесь же хорошо разместить напильники, плоскогубцы, круглогубцы, молотки и сделать несколько крючков для подвешивания ножовки, лобзиков, угольника. Бруски для заточки ножей, стамесок лучше держать отдельно в шкафу на полке или в ящике стола.

Если возможно, инструмент индивидуального пользования (ножи, напильники) следует хранить в ящиках рабочего стола, верстака. Каждый инструмент должен иметь постоянное место. Это удобно для руководителя и членов кружка, и, кроме того, повышается ответственность кружковцев за сохранность и поддержание в порядке инструмента.

Иногда инструмент хранят в шкафу. Ячейки-держатели располагают на задней стенке, на дверцах и на наклонных полках. Чтобы исключить путаницу при расстановке, рекомендуется в соответствующих местах яркой краской нарисовать силуэты инструмента.

Особенно тщательно следует хранить сверла, резьбонарезной и измерительный инструмент. Набор сверл хранят в колодке, изготовленной из отрезка доски толщиной 30—40 мм, в которой просверлены отверстия — гнезда. Около каждого гнезда проставляют размер сверла. Так же хранят метчики и плашки. С измерительным инструментом необходимо обращаться бережно, хранить его в футлярах или чехлах, не допускать коррозии.

В кладовой хранят инструмент и материалы, которые потребуются для работы в течение учебного года, а также те, которые нужны не на каждом занятии. При оборудовании кладовой необходимы шкафы, полки для хранения разнообразных наборов инструмента, стеллаж для редко применяемых приборов, приспособлений и т. п. Несгораемый шкаф для хранения нитроклея, нитрокрасок, растворителя и компонентов топлива (керосин, эфир, касторовое масло) располагают в специальном месте. Листы фанеры, оргстекло, дюралюминий и другие листовые материалы удобно хранить в специальной обойме. Ее нетрудно изготовить из 3-миллиметровой фанеры.

Материалы. Ниже описаны материалы, используемые для постройки летающих моделей.

Сосна — самый распространенный материал для изготовления многих частей моделей планеров, самолетов и воздушных змеев; обладает высокими механическими свойствами; хорошо обрабатывается режущим инструментом. Применяют сосну мелкослойную

Таблица 1

Наименование	Количество
Плоскогубцы	3 шт.
Пассатижи	2 «
Круглогубцы	3 «
Отвертки	5 «
Ручные ножницы по металлу	1 «
Шило	3 «
Молоток слесарный	2 «
Киянка	2 «
Ножовка по металлу с полотнами	1 «
Ножовка по дереву	2 «
Напильники разных сечений	15—20 «
Рашипы двух-трех типов	По 1 «
Стальная щетка (каретка)	1 «
Сверла диаметром, мм:	
0,5—3,0	10 компл.
3,0—5,0	5 «
5,5—10,0	2 «
более 10,0	1 «
Зенкеры и развертки	1 «
Метчики и плашки под болты и гайки диаметром от 2 до 6 мм	2 «
Дрель ручная	2 шт.
Шлифовальная шкурка	10 м ²
Чертилка	2 шт.
Разметочный циркуль	1 «
Кернер	2 «
Линейки металлические длиной, мм:	
до 150 мм	15 «
300—400 мм	15 «
1000 мм	1 «
Штангенциркуль	2 «
Микрометр	1 «
Угольник	1 «
Электродрель	1 «
Лобзик	18 «
Стамески	5 «
Рубанки обычные	5 «
Бормашинка «Гном»	1 «
Станок «Умелые руки»	1 «
Бруски для заточки ножей	3 «
Пульверизатор	1 «
Весы с разновесами	1 компл.
Электропаяльник 90 Вт	3 шт.
Чертежный инструмент	1 компл.
Микрокалькулятор	3—5 шт.

(расстояние между ее волокнами не превышает 1 мм) и прямо-слойную (волокна прямолинейны и параллельны друг другу). Из сосны делают рейки фюзеляжей для моделей планеров и самолетов, грузики, законцовки, нервюры, кромки крыльев и стабилизаторов, лонжероны и распорные рейки воздушных змеев. Плотность древесины сосны 0,54 г/см³.

Лица — мягкая, легкая и пористая древесина; плотность ее

0,48 г/см³. Она однороднее сосны и лучше обрабатывается. Из липы делают винты моделей самолетов, грузики, широко применяют ее для изготовления макетов.

Бамбук — произрастает в субтропиках. Стебель его состоит из отдельных полых колен. Внешний слой очень прочный; плотность 0,4 г/см³. Лучше применять бамбук с диаметром стебля 30—60 мм и толщиной стенки 3—5 мм. Бамбук хорошо раскалывается ножом вдоль волокон, обрабатывается рубанком, напильником, легко изгибается над огнем, если глянцевая поверхность внешняя. Обрабатывать рейки бамбука надо осторожно, чтобы не поранить руки об их ребра.

Бальза — редкая порода древесины. В СССР не произрастает, ее родина — Южная Америка. В сухом виде древесина бальзы чрезвычайно мягкая и легкая, хорошо поддается обработке. Обрабатывают бальзу инструментом с малым углом заострения и тонким лезвием. Плотность и физико-механические свойства древесины неоднородны. Свежесрубленная бальза очень тяжелая, содержит до 95% воды, однако быстро теряет ее после сушки. У комля и в ядре древесина крепкая, плотность может достигать 0,3 г/см³, плотность же молодой заболони 0,05 г/см³. С уменьшением плотности бальзы снижается ее прочность.

Чий — многолетний злак, растет в Средней Азии. Толстые стенки стебля внутри заполнены мягкой пористой массой. Это прочный и упругий материал; его можно применять для изготовления кромок, нервюры, распорок и других деталей схематических моделей. Недостатки: узловатость и неравномерная толщина.

Бумага широко используется при постройке моделей. Папиросную бумагу употребляют для обтяжки схематических моделей, изготовления парашютов, воздушных шаров. Фюзеляжные модели обтягивают микалентной бумагой. Белую папиросную и микалентную бумагу легко покрасить в любой цвет анилиновым красителем, разведенным в воде. Полоски бумаги протягивают через раствор, высушивают и разглаживают теплым утюгом. Для постройки бумажных моделей можно использовать чертежную и плакатную бумагу.

Фанера — клеенные листы шпона (3 и более) с взаимно перпендикулярным расположением слоев. Изготавливают фанеру из шпона березы, бука, ольхи и сосны. Для летающих моделей желательно использовать березовую авиационную фанеру. Средняя ее плотность 0,8 г/см³. Из фанеры делают нервюры фюзеляжных моделей самолетов и планеров.

Кроме перечисленных материалов, в авиамоделизме применяют: резину (для резиновых двигателей) в виде лент или нитей сечением IX 1, 2 X 1 мм; нитки; различные лаки, в частности авиационные нитролаки, НЦ-551 (эмалит); листовые металлы (жесть, латунь, алюминий); стальную проволоку диаметром 0,5—3 мм; столярный и казеиновый клеи, эпоксидный клей ЭДП, стеклоткань и т. п.

Учебно-наглядные **пособия**. Значительному повышению качества учебного процесса способствует широкое применение учебно-наглядных пособий и технических средств обучения (магнитофона, диапроектора, эпидиаскопа). Лучшие наглядные пособия — готовые авиамодели. Их можно укрепить на проволоке, натянутой под потолком. По стенам следует развесить авиационные плакаты, чертежи моделей, материалы, рассказывающие о достижениях советской авиации, портреты выдающихся деятелей отечественной авиации: Н. Е. Жуковского, К. Э. Циолковского, А. Н. Туполева, В. П. Чкалова, А. И. Покрышкина, И. Н. Кожедуба, Ю. А. Гагарина и других.

На фанерном или картонном щите необходимо периодически вывешивать бюллетень «Новости авиации и авиамоделизма». Желательно иметь стенд с фотографиями лучших кружковцев, пионеров-инструкторов.

Большую помощь в работе кружка окажут и тематические стенды: «Материалы, применяемые в авиамоделизме», «Авиамодельные двигатели» и др. Наглядна серия плакатов «Авиамоделирование», выпущенная издательством «Радянська школа» (1982), которая охватывает почти все разделы программы авиамодельного кружка.

На видном месте следует поместить написанные крупным шрифтом нормативы на значок «Авиамоделист ДОСААФ СССР» и требования Единой спортивной квалификации по авиамодельному спорту.

Не надо забывать и о таких средствах, как показ учебных кино- и диафильмов по авиации и о новостях науки и техники. Проще всего организовать на занятиях кружка просмотр диафильмов или диапозитивов. Для этого потребуется эпидиаскоп или диапроектор «Свет».

Охрана труда. Для обеспечения нормальных условий работы авиамодельного кружка руководитель и школьники должны знать и соблюдать правила безопасности труда, промышленной санитарии и гигиены труда, а также пожарной безопасности.

Рабочие места в лаборатории организуют так, чтобы предупредить возможность несчастного случая, обеспечить наиболее благоприятные условия для формирования у кружковцев трудовых навыков, воспитания культуры труда.

Чтобы учащиеся сознательно выполняли требования безопасности, освоили безопасные приемы работы, необходимо правильно организовать обучение, систематически и тщательно инструктировать кружковцев. Вопросам безопасности труда посвящается второе занятие, а в дальнейшем проводятся вводный и текущие инструктажи на рабочих местах с использованием предупредительных надписей, плакатов, инструкций. Инструктаж сопровождается показом безопасных приемов работы. В процессе занятий кружка руководитель обязан постоянно контролировать, как школьники выполняют требования безопасности.

Основные нормы производственной санитарии: площадь поме-

шения в расчете на одного человека 3,5 м²; высота помещения не менее 3,2 м; объем помещения на одного работающего 15 м³; оптимальная температура воздуха в лабораториях и мастерских 18-20 °С.

Нормы освещенности при электрическом и естественном освещении приравнены к нормам освещенности для ведения-точных работ на производстве. Общее и местное -освещение должно обеспечивать максимальную освещенность 400 лк от ламп накаливания и 500 лк от люминесцентных ламп.

Ацетон, нитроклей, нитрокраски, эпоксидная смола, применяемые в работе, пары свинца и олова при паянии отрицательно влияют на организм. Поэтому на рабочих местах желательно предусмотреть принудительную вентиляцию. Если ее нет, следует периодически проветривать помещение в перерывах и во время занятий. Необходимо подробно и наглядно инструктировать кружковцев при работе с этими веществами. Руководитель должен помнить, что он несет моральную и юридическую ответственность за здоровье школьников.

Следует уделять большое внимание пожарной безопасности в помещении, соблюдать строгий противопожарный режим. На видном месте должен быть вывешен план эвакуации кружковцев и имущества в случае пожара. С этим планом необходимо ознакомить всех учащихся.

Руководитель должен уметь оказывать первую помощь пострадавшему. При оказании первой помощи при ранении следует вскрыть имеющийся в аптечке индивидуальный пакет, наложить содержащийся в нем стерильный перевязочный материал на рану и забинтовать. Пакет распечатывают так, чтобы не касаться руками части повязки, накладываемой непосредственно на рану.

Небольшие по площади термические ожоги закрывают стерильной сухой повязкой: она уменьшает болезненность и предохраняет рану от проникновения микробов.

Попавшее под кожу или ноготь инородное тело удаляют, если есть уверенность, что сделать это легко. Затем место ранения смазывают йодной настойкой и накладывают повязку.

Инородное тело, попавшее в глаз, удаляют промыванием струей раствора борной кислоты или чистой водой. Направлять струю надо от наружного угла глаза (от виска) к внутреннему (к носу). Тереть глаз не следует. При необходимости пострадавшего отправляют в больницу.

КРУЖОК ПЕРВОГО ГОДА ЗАНЯТИЙ

Запись в кружки школ и внешкольных учреждений и комплектование их проводятся в основном после 1 сентября. Как показывает практика, оптимальное число учащихся в кружке 15 человек. Комплектовать кружок желательно из школьников одинакового возраста, обучающихся в одну и ту же смену.

Большинство записавшихся в авиамодельный кружок имеют поверхностное представление об авиации. Одни это сделали по совету родителей, другие пришли в кружок после показа в школе полетов моделей. При неумелом руководстве кружок может распаться на первых же занятиях. Некоторые руководители кружков, особенно начинающие, уделяют слишком много времени теоретическим занятиям. Чтобы заинтересовать ребят, целесообразно почти сразу приступить к практической работе, попутно сообщая необходимые теоретические сведения.

Приводим ориентировочный тематический план первого года занятий (см. с. 20). Руководитель вправе корректировать его, исходя из условий работы, уровня подготовки и материально-технической базы кружка.

Цель кружка первого года занятий — дать учащимся основные сведения по авиации, авиамоделизму, научить их строить и запускать простейшие и схематические модели планеров и самолетов. На занятиях кружка некоторые теоретические сведения из курса физики потребуются раньше, чем они изучаются в школе. Их следует сообщать в объеме, необходимом для осмысленного выполнения намеченной практической работы и понимания физических основ полета. Нет надобности полностью обосновывать и исчерпывающе формулировать физически-е законы и правила, но краткое изложение их не должно противоречить школьному курсу.

Цель теоретических занятий — объяснить в общих чертах конструкцию и принцип действия летательного аппарата; определенное упрощение при этом неизбежно.

Основной метод практической работы — фронтальный: все учащиеся выполняют одинаковые задания, руководитель излагает теоретический материал и дает пояснения одновременно всем членам кружка. Изготавливаемые модели должны быть посильны для всех членов кружка. Если некоторые учащиеся выполняют приемы неправильно, работа прерывается, руководитель объясняет и показывает, как пользоваться инструментом, строгать рейку, собирать крыло и т. д. Можно предложить повторить прием наиболее подготовленному кружковцу.

При изучении тем «Бумажные летающие модели», «Парашют», «Вертолет. Модели вертолетов» время целесообразно распределить следующим образом: 10—15 мин в начале занятия на вводную беседу, 1ч — на практическую работу, остальное время — на соревнования и игры. Иногда целесообразно подготовить шаблоны деталей моделей. Сборку лучше вести всем одновременно с помощью руководителя.

Воздушный шар изготавливают 7—8 школьников или все кружковцы. Воздушные змеи может строить каждый кружковец или звено из 3—4 учащихся. Если погода не благоприятствует запуску воздушного змея, приступают к следующей теме, а полеты проводят в другое время.

При работе по темам «Планер. Модели планеров» и «Самолет.

Модели самолетов» учащиеся впервые выполняют эскизы и рабочие чертежи деталей моделей. Необходимо сообщить им основные правила выполнения чертежей и требовать их соблюдения. Чтобы избежать копирования кружковцами всех деталей моделей, целесообразно внести изменения в основные параметры. Так, размах крыла можно выбирать в пределах 850—1000 мм, устанавливать одно- или двухкилевое оперение и т. п.

Примерный тематический план первого года занятий

Название темы	Количество часов на занятия		
	теоретические	практические	всего
1. Вводное занятие	2		2
2. Основы безопасности труда	1	1	2
3. Бумажные летающие модели	2	8	10
4. Парашют	1	5	6
5. Воздушный змей	2	10	12
6. Воздушный шар	2	6	8
7. Вертолет. Модели вертолетов	2	6	8
8. Планер. Модели планеров	4	30	34
9. Самолет. Модели самолетов	4	40	44
10. Ракета. Модели ракет	2	12	14
11. Организация и проведение соревнований	—	4	4
Итого	22	122	144

Необходимо, чтобы учащиеся усвоили основные приемы регулировки и запуска моделей. Следует помнить, что от успеха в первом году обучения зависит, будут ли кружковцы продолжать заниматься авиамоделизмом.

Руководитель должен развивать у авиамodelистов чувство патриотизма и коллективизма, стремление защищать интересы и спортивную честь своего кружка.

ТЕМА 1. ВВОДНОЕ ЗАНЯТИЕ

Цель. Дать общее представление об истории развития авиации и ее применении.

Методические рекомендации. Начать занятие можно с рассказа о том, что еще в древности люди мечтали летать подобно птицам. Эти мечты нашли отражение в легендах и мифах. Так, до наших дней дошел греческий миф о смелом юноше Икаре, который поднялся высоко в небо на крыльях из перьев, скрепленных воском. Но когда он приблизился к Солнцу, воск на крыльях растопился, Икар упал в море и утонул.

Стремление к полету никогда не покидало человека, но прошло много веков, прежде чем полет его стал реальностью:

В конце XV в. итальянский живописец, скульптор и архитек-

тор, ученый и инженер Леонардо до Винчи (1452—1519) предложил проект летательного аппарата с вращающимся спиральным винтом, создающим подъемную силу.

Выдающаяся роль в осуществлении смелой мечты о полете человека и покорении воздушного океана принадлежит нашим соотечественникам. В 1754 г. великий русский ученый М. В. Ломоносов сконструировал и построил «аэродромическую машину», предназначенную для подъема метеорологических приборов. Он пытался использовать винт для обеспечения поступательного движения в воздухе летательного аппарата. Модель Ломоносова — прообраз современных вертолетов.

Огромную работу по созданию первого в мире самолета проделал русский исследователь и изобретатель, морской офицер А. Ф. Можайский (1825—1890). Мысль о постройке воздухоплавательного аппарата зародилась у него еще в 1854 г. Он задумал аппарат, которым можно было управлять так же, как судном в море. Это была смелая, а по тем временам и фантастическая мысль. Пароходы тогда были редкостью, по морям и океанам плавали парусные корабли.

А. Ф. Можайский считал возможным использовать для самолета винты, применявшиеся на пароходах. Винт, создавая силу тяги, движет корабль вперед. Установив двигатель с винтом на воздушный корабль, можно заставить его перемещаться. А если такой корабль (тяжелее воздуха) начнет очень быстро двигаться, он полетит. Уверенность Можайского в возможности воздушных полетов была непоколебима. Ведь каждая птица — это искусно созданный природой летательный аппарат, а он изучал полет птиц глазами инженера: измерял размах, устанавливал массу крыльев, зарисовывал их, определял вогнутость и наклон крыльев к линии полета. Особенно интересен был полет птиц на неподвижно распростертых крыльях. Ему принадлежит важнейшее и для современной техники заключение, что «чем выше скорость движения, тем большую тяжесть может нести та же поверхность крыла».

Свои выводы Можайский подкреплял опытами. Он построил воздушный змей таких размеров, который мог поднять человека. Тройка лошадей потянула буксирную веревку — леер, и огромный змей поднялся в воздух. На нем летел сам изобретатель. Опыт показал Можайскому, какой величины крыло надо ставить на задуманный им самолет. Не случайно форма крыла его самолета напоминает обычного плоского змея. Прежде чем приступить к постройке самолета, Можайский изготовил несколько моделей, винты которых приводились во вращение пружинами. Модели успешно летали и с грузом (кортиком).

Свыше двадцати лет проводил А. Ф. Можайский исследования и опыты, которые позволили ему совершить научный подвиг — построить в 1885 г. летательный аппарат.

Развитие самолетостроения продвинулось далеко вперед благодаря основополагающим теоретическим работам профессора

Н. Е. Жуковского (1847—1921). Н. Е. Жуковский, которого В. И. Ленин назвал «отцом русской авиации», впервые научно объяснил возникновение подъемной силы крыла и вывел формулу для ее определения. Он стал одним из Создателей новой науки - аэродинамики. Большая роль в создании и развитии этой науки принадлежит и советскому ученому, академику С. А. Чаплыгину (1869—1942).

Выдающийся русский ученый и изобретатель К. Э. Циолковский (1857—1935) разработал проект цельнометаллического дирижабля и заложил основы ракетной техники наших дней.

Русский изобретатель Г. Е. Котельников в 1911 г. сконструировал первый в мире ранцевый парашют.

Впервые в мире русский летчик П. Н. Нестеров в 1913 г. выполнил «мертвую петлю» (названную «петлей Нестерова») на самолете и заложил практические основы высшего пилотажа.

С первых дней Великого Октября Коммунистическая партия и Советское правительство уделяли большое внимание развитию авиации. По инициативе В. И. Ленина 28 октября 1917 г. (10 ноября по новому стилю) было создано Бюро комиссаров авиации и воздухоплавания и организованы авиационные отряды, участвовавшие в боях с белогвардейцами и интервентами.

Быстрыми темпами развивалась авиация после окончания гражданской войны. В 1918 г. был создан Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ) — центр конструкторской и научной авиационной мысли страны. Первым его руководителем был профессор Н. Е. Жуковский.

В 1920 г. открылась первая в нашей стране пассажирская линия Москва — Нижний Новгород (ныне г. Горький).

В 1924 г. построен первый советский цельнометаллический самолет конструкции А. Н. Туполева — АНТ-2. Под руководством трижды Героя Социалистического Труда академика А. Н. Туполева (1888—1972) разработано более 100 различных самолетов. На самолетах А. Н. Туполева совершили перелеты из Москвы в Нью-Йорк (1929 г.) экипаж С. А. Шестакова и через Северный полюс в США экипажи В. П. Чкалова и М. М. Громова.

Неоценима роль советской авиации в Великой Отечественной войне. Авиационная промышленность за годы войны дала фронту свыше 100 тыс. самолетов, и каждый из них внес свой вклад в победу над врагом.

После войны началось бурное развитие гражданской авиации.

В 1956 г. на воздушные трассы вышел первый реактивный пассажирский самолет Ту-104, а в 1968 г. в ВОЗДУХ поднялся первый в мире сверхзвуковой пассажирский самолет Ту-144.

Широко известны имена авиационных конструкторов: Н. Н. Поликарпова (самолет По-2); С. В. Ильюшина (штурмовик Ил-2, пассажирские лайнеры Ил-12, Ил-14, Ил-18, Ил-62 и созданный в конструкторском бюро Ильюшина самолет-аэробус Ил-86); С. А. Лавочкина (Ла-5, Ла-7, Ла-11, Ла-15); А. С. Яковлева

(Як-1, Як-3, Як-9, Як-15, Як-40, Як-42); О. К. Антонова (АН-2, АН-12, АН-22, АН-26, АН-124); А. И. Микояна (создателя МиГов).

Большую роль в развитии и совершенствовании вертолетной техники имели исследования советского академика Б. Н. Юрьева (1889—1957).

Сейчас столица СССР связана воздушными трассами почти со 100 странами мира.

Авиацию широко применяют в геологической разведке, в борьбе с лесными пожарами, для разведки рыбы в море, для уничтожения вредителей сельскохозяйственных культур. На вертолетах несет службу Государственная автотранспортная инспекция.

После рассказа о «большой» авиации руководитель переходит к сфере деятельности учащихся — авиамоделизму.

Авиамоделизм — это конструирование, постройка и запуск летающих моделей — воздушных шаров и змеев, планеров и самолетов, ракет. Занятия в кружке могут стать первой ступенью подготовки будущих авиационных специалистов. Многие из прославленных авиационных конструкторов, летчиков, летчиков-космонавтов СССР начинали свой путь в авиацию с занятий авиамоделизмом. Авиамоделистами были дважды Герой Социалистического Труда А. С. Яковлев, Герой Социалистического Труда О. К. Антонов, трижды Герой Советского Союза А. И. Покрышкин, дважды Герой Советского Союза А. И. Молодчий, дважды Герой Советского Союза С. Д. Луганский, Герой Советского Союза первопроходец космоса Ю. А. Гагарин и другие.

Ежегодно в нашей стране проводятся соревнования авиамоделистов на первенство районов, городов, областей, республик, а также чемпионат СССР. В них участвуют тысячи юных строителей «малой» авиации.

Значительны успехи советских авиамоделистов на международной арене.

В 1975 г. в Болгарии чемпионом стала команда советских спортсменов, выступавших с моделями планеров: В. Чоп, А. Лепп, В. Исаенко. А победителем мирового первенства в личном зачете был признан В. Чоп. В 1981 г. в Испании на чемпионате мира команда «планеристов» снова одержала победу, а А. Лепп занял второе место.

На чемпионате мира по кордовым моделям-копиям, проходившем в 1982 г. в СССР, победила советская команда в составе В. Крамаренко, В. Федосова, А. Бабичева. Чемпионом мира в личном зачете стал киевлянин В. Крамаренко, выступавший с моделью самолета АН-26. Добились победы и спортсмены с кордовыми гоночными моделями.

На чемпионате мира 1982 г., проходившем в Швеции, команда советских «гонщиков» завоевала первенство в шестой раз подряд (в 1962 г. победу одержали Ю. Сироткин и Б. Шкурский, в 1970 г. — Б. Краснорутский и А. Бабичев, в 1972 г. — К. Плоциньш и В. Тимофеев, в 1974 г. — В. Онуфриенко и В. Шаповалов, а в 1976 г. —

В. Барков и В. Сураев), а чемпионом мира вторично стал экипаж киевских спортсменов в составе В. Онуфриенко и В. Шаповалова.

Успехи авиамоделлистов завоевываются упорной и кропотливой работой. Для достижения высоких спортивных результатов необходимо овладеть начальными знаниями по авиации и соответствующими навыками, совершенствовать их в дальнейшем, переходя от простого к сложному. Этому правилу следовал и один из известных авиаконструкторов, дважды Герой Социалистического Труда академик А. С. Яковлев. Свой путь в авиацию он начал с изготовления летающих моделей, потом перешел к постройке планера, а после окончания Военно-Воздушной академии имени Н. Е. Жуковского занялся конструированием самолетов. В приветствии авиамоделлистам А. С. Яковлев писал: «Надо прямо сказать — увлечение это многое дало нам. Да и сейчас, решая ту или иную задачу в «большой» авиации, мы иногда призываем на помощь — и с успехом — летающую модель. Учась строить модели, мы одновременно постигали основы аэродинамики, овладевали навыками конструирования, познавали сложный тогда для нас язык технического черчения».

На данном занятии руководитель излагает цели и задачи авиа-модельного кружка, выясняет пожелания учащихся, их знания и навыки. Беседу сопровождают показом наглядных пособий, демонстрацией и, если возможно, запуском моделей. Руководитель обязан подготовить соответствующую литературу по авиации и авиамоделлизму, фотографии моделей, которые будут строить кружковцы. Можно пользоваться журналами «Крылья Родины», «Моделлист-конструктор», «Техника — молодежи» и др.

Затем руководителю следует рассказать о себе, ознакомить учащихся с лабораторией и ее оборудованием. Необходимо предоставить возможность кружковцам высказаться, ответить на их вопросы.

В заключение руководитель составляет список присутствующих, сообщает расписание занятий и порядок работы кружка, знакомит с требованиями, предъявляемыми к его членам, предлагает выбрать старосту.

ТЕМА 2. ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Цель. Ознакомить кружковцев с правилами безопасной работы инструментом, на станках и пользования приборами.

Методические рекомендации. Вначале надо показать приемы правильной работы ножом — основным инструментом авиамоделлиста. При работе ножом деталь должна иметь упор в крышку стола, верстака; рука, поддерживающая обрабатываемую заготовку (деталь), находится сзади ножа; резать надо только «от себя». Хранят нож в картонном или фанерном чехле.

¹ Анохин П. Л., Иванников Д. А. Авиамоделльный кружок в школе. М., 1958, с. 30.

При работе кусачками небольшие отрезки проволоки могут отскокить и нанести травму. Чтобы предотвратить несчастный случай, откусываемую проволоку следует держать возможно дальше от лица и следить, чтобы ее кусочки отскакивали в направлении пола или стола.

Необходимо осторожно работать инструментом, имеющим острые концы, — шилом, чертилкой, кернером, разметочным циркулем. При выпиливании деталей лобзиком руку, поддерживающую заготовку, располагают сзади пилки.

Затем следует показать приемы работы на сверлильном станке. Руководитель демонстрирует безопасные приемы сверления металлов, фанеры, оргстекла. Так, обрабатываемую деталь следует зажимать в ручные тиски или держать плоскогубцами; нельзя низко наклоняться над вращающимся сверлом (волосы должны быть убраны под шапочку или косынку); не следует сильно нажимать на рычаг при сверлении; удалять стружки нужно металлической щеткой только после остановки станка и отвода сверла.

После этого можно предложить кружковцам выполнить некоторые приемы работы ручным инструментом и на сверлильном станке.

Далее рекомендуется закрепить навыки работы со столярным и слесарным инструментом. Руководитель вызывает кружковцев и предлагает им продемонстрировать приемы работы с одним из инструментов. В это время остальные наблюдают за его действиями. Если они неверные, руководитель, а лучше кружковцы поправят вызванного, помогут овладеть трудными для него приемами работы.

Обучать приемам работы на других станках и знакомить с приборами следует при изучении соответствующих тем.

ТЕМА 3 БУМАЖНЫЕ ЛЕТАЮЩИЕ МОДЕЛИ

Цель. Изучить основы полета моделей, их конструкцию и основные части. Изготовить бумажную модель самолета.

Методические рекомендации. На изучение этой темы целесообразно отвести пять занятий. На первом руководитель знакомит кружковцев с основами полета моделей, рассказывает о возникновении подъемной силы крыла и об основных элементах конструкции самолета и модели. На практической части занятия кружковцы изготавливают учебную модель самолета. На втором учащиеся осваивают способы регулировки модели. Особое внимание уделяется назначению и действию рулей.

На последующих занятиях ребята изготавливают модели со стреловидным крылом и «Полет». Завершить практическую работу следует играми — соревнованиями на дальность полета, точность посадки и лучший фигурный полет.

О подъемной силе крыла рекомендуется рассказать следующее (подробнее процесс ее возникновения будет рассмотрен позднее).



Рис. 2. Силы, действующие на шарик, скатывающийся по наклонной плоскости:

θ — угол наклона плоскости.

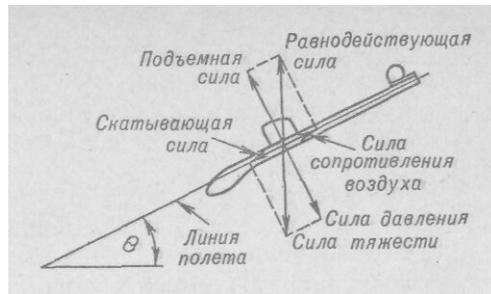


Рис. 3. Силы, действующие на модель планера:

θ — угол планирования.

Наблюдая полет бумажной модели в помещении, можно заметить, что она плавно снижается — планирует.

Чтобы понять сущность этого явления, рассмотрим процесс, схожий с планированием только по картине действующих сил. Возьмем шарик, скатывающийся по наклонной плоскости (рис. 2). Его движение обусловлено силой тяжести. Разложим эту силу на составляющие: параллельную наклонной плоскости — скатывающую и перпендикулярную ей — силу давления. Последняя с увеличением угла θ будет уменьшаться. Скатывающая сила заставляет шарик двигаться вперед — скатываться. Величина ее также зависит от угла наклона: чем он больше, тем больше скатывающая сила.

При движении по наклонной плоскости на шарик действуют и другие силы: трения о поверхность и сопротивления воздуха, эти силы направлены против движения, причем сила сопротивления возрастает с повышением скорости. В результате этого при достижении определенной скорости сумма двух сил (трения и сопротивления воздуха) становится равной скатывающей силе, наступает равновесие сил, и шарик движется с постоянной скоростью (равномерно). В то же время силы упругости доски (реакция опоры) уравниваются силой давления, и шарик катится по прямой.

Теперь проведем аналогичный опыт, но вместо шарика возьмем модель планера (рис. 3). У модели при движении по наклонной траектории также существуют скатывающая сила и сила давления (слагаемые силы тяжести). Первая уравнивается силой сопротивления воздуха. Модель, двигаясь в воздухе, крыльями, оперением давит на него. Возникает сила противодействия «невидимой опоры» — воздуха, которая и поддерживает модель планера, — подъемная сила. При планировании эта сила уравнивается силой давления.

Из опыта видно, что модель планера имеет «опору» особого вида. Чтобы опереться на воздух, модель должна лететь с определенной скоростью и иметь крылья достаточной площади. В противном случае подъемная сила — «опорная реакция воздуха» —

будет мала и не сможет уравновесить силу давления, а без этого не получится и планирования.

Учебная летающая модель. Все летчики начинали свой путь в небо с учебного самолета. Долгое время «учебной партой» пилотов были самолеты По-2, Як-18. У авиамodelистов также существуют свои учебные модели. Простейшая бумажная модель изображена на рисунке 4, а. Правильно сделанная модель хорошо летает, с ее помощью можно понять принципы управления полетом. Модель имеет те же основные части, что и настоящий самолет (кроме двигателя и воздушного винта).

Материал учебной модели — бумага. Лучше использовать плотную бумагу (для черчения и рисования), не скрученную в рулон. При этом следует иметь в виду, что прочность модели в большой степени зависит от правильного выбора направления волокон на листе бумаги. Определить на глаз направление волокон не всегда удастся. Рекомендуется такой опыт: складывают небольшой листок бумаги вдоль, потом — поперек. Один из сгибов получится ровный, без «узлов», по нему бумага легко складывается — это сгиб вдоль волокон; на другом сгибе образуются складки, бугры, неровности — это сгиб поперек волокон.

Для изготовления учебной модели складывают вдвое вдоль волокон лист плотной бумаги и карандашом вычерчивают сетку (рис. 4, б): вертикально — 4

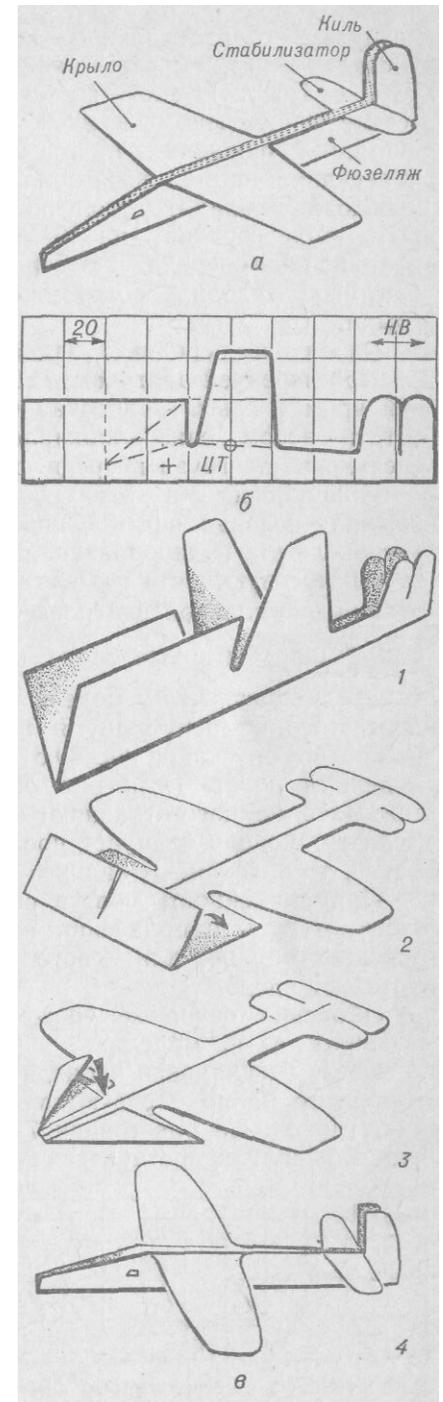


Рис. 4. Учебная модель:
а — общий вид; б — развертка;
в — порядок изготовления;
1—4 — последовательность работ.

квадрата, горизонтально—10 со стороной 2 см. После этого рисуют контур, вырезают и складывают, как показано на рисунке 4, в. Носовую часть фюзеляжа скрепляют бумажной шпилькой (ее место отмечено крестиком на рис. 4, б). Руководитель обращает внимание кружковцев на то, чтобы линия сгиба крыла была косой и передняя кромка возвышалась над задней на 2—3 мм. Крылу необходимо придать угол поперечного V: концы крыла должны быть выше середины на 10—12 мм. Затем проверяют симметричность на виде спереди — не перекошены ли крыло и оперение, а также центровку модели — положение центра тяжести (ЦТ) относительно крыла.

Различают переднюю, заднюю и нормальную центровку.

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

При задней центровке ЦТ находится ближе к задней кромке крыла — носовая часть слишком легкая. Модель будет кабрировать — лететь волнообразно. Этот недостаток устраняют, добавляя груз в носовую часть фюзеляжа.

При нормальной центровке ЦТ модели расположен на расстоянии $\frac{1}{3}$ ширины крыла ближе к передней кромке.

Убедившись, что у модели нет дефектов, приступают к запуску. Для этого ее берут двумя пальцами за фюзеляж под крылом, несколько опускают носовую часть и, легко толкнув, запускают модель в полет. Если она опускает нос и летит быстро, резко снижаясь, немного отклоняют заднюю кромку стабилизатора вверх. Если же модель задирает нос или летит волнообразно (то поднимаясь, то опускаясь), заднюю кромку слегка опускают.

Прямолинейность полета регулируют рулем направления. Если отогнуть руль направления немного вправо, запущенная модель повернет вправо; для левого поворота модели руль направления отгибают влево.

Объяснив основные способы регулировки, кружковцам дают проверить их на моделях.

После регулировки проводят соревнования на точность посадки. Для этого на полу рисуют мелом прямоугольник или расстилают лист газеты. На расстоянии 7—10 м строят кружковцев. Каждый участник должен постараться посадить модель в начерченный прямоугольник. Если первый тур прошел успешно, увеличивают расстояние. Результаты соревнований заносят в журнал, самых метких «мастеров посадки» отмечают призами.

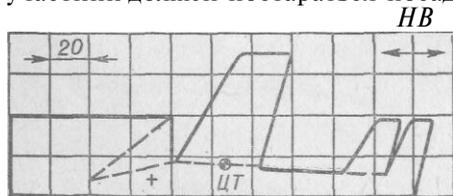


Рис. 5. Модель со стреловидным крылом, крылом (рис. 5) напоминает

учебную. У нее лишь несколько изменены форма и расположение основных частей. На сложенном вдвое листе бумаги вычерчивают сетку, рисуют контур, вырезают и складывают. Правильно сделанная модель со стреловидным крылом летит на расстояние 15—18 м. Для ее запуска нужна немного большая сила, чем для запуска учебной.

Модель планера «Полет». Эта модель имеет современную форму (рис. 6). Для ее изготовления необходимы бумага, деревянные рейки и клей ПВА. Основные части модели «Полет»:

Фюзеляж 1 — основная часть модели. На планерах в фюзеляже размещаются летчик, пассажиры, грузы.

Груз 2 необходим для центровки модели. Величину груза подбирают так, чтобы обеспечить нужную центровку модели (для данного случая — $\frac{1}{3}$ ширины крыла от передней кромки).

Крыло 3 — часть, которая создает подъемную силу, поддерживая модель в полете.

Стабилизатор 4 — небольшая горизонтальная плоскость в хвостовой части, способствует устойчивому полету. Задняя кромка стабилизатора служит *рулем высоты 5*.

Киль 6 — вертикальная плоскость в хвостовой части фюзеляжа. *Рулем направления 7* служит задняя кромка шириной 3—5 мм.

Фюзеляжем модели служит сосновая рейка длиной 240 мм и сечением 4 X 4 мм. Носовая часть усилена второй рейкой такого же сечения длиной 120 мм, приклеенной сверху. Крыло, стабилизатор и киль вырезают из плотной бумаги. Их передние кромки усилены накладками (на рисунке заштриховано) шириной 10 мм — на крыле и 5 мм — на оперении. Крыло приклеивают к фюзеляжу сверху на расстоянии 70 мм от переднего конца, стабилизатор — в хвостовой части, снизу, киль — сбоку, над стабилизатором. После того как клей просохнет, концевые части крыла длиной 40 мм отгибают вверх, создавая угол V (см. вид спереди на рисунке).

Центр тяжести данной модели должен находиться на оси крыла на расстоянии примерно 30 мм от его передней кромки. Для этого в носовой части фюзеляжа закрепляют немного пластилина.

Запускают модель планера с рук. Регулировку на планирование осуществляют отклонением руля высоты. В закрытом помещении модель пролетает 20—25 м. Не всегда удается достичь прямого, устойчивого полета с первого запуска. Модель круто разворачивается, резко опускается, переворачивается в воздухе. Причиной может быть неточность изготовления или неправильный запуск. С описанной выше моделью можно участвовать в соревнованиях на дальность полета и точность посадки.

После нескольких пробных запусков необходимо рассказать кружковцам об устойчивости модели. Устойчивость — это способность тела самостоятельно возвращаться в положение равновесия, нарушенное какой-либо внешней силой, после прекращения ее действия. Для летательных аппаратов и их моделей наиболее важна продольная устойчивость. Основным фактором, влияющим на про-

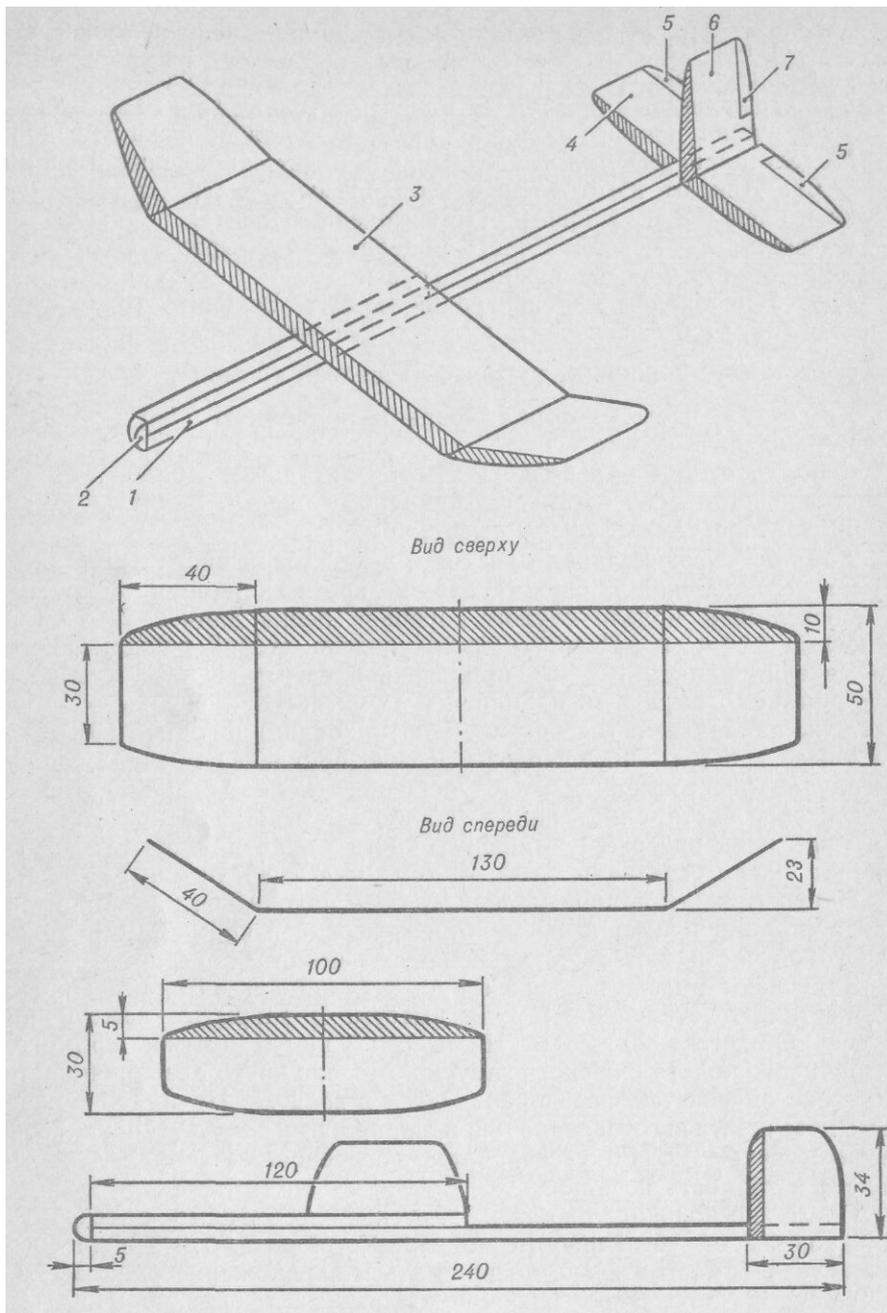


Рис. 6. Модель планера «Полет»:

1 — фюзеляж; 2 — груз; 3 — крыло; 4 — стабилизатор; 5 — рули высоты; 6 — киль; 7 — руль направления.

дольную устойчивость, является расположение центра тяжести. Для ее обеспечения служат стабилизатор и его регулируемая часть — руль высоты.

Способность модели быть устойчивой в поперечной (боковой) плоскости называется поперечной устойчивостью.

На бумажных и схематических моделях обычно не делают подвижных элеронов. Поперечная устойчивость таких моделей достигается углом поперечного V крыла.

Путевая устойчивость — способность модели лететь прямо, не сворачивая вправо или влево. Обеспечивает путевую устойчивость модели киль и его подвижная часть — руль направления (поворота).

ТЕМА 4. ПАРАШЮТ

Цель. Ознакомить кружковцев с назначением, принципом действия и устройством парашютов. Изготовить парашют с плоским куполом.

Методические рекомендации. Эта тема рассчитана на 3 занятия. На первом занятии руководитель знакомит учащихся с краткой историей изобретения парашюта, назначением, принципом его действия и устройством. На практической части занятия кружковцы изготавливают парашют с плоским куполом.

На следующих занятиях руководитель, сопровождая свой рассказ демонстрацией моделей парашютов, объясняет зависимость скорости снижения от площади поверхности и формы купола. Так, парашют с выпуклым куполом снижается плавнее и медленнее, чем с плоским. На практической части занятий учащиеся изготавливают парашют с самопуском.

Парашют (слово образовано от греческого *para* — против и французского *chute* — падение) — это устройство, замедляющее падение тел в воздухе. Необходимость в парашютах возникла с появлением самолетов. Полеты на первых самолетах становились опасными для летчиков, если возникала какая-либо неисправность. Наш соотечественник Глеб Евгеньевич Котельников создал надежный, простой и безопасный в действии ранцевый (носимый в ранце) парашют.

Современный парашют представляет собой купол из тонкой прочной ткани (шелка, дакрона, капрона), к которому на стропах крепят снаряжение из лямок и ремней, образующих подвесную систему для человека или груза. Парашюты бывают спортивные, грузовые и для спуска летчика. Конструктивно они схожи, но различаются по площади купола. Так, площадь купола парашюта для спуска человека 50–70 м². Укладывают парашют в ранец, укрепляемый на спине или на груди; иногда ранец служит подушкой для сиденья (парашют летчика).

Выпрыгнув с самолета, парашютист выдергивает вытяжное кольцо, ранец раскрывается, и из него вылетает вытяжной парашют (площадью 1 м²), мгновенно открывающийся под действием пружин.

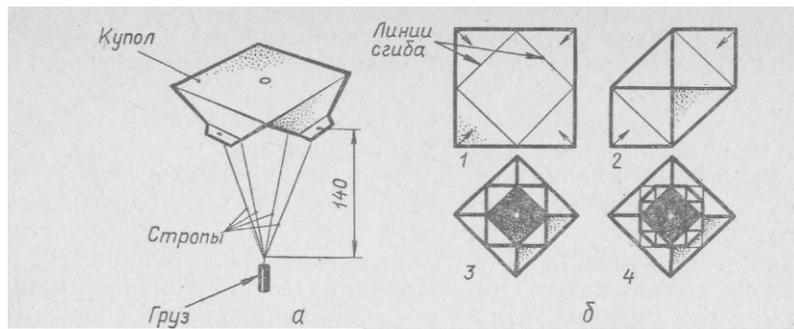


Рис. 7. Общий вид простейшего парашюта (а) и порядок изготовления его купола (б).

Этот парашют стягивает чехол с купола основного парашюта. Под действием встречного потока воздуха купол раскрывается, принимая вид большого зонта. На это уходит около 2 с. Скорость снижения человека с раскрытым парашютом 5–7 м/с, что вполне безопасно. После прыжка парашют просушивают и вновь укладывают.

Много славных страниц вписали в историю Великой Отечественной войны парашютисты-десантники. На парашютах сбрасывали грузы в тыл врага партизанам.

Более половины рекордов мира по парашютному спорту принадлежит советским спортсменам. Наибольшее количество прыжков с парашютом совершили спортсмены СССР. Так, на счету В. Зако-рецкой 8400, А. Швачко 7000 прыжков; среди мужчин по 12 тыс. прыжков имеют заслуженные мастера спорта А. Осипов и Ю. Баранов.

Большое внимание уделяется парашютной подготовке летчиков-космонавтов СССР.

Простейший парашют. Для изготовления простейшего парашюта складывают лист школьной тетради, как показано на рисунке 7. По углам приклеивают стропы, грузом может служить карандаш. В середине купола для устойчивого спуска делают небольшое отверстие. С такими моделями можно провести соревнования на точность посадки или на продолжительность спуска в школьном спортзале.

Парашют с самопуском. Модель состоит из купола, строп, груза и самопуска (рис. 8). Купол вырезают из листа длинно-локнистой или папиросной бумаги размером 500 X 500 мм. Лист складывают четыре раза вдвое. Вершину полученного треугольника обрезают на 5 мм, чтобы образовалось полусное отверстие диаметром 10–12 мм. Основание треугольника обрезают по дуге или по прямой. Развернутый купол получится круглым или многоугольным.

Длина строп из ниток № 10 должна быть в 1,5 раза больше диаметра купола. В доску на расстоянии 700–750 мм вбивают

два гвоздя и натягивают вокруг них четыре витка ниток для восьми строп. Стропы приклеивают по линиям сгиба купола казеиновым клеем или клеем ПВА так, чтобы их концы выходили за полусное отверстие на 25–30 мм. Вверху (у полусного отверстия) к свободным концам четырех строп привязывают кольцо из мягкой проволоки, а оставшиеся — обрезают. Нижние концы (их длина около 450 мм) строп связывают узлом и крепят к крючку самопуска, выгнутому из обычной канцелярской булавки. К нему же прикрепляют тонкую свинцовую пластинку, обжимая ее плоскогубцами. К кольцу крючка самопуска привязывают резинку (амортизатор) длиной 160–200 мм.

Для запуска складывают купол и стропы, одной рукой держатся за стропы в нижней части купола, а другой зацепляют крючок самопуска за верхнее кольцо (у полусного отверстия) и осторожно перехватывают конец резинки так, чтобы крючок не отцепился. Натягивая резинку, отпускают сначала стропы, затем резинку, слегка толкая модель вверх. Модель со сложным куполом, не встречая большого сопротивления воздуха, достигает высоты 8–10 м. В верхней точке полета крючок отцепляется, купол парашюта раскрывается, и модель плавно опускается. Красив полет парашютов с раскрашенными куполами.

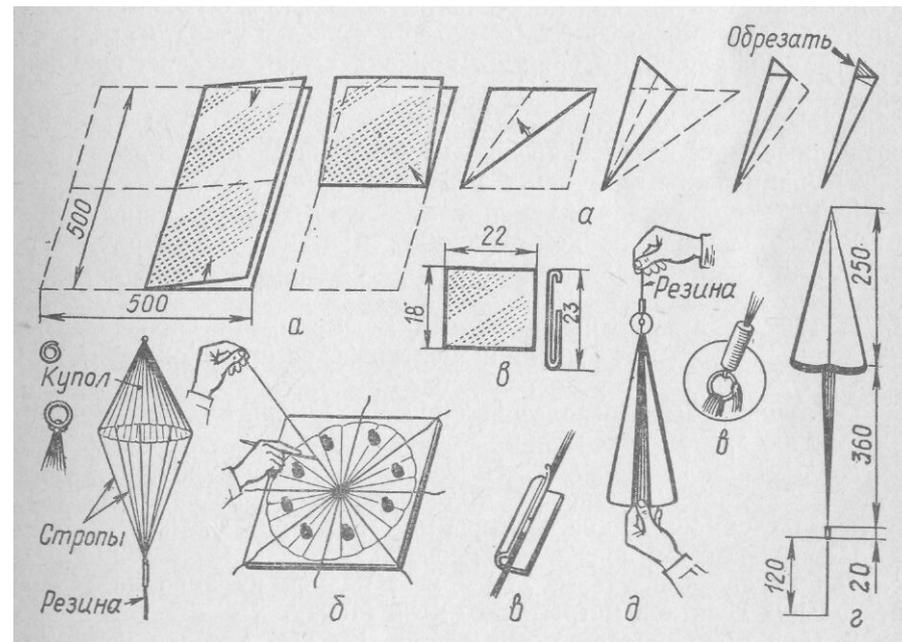


Рис. 8. Парашют с самопуском: а — процесс изготовления купола; б — приклеивание строп; в — закрепление груза и крючка; г — сложенный парашют; д — способ запуска.

С моделями парашютов с самопуском проводят соревнования на время полета в 3—5 турах: каждая секунда полета — одно очко; в туре две попытки (попыткой считается полет менее 2 с или с нераскрытым куполом парашюта). В пионерском лагере можно провести соревнования между отрядами на точность посадки моделей или на время полета.

ТЕМА 5. ВОЗДУШНЫЙ ЗМЕЙ

Цель. Познакомить кружковцев с одним из древнейших летательных аппаратов — воздушным змеем, историей его развития и применения. Изготовить змеи различных конструкций.

Методические рекомендации. Эта тема рассчитана на 6 занятий. Первое следует начать с краткого опроса учащихся, выясняя, что они знают о воздушных змеях. После этого желательна популярно изложить историю создания и применения воздушных змеев, доступно рассказать о подъемной силе воздушного змея. Завершить первое занятие рекомендуется постройкой плоского змея.

На последующих занятиях можно предложить кружковцам изготовить змей-ротор, коробчатый змей и змей-биплан с «почтальоном».

Кратко теоретическую часть занятия можно изложить так. Воздушный змей — древний летательный аппарат. В Японии и Китае змеи различной формы строили более 4 тыс. лет назад. Самой распространенной была фигура змея-дракона. Отсюда и берет название «воздушный змей».

На Руси в 906 г. князь Олег при осаде Царьграда применял воздушные змеи для устрашения неприятеля. Возможно, это было первое применение воздушных змеев в военном деле.

В 1749 г. воздушный змей стал служить науке: англичанин А. Вильсон поднял на нем термометр и измерил температуру на высоте кучевых облаков, быстро спустив градусник на землю с помощью «почтальона».

В 1752 г. американский ученый Б. Франклин произвел свой знаменитый опыт, объяснивший электрическое происхождение молнии, используя при этом воздушный змей.

Воздушные змеи использовал М. В. Ломоносов для изучения электрической природы молнии.

Изобретатель радио А. С. Попов поднимал воздушными змеями антенны радиоприемников. В метеорологии на воздушных змеях поднимали самопишущие приборы на высоту до 3—4 км.

Первый полет человека на змее был осуществлен в 1825 г. Это сделал английский ученый Д. Покок, подняв на змее на высоту нескольких десятков метров свою дочь Марту.

В 1902 г. на крейсере «Лейтенант Ильин» провели успешные опыты по подъему наблюдателя на высоту до 300 м с помощью поезда из воздушных змеев. При этом были использованы коробчатые змеи конструкции, разработанной австралийцем Л. Харгравом

в 1892 г. Годом позже английский авиатор С. Коди переплыл пролив Ла-Манш на лодке, которую буксировал воздушный змей.

Воздушный змей сыграл большую роль и в создании первых образцов самолетов, в частности биплана. Так, Александр Федорович Можайский в 1873 г. поднимался на воздушном змее, буксируемом тройкой лошадей. А француз К. Адер перед постройкой своей машины «Эола» провел испытания воздушного змея, который имел форму крыльев летучей мыши, сохранившуюся и у его самолета. Форма бипланного крыла планера была заимствована американцем О. Чэнютом, а затем братьями Райт у коробчатого змея Харграва.

В 1931 г. на Всесоюзных соревнованиях авиамodelистов в Москве поезд из воздушных змеев, построенных киевскими авиамodelистами, поднял на высоту 10—15 м некоторых участников соревнований.

Во время Великой Отечественной войны со змеев сбрасывали листовки над позициями гитлеровцев.

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

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

Воздушный змей — это простейший летательный аппарат тяжелее воздуха. Он может подняться только в ветреную погоду. При движении потока воздуха под определенным углом к поверхности змея (углом атаки) создается подъемная сила, которая зависит от его величины, скорости ветра и площади несущей поверхности.

Цель практических занятий — изготовление моделей воздушных змеев. На первом занятии следует предложить кружковцам сделать плоский прямоугольный змей. Для этого требуются рейки, кордовые нитки, бумага, клей, рубанок и ножи.

Плоский змей (рис. 9). Размер змея 600 X 400 мм; каркас его состоит из трех реек сечением 8 X 4 мм: две рейки располагают диагонально, скрепляют нитками и клеем и присоединяют к ним верхнюю. По контуру змея натягивают прочную нитку, соединяющую все углы, и приклеивают казеиновым клеем обтяжку из прочной бумаги (кальки). Змей готов.

При изготовлении уздечки нужно соблюдать правило: длина двойной (верхней) части уздечки должна быть такой, чтобы она укладывалась по диагоналям, а вершина ее, где делают узел,

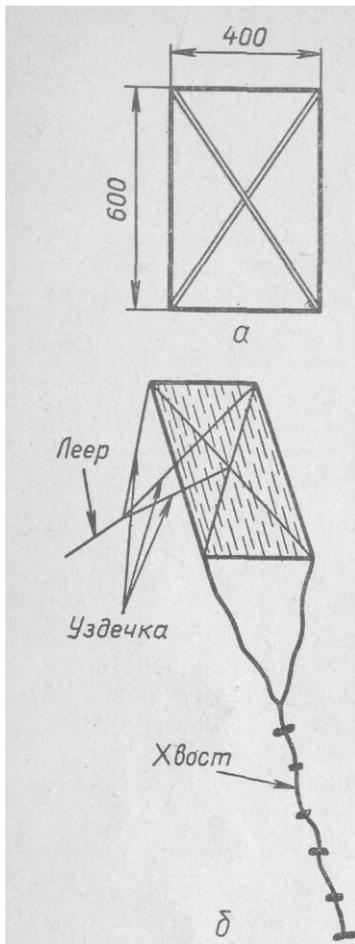


Рис. 9. Плоский змей:
а — вид спереди;
б — змей в полете.

оказалась в центре змея; нижняя нить уздечки должна быть равна или немного больше половины длины змея. Длинной нижней нити можно регулировать угол атаки. К нижним концам каркаса привязывают хвост из ниток с кусочками бумаги; длина его 2,5—3 м. Такой змей летает очень устойчиво и может набирать высоту 300—350 м. Запускают его на прочной нитке.

Плоские змеи делают в виде звезды, ромба, бабочки и т. п. Их можно раскрасить в яркие цвета.

Змей-ротор (рис. 10). Подъемная сила этого змея создается вращающимися винтами — несущими роторами.

Рамку змея связывают из реек сечением 4 X 4 мм. К свободным концам ее прикрепляют отрезки проволоки диаметром 1,5—2 мм. Они будут осями вращения роторов. Причем два несущих ротора вращаются в горизонтальной плоскости, а хвостовой — в вертикальной. Рамку роторов связывают крест-накрест из двух реек, в середине сверлят отверстие под ось вращения. Лопасти роторов вырезают из чертежной бумаги, придают им небольшую вогнутость и наклеивают на рамку роторов.

При запуске змея-ротора надо дожидаться, когда ветер раскрутит роторы. Устойчивость на взлете обеспечивается подбором длины задней уздечки (хвост для этого змея не требуется).

Коробчатый змей (рис. 11). Для его изготовления необходимы 3 основные рейки сечением 4 X 4 мм, длиной 860 мм и 12 коротких реек сечением 3 X 3 мм, длиной 300 мм.

Короткие рейки заостряют и вставляют на клею в основные под углом 60°. Оклеивают змей папиросной бумагой. Масса его 65—80 г.

Уздечка состоит из верхней и нижней нитей, причем нижняя в 1,3 раза длиннее верхней. Запускают змей на прочной нитке.

Более сложный коробчатый змей рекомендуется изготавливать звеньями по 5—7 чел.

Змей-биплан (рис. 12). Конструкцию такого змея впервые предложил в конце XIX в. австралийский ученый Л. Харграв. Основу ее составляют четыре рейки-лонжерона длиной по 800 мм и сечением 7 X 7 мм и две пары крестовин. Для них надо заготовить четыре рейки-распорки длиной по 435 мм и сечением 7 X 7 мм. Лонже-

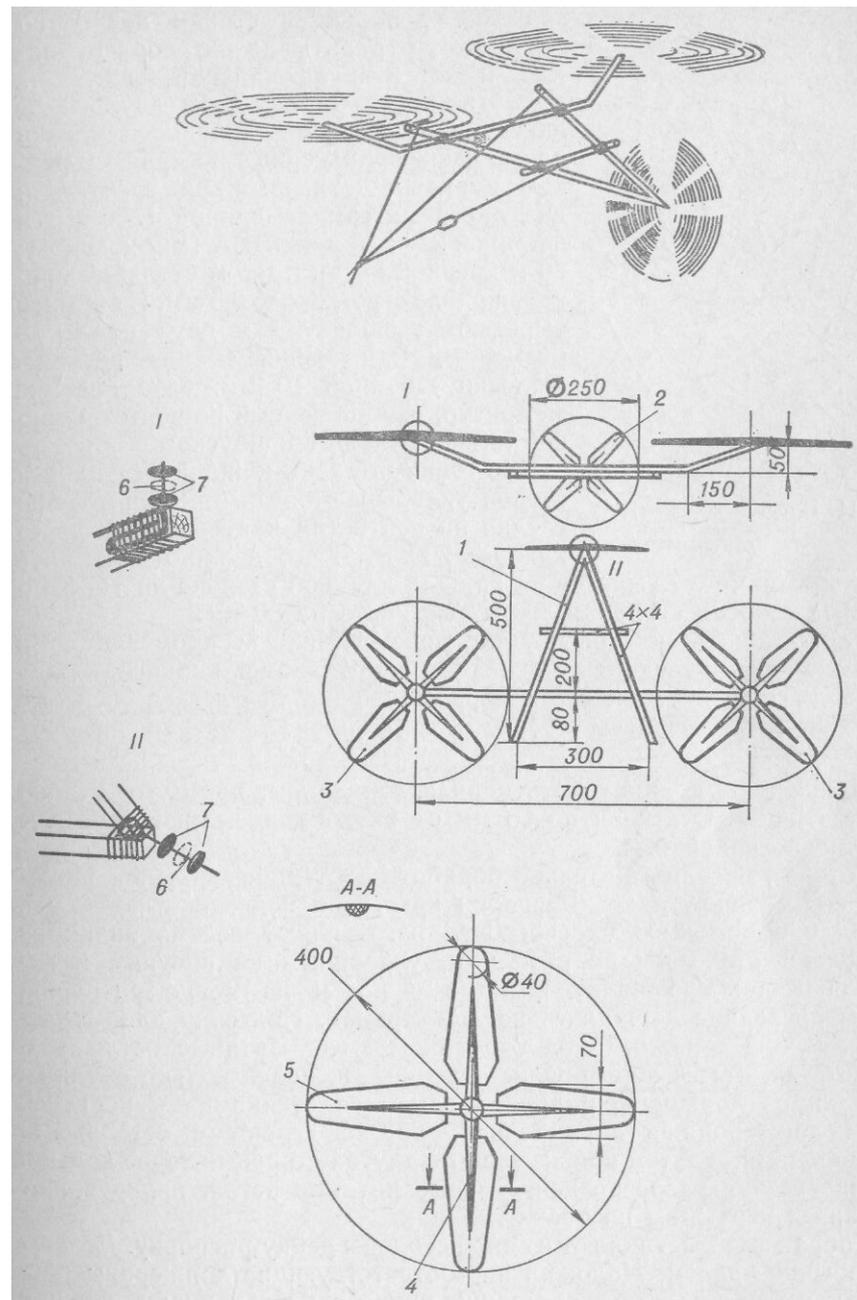


Рис. 10. Змей-ротор:

— рамка змея; 2 — хвостовой ротор; 3 — несущий ротор; 4 — рамка ротора; 5 — лопасть — ось ротора; 7 — шайбы.

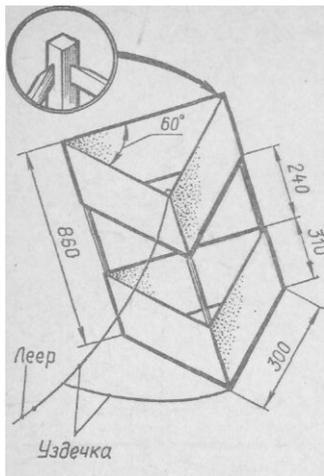


Рис. 11. Простой коробчатый змей.

роны и распорки крестовин аккуратно скругляют, обрабатывая их ребра рубанком, а затем шлифовальной шкуркой.

Обтяжку змея делают из двух полос лавсановой либо полиэтиленовой пленки или кальки, приклеенных по краям к рейкам каркаса. Для обтяжки требуются: два листа материала длиной 1300 мм и шириной 240 мм; клей ПВА (БФ-2, БФ-4); 20 м крепкой нитки и 0,5 м стальной проволоки диаметром около 0,5 мм. Из бумаги вырезают выкройку для двух полос по размерам, приведенным на рисунке. Полоски шириной 10 мм, выступающие за контур, изображенный на чертеже тонкой линией, служат припуском.

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

Уложив нить на полоску по тонкой линии и промазав ее и припуск клеем, соединяют все детали обтяжки и каркаса между собой. В середине каждого кольца клеивают две легкие сосновые рейки-нервюры сечением 5X2 мм, служащие для устранения продольных складок.

Лонжероны должны быть одинаковой длины, прямые и гладко выструганные. Отступив по 10 мм от их концов, делают круговые неглубокие канавки.

Готовые детали тщательно обрабатывают шлифовальной шкуркой, концы закругляют. Распорки крестовин подгоняют по длине. Вначале с помощью плоскогубцев изготавливают восемь вилок из проволоки 0,5 мм по размерам, указанным на рисунке, и закрепляют каждую вилку нитками с клеем на конце распорки, чтобы последние держались на лонжеронах. Подгонку длины распорок лучше выполнять на собранном змее. Нитяные петли разрезают так, чтобы образовались «усики», и, надев кольцо обтяжки на один из лонжеронов, привязывают его «усиками» к передней части лонжерона в двух точках. То же делают с остальными лонжеронами, а затем привязывают с другой стороны второе кольцо. Одновременно, разрезав центральные нитяные петли, прикрепляют «усики» к нервюрам на обоих кольцах.

Собрав змей, вставляют с одной стороны рейку-распорку. Делают это обычно вдвоем. Наложив на соответствующие лонжероны распорные рейки с вилами, осторожно натягивают обтяжку и, опуская другие концы распорок и примеряя их по длине, постепенно срезают оставленный запас. Окончательно длину реек-распорок подгоняют

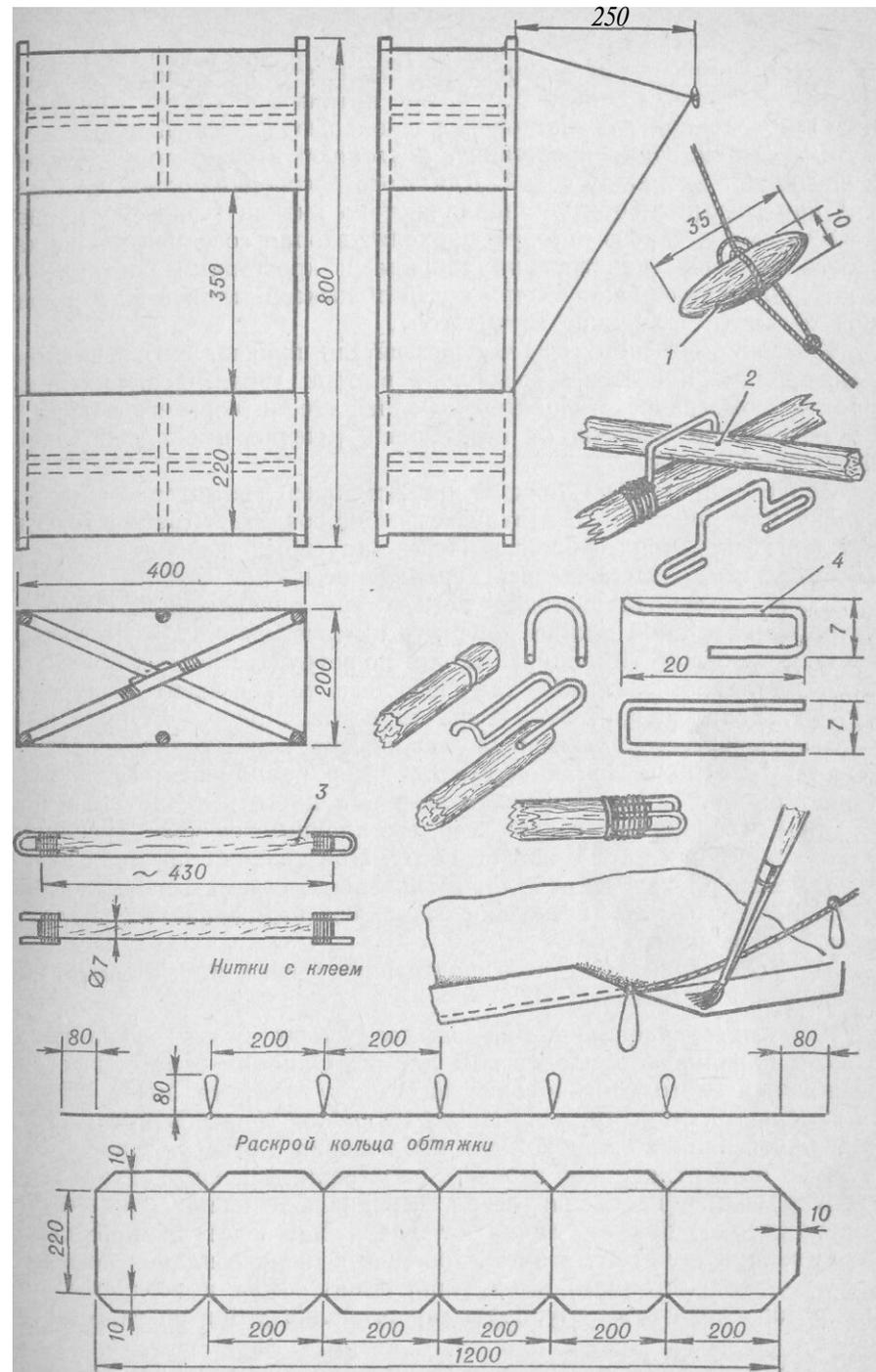


Рис. 12. Змей-биплан: / — костыль; 2 — крестовина; 3 — распорная рейка; 4 — концевая вилка

так, чтобы змей не имел перекосов. После этого на противоположных концах реек закрепляют вилки нитками с клеем. Концевые вилки на каждой из распорок располагают в одной плоскости. Затем, вставив одну крестовину, подгоняют вторую пару деталей и соединяют их между собой. Для этого посередине одной из каждой пар реек-распорок устанавливают на нитках (с клеем) проволочную скобу, сквозь которую проходит вторая соседняя распорка. После того как конструкция собрана и крестовины поставлены, лонжероны заклеивают внутри колец полосками длиной 90 и шириной 26 мм (всего нужно 16 полосок).

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

Запускают змей на тонком прочном леере, намотанном на рогульку или лебедку. Для запуска выбирают открытое место, где нет деревьев, антенн, проводов. Перед запуском руководитель кружка объясняет, как определить направление и силу ветра.

Змеи различных размеров летают при определенной скорости ветра. Легкий змей можно запустить с места, более тяжелые запускают с пробегом. Помощник отходит по ветру со змеем на 50—60 м, поднимает его и по сигналу запускающего, толкая вверх, выпускает из рук. Запускающий бежит против ветра с леером в руке или, оставаясь на месте, подтягивает леер на себя, пока змей не достигнет высоты 70—100 м. На этой высоте ветер равномерен. Если змей теряет высоту, надо натягивать леер или двигаться против ветра. Если змей сильно натягивает леер, его плавно отпускают (увеличивают длину) или идут с ним по ветру. При сильных порывах ветра змей может раскачиваться, ложиться набок, стремиться «клюнуть» вниз. В этих случаях несколько ослабляют натяжение леера, дают змею «успокоиться».

Для снижения змея леер подтягивают вниз и сматывают на лебедку или рогульку.

Игры и соревнования. Запуски воздушных змеев — украшение любого праздника в пионерском лагере. Одно из простейших соревнований — это соревнование на высоту подъема змеев. Высоту измеряют угломером, состоящим из шкалы транспортира на 90°, подвижной планки с трубкой для наблюдения и отвеса. Закрепляют угломер на вертикальной стойке с заостренным концом. Установив угломер вблизи крепления леера, передвигают планку так, чтобы воображаемая прямая линия от глаза наблюдателя проходила через визирную трубку к змею. Деление в окошке планки покажет угол подъема (стояния) змея. Зная длину леера и угол стояния, можно определить высоту подъема, вычислив катет по гипотенузе и углу.

Интересны запуски воздушных змеев с «почтальоном». Простой воздушный «почтальон» (парусная тележка) показан на рисун-

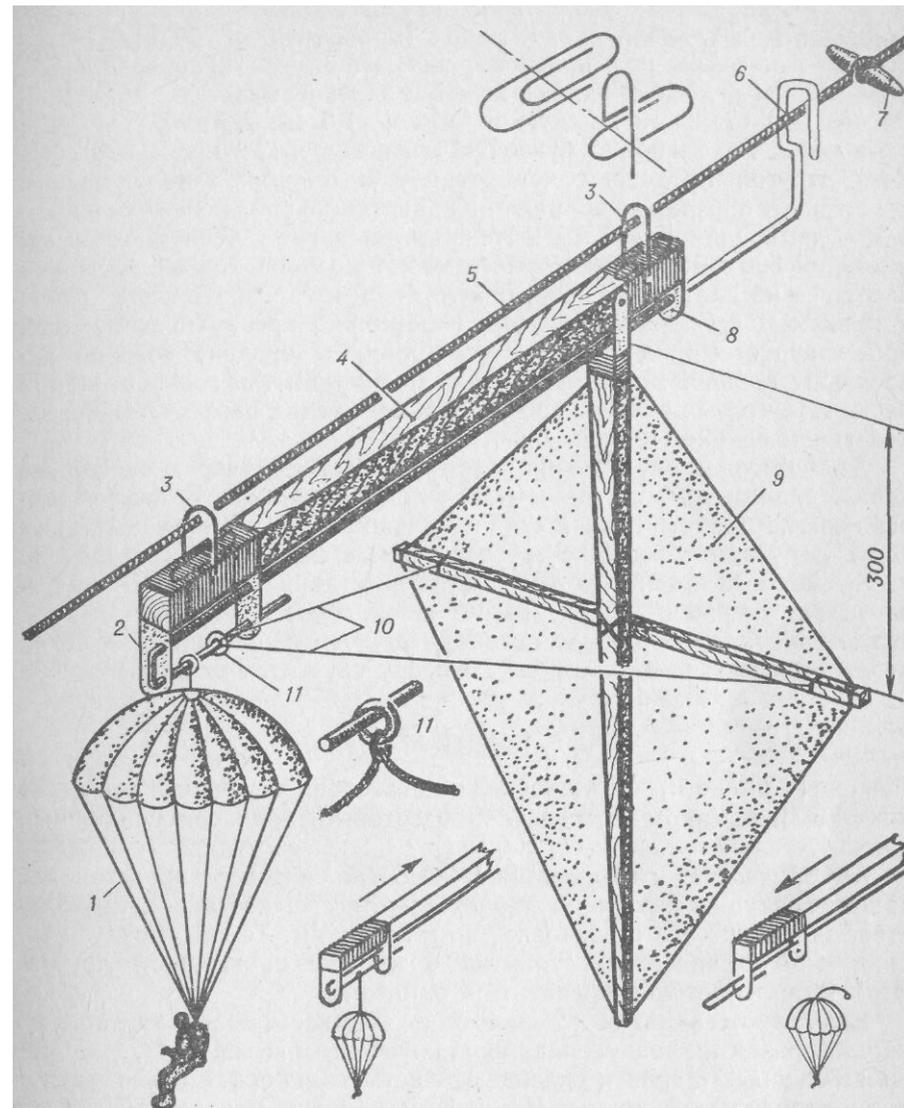


Рис. 13. Воздушный «почтальон»:

1 — сбрасываемый груз («почта»); 2 — замок; 3 — скользящие петли; 4 — основание; 5 — леер; 6 — ударник; 7 — ограничитель; 8 — скоба; 9 — парус; 10 — растяжка паруса; 11 — кольцо.

ке 13. С его помощью можно сбрасывать со змея вымпелы, листовки и «десант» из бумажных парашютиков.

Воздушный «почтальон» состоит из основания, паруса, замка и ударника. Основание — сосновая рейка сечением 10X6 мм и длиной 180 мм. К ее концам нитками с клеем привязывают скользя-

щие петли из канцелярских скрепок (проволока ОВС 0 1,2 мм) с отогнутыми вверх под прямым углом внешними полукольцами и кронштейны (скоба и замок) из алюминиевой пластины толщиной 1,5 мм. Из стальной проволоки ОВС 0 1,5 мм делают стержень; один конец его изгибают буквой «Г» и вставляют в кронштейн (замок), другой продевают через скобу и выгибают полукольцом.

Каркас паруса выполняют из вертикальной рейки сечением 8 X 6 мм и длиной 700 мм и горизонтальной — сечением 6 X 6 мм и длиной 500 мм. Концы реек стягивают прочной ниткой. Обтяжка паруса — из плотной бумаги, приклеенной к горизонтальной рейке и к ниткам по периметру. Парус шарнирно крепят к основанию.

Из суровых ниток делают растяжку, в середине которой закрепляют кольцо. Концы растяжки привязывают к горизонтальной рейке так, чтобы после установки кольца в замок парус установился под углом 65—70° к основанию.

Для запуска «почтальона» пропускают леер через свободные концы скользящих петель и полукольцо ударника. В замок подвешивают груз («почту») и ставят кольцо растяжки. Под действием ветра парусная тележка с грузом в замке начнет подниматься по лееру вверх к змею. Как только ударник дойдет до ограничителя на леере, стержень передвинется назад, замок откроется и груз упадет вниз. Растяжка же освободится, парус под напором ветра отбросится назад, «почтальон» по лееру спустится вниз.

ТЕМА 6. ВОЗДУШНЫЙ ШАР

Цель. Ознакомить кружковцев с летательными аппаратами легче воздуха, принципом их полета и изготовить тепловой воздушный шар.

Методические рекомендации. Особый интерес представляет запуск воздушных шаров в пионерском лагере, доставляя удовольствие не только его строителям, но и зрителям. Темой «Воздушный шар» можно завершить занятия в кружке пионерского лагеря. Этой теме достаточно посвятить 4 занятия.

На первом занятии руководитель рассказывает учащимся об истории развития воздухоплавания, кружковцы вычерчивают шаблоны воздушных шаров и склеивают листы папиросной бумаги в полосы необходимой длины. На втором занятии педагог объясняет устройство и основы полета воздушного шара. Затем предлагает кружковцам определить подъемную силу изготовляемого воздушного шара. Решив эту задачу, они вырезают и склеивают сегменты оболочек шаров.

На последующих занятиях руководитель рассказывает о привязных и управляемых аэростатах и применении летательных аппаратов легче воздуха. Практическая часть — подготовка шаров к запуску, пробное наполнение их теплым воздухом.

Если нет возможности запустить шары вблизи помещения, где занимается кружок, то их запуски можно совместить с запуском

других моделей. В пионерском лагере шары запускают во время спортивных праздников или соревнований.

На теоретической части занятий целесообразно сообщить следующие сведения.

Попытки построить воздушные шары и подняться на них в воздух относятся к XVIII в. В рукописи А. И. Сулакадзева «О воздушном летании в России с 906 лета по Р. Х.» так описывается событие, происшедшее в 1731 г. в Рязани. Подьячий при воеводе нерехтец Крякутной «... фурвин¹ сделал, как мяч большой, надул дымом поганым и вонючим, от него сделал петлю, сел в нее, и нечистая сила подняла его выше березы, а после ударила о колокольню, но он уцепился за веревку, чем звонят, и остался тако жив...»². Однако в рукописи Сулакадзева, относящейся к 1819 г., в подтверждение приводимых фактов дается ссылка на записки Богалепова и воеводы Воейкова. Но найти их до сих пор не удалось. Следовательно, достоверность описываемых в ней фактов вызывает сомнение.

В конце XVIII столетия над проблемой воздухоплавания успешно работают во Франции братья Жозеф и Этьен Монгольфье. 5 июня 1783 г. в Видалон-лез-Анноне они испытали свой первый летательный аппарат. Это был бумажный шар, наполненный нагретым воздухом; пассажиров на нем не было. После этого братья Монгольфье построили и запустили несколько больших воздушных шаров. Такие шары стали называть монгольфьерами.

21 ноября 1783 г. Пилатр де Розье и д'Арланд поднялись в корзине, прикрепленной к наполненному горячим воздухом шару. Их полет длился 25 мин. В том же году французский физик Ж. Шарль и братья Робер предложили наполнять шар легким газом — водородом.

В России 24 ноября 1783 г. на Неве, у Эрмитажа, был запущен небольшой воздушный шар диаметром 1 1/2 фута. А первый полет человека на воздушном шаре в России состоялся 20 июня 1803 г. Его совершил французский воздухоплаватель Гарнерен с женой «в присутствии императорской фамилии и великого стечения зрителей». В Петербурге 18 июля того же года вместе с Гарнереном на воздушном шаре поднялся русский генерал С. Л. Львов. Видимо, уже тогда были намерения использовать воздушные шары для нужд армии.

Русские ученые первые в мире стали совершать полеты на воздушных шарах с научной целью. Так, в 1840 г. академик Я. Д. Захаров и физик Э. Робертсон использовали воздушный шар для изучения верхних слоев атмосферы. 19 августа 1887 г. русский ученый Д. И. Менделеев совершил полет на воздушном шаре для изучения солнечного затмения.

Основной недостаток воздушных шаров (аэростатов) — неуп-

¹ Фурвин — большой мешок.

² Дузь П. Д. История воздухоплавания и авиации в России. М., 1981, с. 12.

правляемость: направление их полета определяется направлением ветра. Стремление избавиться от этого недостатка привело к созданию управляемых аэростатов — дирижаблей.

В основе полета летательных аппаратов легче воздуха лежит закон, открытый Архимедом: сила, выталкивающая целиком погруженное в жидкость (или газ) тело, равна весу жидкости (или газа) в объеме этого тела. Эта сила направлена вертикально вверх и приложена в центре объема погруженной части тела.

Отсюда вытекает необходимое условие полета аппаратов такого типа: газ внутри оболочки должен быть значительно легче окружающего воздуха. Оболочки аэростатов, дирижаблей наполняют легкими газами (например, водородом, гелием). Наибольшей подъемной силой обладает водород — он в 14 раз легче воздуха, но этот газ имеет существенный недостаток — он очень горюч. Гелий в 7 раз легче воздуха, обладает достаточной подъемной силой, но очень дорог. Для наполнения оболочек часто используют смесь гелия с водородом.

Воздушный шар, наполненный нагретым воздухом, называется тепловым. На таких шарах, снабженных горелкой для подогрева воздуха, можно совершать длительные полеты.

Полет бумажных тепловых шаров не регулируется. Снижаются они по мере охлаждения теплого воздуха внутри оболочки. Для увеличения продолжительности полета шара перед пуском завязывают его горловину.

После того как кружковцы усвоят основы полета аэростата, руководитель предлагает им решить задачу по определению подъемной силы теплового воздушного шара, который они будут делать. Для определения подъемной (всплывной) силы надо знать объем шара, массу его оболочки, температуру воздуха, наполняющего оболочку (теплого), и окружающего воздуха.

Из практики температуру нагретого воздуха принимают равной 60—70 °С. Объем шара определяют по формуле $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, где R — радиус шара.

Аккуратно сложенную оболочку шара можно взвесить. Если такой возможности нет, ее массу вычисляют следующим образом. Находят площадь поверхности шара по формуле: $S = 4\pi R^2$. Массу 1 м² оболочки, изготовленной из папиросной бумаги, принимают равной 50 г. Умножив это число на площадь поверхности шара, выраженную в квадратных метрах, получают массу искомой оболочки.

Подъемную (всплывную) силу воздушного шара определяют из выражения:

$$Y = F_A - G_{ш},$$

где F_A — архимедова сила;
 $G_{ш}$ — сила тяжести шара.

$$F_A = \rho_1 g V;$$

$$G_{ш} = G_{в.г.} + G_{об},$$

где $G_{в.г.} = \rho_2 g V$ — сила тяжести нагретого воздуха;

$G_{об} = mg$ — сила тяжести оболочки.

Подставив значения F_A и $G_{ш}$ в формулу $Y = F_A - G_{ш}$, получим:

$$Y = \rho_1 g V - \rho_2 g V - mg,$$

где ρ_1 — плотность окружающего воздуха, кг/м³;

g — ускорение свободного падения, м/с²;

ρ_2 — плотность нагретого воздуха, кг/м³;

V — объем шара, м³;

m — масса оболочки, кг.

Пример. Определить подъемную силу шара диаметром 2 м, запускаемого при температуре окружающего воздуха 15 °С, если воздух в шаре нагрет до 60 °С.

Решение. Из курса физики VI класса известно: чем выше температура, тем ниже плотность. Так, плотность воздуха при 15 °С равна 1,3 кг/м³, а при 60 °С 1,04 кг/м³.

Вычислим объем шара:

$$V = \frac{4\pi R^3}{3} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1^3}{3} \text{ м}^3 = 4,19 \text{ м}^3$$

$S = 4\pi R^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot 1^2 \text{ м}^2 = 12,56 \text{ м}^2$, а масса оболочки будет равна 12,56 · 0,05 кг = 0,63 кг. К ней необходимо прибавить массу горловины 0,1 кг и принять равной 0,73 кг. Вычисляем подъемную силу:

$$Y = \rho_1 g V - \rho_2 g V - mg =$$

$$= (1,3 \cdot 9,8 \cdot 4,19 - 1,04 \cdot 9,8 \cdot 4,19 - 0,73 \cdot 9,8) \text{ Н} =$$

$$= (53,4 - 42,7 - 7,1) \text{ Н} = 3,6 \text{ Н}.$$

Аэростат — летательный аппарат легче воздуха, взмывающий вверх благодаря подъемной силе газа, заключенного в оболочку. Различают свободные и привязные аэростаты.

Свободные аэростаты имеют шаровидную форму и состоят из легкой оболочки, на которую надевают сеть. Стропы, идущие от сети, присоединяют к кольцу, к которому подвешивают корзину для воздухоплателей или груза. К корзине обязательно подвешивают мешки с балластом (песком), выбрасываемые для поддержания или увеличения высоты полета. Оболочку делают из тонкой прорезиненной ткани и наполняют легким газом через горловину (аппендикс). При подъеме шара его объем увеличивается за счет расширения газа. Вверху оболочки устроен клапан для выпуска газа с целью снижения.

Почти так же устроен и привязной аэростат, но оболочка его не шарообразная, а удлиненная, и на корме для большей устойчивости он имеет плавники — рули. Запускают такой аэростат на тросе с помощью лебедки.

Дирижабль — управляемый аэростат. Для совершения управляемого полета дирижабли снабжают двигателями и воздушными винтами.

По конструкции различают дирижабли мягкие (с оболочкой из прорезиненной ткани, к которой на стропях крепится кабина), полужесткие (с оболочкой из ткани и металлической или дере-

вянной фермой, к которой снизу крепится кабина), жесткие (с металлическим каркасом, обтянутым тканью) и цельнометаллические. Впервые проект такого дирижабля предложил К. Э. Циолковский.

Дирижабль, как и самолет, имеет оперение с рулями направления и высоты. По сравнению с самолетом дирижабли более ранний вид воздушного транспортного средства.

Большие жесткие дирижабли системы «Цеппелин» в начале нашего века строили в Германии. Их полезная грузоподъемность была 60 т.

В 1928 г. на полужестком дирижабле «Италия» Умберто Нобиле достиг Северного полюса.

В России еще в 1910—1913 гг. строили дирижабли, на которых совершали испытательные полеты.

Много выдающихся перелетов совершил дирижабль «Московский химик-резинщик». Мировой рекорд продолжительности полета был установлен в 1937 г. на дирижабле «СССР В-6» объемом 19000 м³: с командой 16 человек он пробыл в воздухе более 130 ч.

Дальнейшее развитие дирижабли не получили. Тут сказались дороговизна постройки и эксплуатации, необходимость эллингов для хранения, многочисленного обслуживающего персонала и пожарная опасность, в том числе и от атмосферного электричества. В настоящее время постройкой дирижаблей занялись вновь. Современные материалы и новая технология позволяют строить их прочными и надежными. Уже проведены первые испытания дирижабля — подъемного крана, нужного нашим стройкам.

Летательные аппараты легче воздуха нашли широкое применение при исследованиях стратосферы. 30 января 1934 г. отважные советские исследователи П. Ф. Федосеенко, А. Б. Васенко, И. Д. Усыскин на стратостате «Осоавиахим» достигли высоты более 22 км. В настоящее время шары-зонды, снабженные самопишущими приборами и радиопередатчиками (радиозонды), поднимаются на высоту до 30 км.

Практическая часть занятий по данной теме — изготовление теплового воздушного шара. Для выполнения этой работы кружковцев объединяют в звенья по 5—7 человек.

Для постройки шара требуется папиросная и плотная бумага, клей, нитки, ножницы, линейка и карандаш.

Оболочку шара делают из определенного числа веретенообразных продольных полос — «долек». Заготовки для «долек» склеивают из листов папиросной бумаги. Для этого их укладывают «лесенкой» и промазывают все «ступеньки» клеем. При соединении кромку без клея одного листа накладывают на намазанную клеем кромку другого.

Шар получится красивым, если его выполнить из полос разного цвета.

Для шара диаметром 1,5 м нужно 12 полос, а для шара диаметром 2 м — 16 полос. Легко склеить шар диаметром 1 м из восьми «долек» (рис. 14).

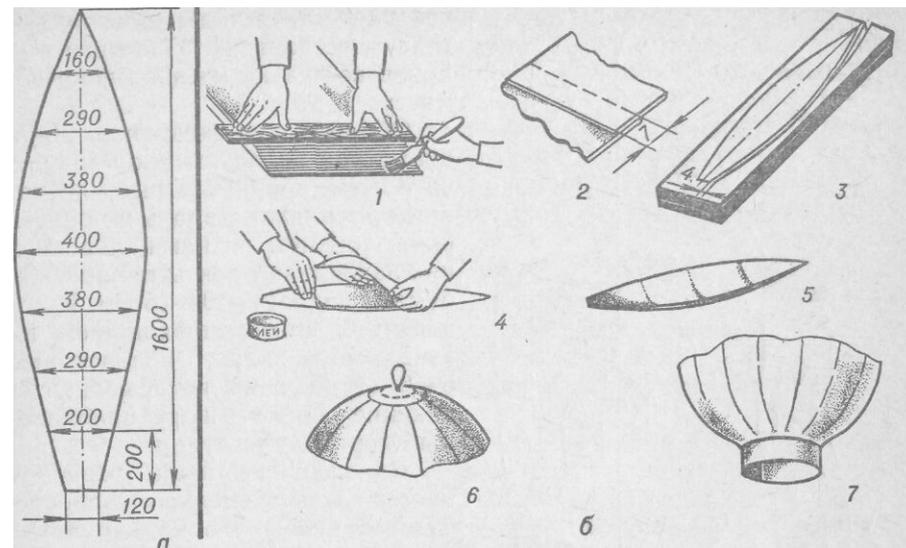


Рис. 14. Тепловой воздушный шар диаметром 1 м: а — шаблон «дольки»; б — порядок изготовления.

Пока сохнут полосы папиросной бумаги, нужно вычертить шаблон одной «дольки» на полосе из плотной бумаги. Вдоль полосы чертят осевую линию и делят ее на отрезки по 200 мм. Через полученные точки проводят прямые, перпендикулярные осевой линии. На них откладывают отрезки определенной длины в соответствии с рисунком. Эти точки соединяют плавными линиями, получая готовый контур «дольки» шара, который вырезают ножницами. Шаблон готов.

Высохнувшие полосы папиросной бумаги складывают в пачки и накладывают на нее шаблон. Чтобы полосы не смещались, их закрепляют грузиками. Затем вырезают ножницами сразу все полосы по шаблону, оставляя с обеих сторон припуск 4—5 мм на швы.

Сначала «дольки» склеивают попарно (получится 4 «лодочки»), затем каждую пару соединяют по кромке с одной стороны (получится две «пилоточки»). После просушки аккуратно склеивают части между собой. Ширина мазка кисти с клеем 5—7 мм.

Отверстиеверху шара заклеивают круглой накладкой из писчей бумаги и приклеивают к ней «шляпку» — небольшой кружок из плотной бумаги с продетой через него петлей из нити. Внизу к шару приклеивают кольцо-горловину из двух полос плотной бумаги.

Готовый шар подвешивают к потолку и подставляют к его горловине нагреватель с вентилятором. Когда нагретый воздух наполнит шар, могут обнаружиться дефекты оболочки (складки, ма-

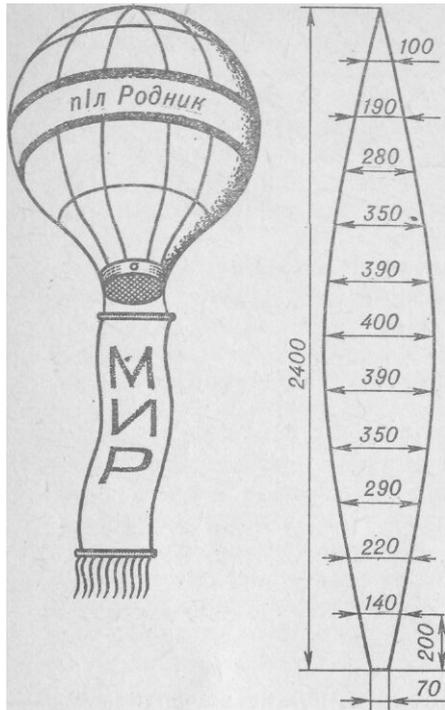


Рис. 15. Грузовой воздушный шар.

живают оболочку по бокам или за стропы. Постепенно шар наполняется теплым воздухом и стремится вырваться из рук. В этот момент шест можно убрать. Руководитель запуска (один из придерживающих горловину) определяет момент пуска и подает команду: «В полет!». По этой команде все одновременно отпускают шар. Если этого не выполнить, шар может накрениться, нагретый воздух частично выйдет из оболочки и подъемная сила его уменьшится.

Лучше запускать шар в штиль или при слабом ветре.

Для поднятия дополнительного груза (листочков, вымпелов, флажков) можно изготовить грузовой воздушный шар (рис. 15). Он обладает достаточной подъемной силой. Склеивают его из 12 «долек» (размеры показаны на рисунке), диаметр шара 1,5 м.

ТЕМА 7. ВЕРТОЛЕТ. МОДЕЛИ ВЕРТОЛЕТОВ

Цель. Дать кружковцам первоначальные сведения о работе воздушного винта, создании им силы тяги; ознакомить их с историей возникновения и применения вертолета. Изготовить простейшую модель вертолета — «муху», наиболее подготовленным кружковцам построить модели вертолета «Белка» и «Бабочка».

ленькие отверстия); их нужно сразу устранить. Просушенный шар взвешивают и записывают его массу.

Оболочку воздушного шара диаметром более 3 м рекомендуется делать прочнее. При склеивании ее усиливают вдоль и поперек швов тонкими нитками, а поверх них наклеивают ленты папиросной бумаги шириной 10—15 мм. К поперечной ленте, проходящей по «экватору» шара, приклеивают 5—6 стропов, за которые запускающие держат шар, наполняемый горячим воздухом.

Для запуска шара разводят костер из сухого мелкого хвороста, бумаги. Очень удобно наполнять шар над костром, пользуясь жестяной трубой (ведром без дна), которая направляет горячий воздух к горловине.

Двое держат шар за горловину над костром, один (запускающий) — всю оболочку за верхнюю ПБТЛЮ при ПОМОЩИ легкого шеста, остальные поддержи-

Методические рекомендации. На эту тему целесообразно отвести четыре занятия. Перед изучением данного материала руководитель напоминает кружковцам о необходимости соблюдать правила безопасной работы с инструментом и оборудованием.

В начале первого занятия руководитель рассказывает о принципах работы воздушного винта. Используя схемы, наглядные пособия, демонстрируя воздушные винты разных авиационных моделей, он объясняет, как влияют диаметр, шаг и частота вращения винта на силу тяги.

Затем, используя заранее подготовленные шаблоны, заготовки, приступают к изготовлению простейшей модели вертолета — «мухи», обращая особое внимание на соблюдение последовательности операций и качество выполнения винта. Продолжают эту работу и на втором занятии. Завершают его запусками (соревнованиями) простейших моделей вертолета.

Третье занятие начинают с рассказа о создании, основных элементах конструкции вертолетов, их практическом применении. После этого приступают к изготовлению моделей вертолета «Белка» или «Бабочка». Заканчивают работу на четвертом занятии.

На теоретической части занятий рекомендуется сообщить кружковцам следующие сведения.

Лопастной воздушный винт, приводимый во вращение двигателем, создает силу тяги, необходимую для движения или поддержания в воздухе летательного аппарата.

Различают тянущий, толкающий, соосные винты, винты неизменяемого и изменяемого шага, реверсивный и флюгерный. Тянущий винт устанавливается на летательном аппарате впереди двигателя, толкающий винт — позади двигателя.

Соосные — два винта, помещенные один за другим или друг над другом на соосных валах и вращаемые в противоположные стороны. Такие винты позволяют при относительно малом диаметре снимать большую мощность с двигателя и уравнивать реактивные моменты.

У винта неизменяемого шага (ВНШ) лопасти выполнены заодно со втулкой; у винта изменяемого шага (ВИШ) лопасти могут поворачиваться в полете с помощью специального устройства или автоматически.

Лопастей реверсивного винта в полете можно устанавливать под отрицательным углом, чтобы получить тормозящую силу. Флюгерный винт при остановке позволяет устанавливать лопасти по потоку, для уменьшения сопротивления.

Различают несущий и рулевой винты вертолетов. Несущий винт (ротор) поддерживает и перемещает вертолет в воздухе. Рулевой винт (обычно хвостовой) — вспомогательный, он уравнивает реактивный момент несущего винта и используется для управления вертолетом в горизонтальной плоскости.

На авиамоделях воздушный винт приводится во вращение двигателем внутреннего сгорания или резиновым двигателем.

Лопастя вращающегося винта набегает на воздух под некоторым углом атаки и отбрасывает его назад, а сама, как бы отталкиваясь от воздуха, стремится двигаться вперед. Таким образом возникает сила, направленная вдоль оси вращения, называемая силой тяги.

Сила тяги винта зависит от его частоты вращения, диаметра и шага.

Шаг винта — расстояние, проходимое винтом за один оборот, если бы воздух был твердым телом. Винты с большим углом установки лопастей называют винтами большого шага, а с малым углом установки — винтами малого шага.

Шаг Y винта можно вычислить по формуле

$$H = 2\pi R \operatorname{tg} \alpha,$$

где R — радиус винта;

α — угол установки лопасти.

Вертолет (геликоптер) — летательный аппарат тяжелее воздуха, в котором подъемная сила создается при помощи вращающихся от двигателей воздушных винтов, из которых по крайней мере один несущий.

Изобретателем вертолета можно считать великого русского ученого М. В. Ломоносова. Он первый обосновал и практически подтвердил идею создания летательного аппарата, поднимающегося в воздух, используя энергию воздушного винта. В 1754 г. М. В. Ломоносов демонстрировал полет модели своего аппарата. Два четырехлопастных винта, вращаемых часовыми пружинами в разные стороны, создавали подъемную силу этой модели. Следует отметить, что современные вертолеты с соосными винтами в принципе не отличаются от «аэродромической машины» М. В. Ломоносова.

В 1768 г. англичанин Пенктон выпустил книгу «Теория винта Архимеда», в которой писал о винтокрылом аппарате, названном им птероформом и имеющем два винта¹. В 1784 г. французы Лонуа и Бьенвеню построили геликоптер-игрушку (модель), который поднимался в воздух с помощью четырехлопастного винта, приводимого в движение тетивой от лука.

Однако попытки поднять в воздух человека на подобных аппаратах в то время были безуспешны. Техника не располагала достаточно мощным и легким двигателем. И лишь в начале XX в. впервые появились настоящие вертолеты. На второй Международной воздухоплавательной выставке в Москве (1912 г.) золотой медали был удостоен Б. Н. Юрьев (впоследствии академик). Он представил научно обоснованный проект вертолета и изготовил его.

Сейчас вертолеты можно встретить повсюду: в суровой Арктике, в знойной пустыне, в сибирской тайге и в тундре. Вертолет незаменим там, где невозможно использовать самолет, ведь для взлета и посадки ему достаточно малой площади, например крыши здания, палубы корабля и даже платформы грузового автомобиля.

Вертолеты применяют для перевозки людей в труднодоступных районах, для ледовой разведки, для тушения лесных пожаров, в сельском хозяйстве, на службе ГАИ и т. д. С каждым годом возрастает роль вертолетов в народном хозяйстве. Вертолеты Ми-1, Ми-4, Ми-6, Ми-10, Ка-26, Ка-32 известны не только в нашей стране, но и за рубежом.

Современные вертолеты строят по различным конструктивным схемам: одновинтовые с рулевым винтом, двухвинтовые соосные, реактивные и т. д.

Фюзеляж вертолета отличается от фюзеляжа самолета: передняя часть — широкая, хвостовая — продолговатая, в виде балки, конец которой загнут вверх (например, у вертолетов М. Миля). В фюзеляже размещены двигатель, механизмы передачи движения на несущий винт (трансмиссия), кабина экипажа и места для пассажиров и груза.

Вертолеты имеют в основном трехстоечное шасси.

Лопастя несущего винта (ротора) приводятся во вращение двигателем, коленчатый вал которого соединен через шестеренную передачу со втулкой винта.

Основная особенность несущего винта вертолета — изменение угла наклона его лопастей в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Эти функции выполняет автомат перекоса, изобретенный Б. Н. Юрьевым и применяемый на всех современных вертолетах. Автомат перекоса позволяет изменять плоскость вращения и угол наклона несущего винта. Изменяя силу тяги и ее направление, можно заставить вертолет подниматься или опускаться, лететь горизонтально, неподвижно висеть в воздухе.

Основы теории полета очень трудны для понимания кружковцев, но для получения некоторого представления об управлении вертолетом необходимо объяснить следующее. Для набора высоты двигатель «выводят» на наибольшую частоту вращения, а лопасти устанавливают на максимальный угол. В этом случае сила тяги винта превышает вес вертолета.

Чтобы вертолет висел неподвижно в воздухе, необходимо силу тяги винта сделать равной весу машины. Это достигают подбором угла установки лопастей и частоты их вращения.

Для горизонтального полета ось вращения лопастей «наклоняют» в сторону движения.

Ротор вертолета обладает еще одной интересной особенностью: при остановленном в полете двигателе винт продолжает вращаться от набегающего потока воздуха. В этом случае ротор работает на режиме самовращения — авторотации. Благодаря этому несущий винт создает силу тяги, достаточную для плавного, безопасного спуска вертолета.

Простейший вертолет «муха». Простейший вертолет состоит из воздушного винта, насаженного на стержень (рис. 16, в). Предлагается такая последовательность изготовления воздушного винта. Из мягкой древесины (липа, ольха) выстругивают прямоуголь-

¹ См.: Арлазоров М. С. Винт и крыло. М., 1980, с. 14.

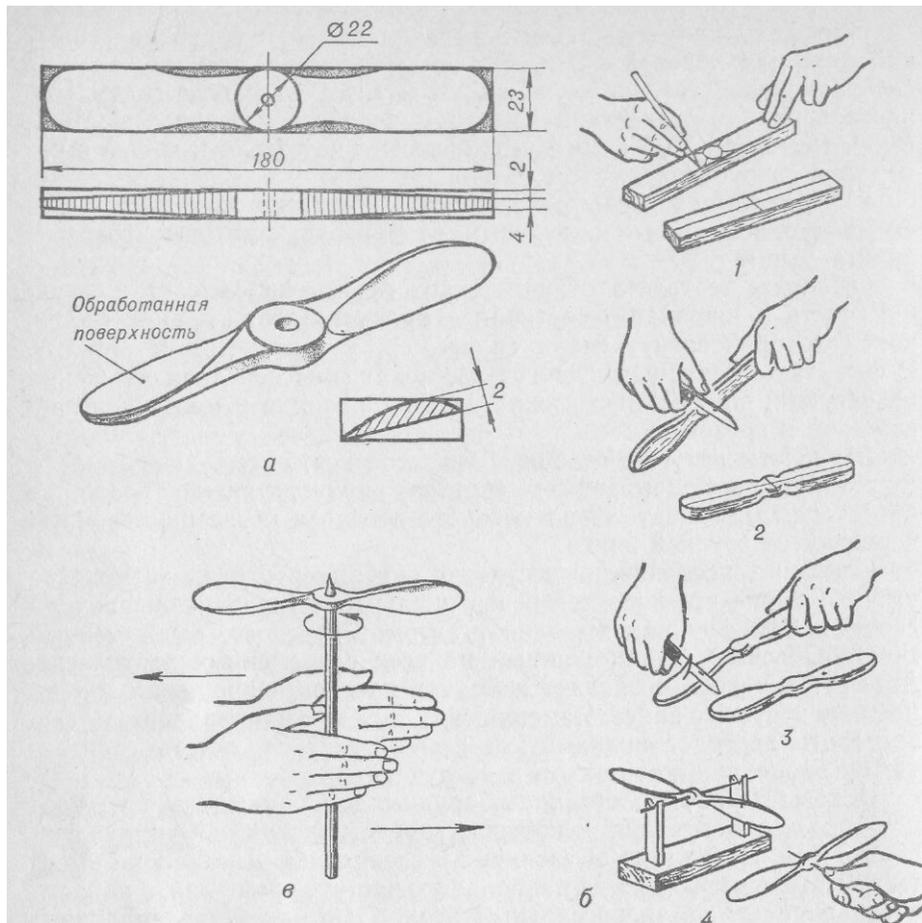


Рис. 16. Летящий винт — простейший вертолет «муха»: а — лопасть винта; б — порядок изготовления; в — запуск.

ный брусок размером 180 X 23 X Ю мм. На широкой его стороне проводят две взаимно перпендикулярные осевые линии. В точке их пересечения сверлят отверстие диаметром 5 мм. Сверху накладывают шаблон винта и обводят карандашом (сначала одну лопасть, потом, повернув шаблон на 180°, другую). Затем ножом срезают участки бруска, выходящие за пределы очерченной линии. Зажав брусок в тиски, обрабатывают его напильником.

После этого рисуют вид сбоку. Отступив от центра 30 м и отметив на концах от верхней плоскости толщину 2 мм, соединяют эти точки. Участки, выходящие за пределы этих линий, срезают и изготавливают лопасти винта. Изготовление лопастей очень ответственная работа. Они должны быть тонкими, в симметричных

сечениях иметь одинаковый наклон, одну и ту же форму, одинаковую закрутку. Масса лопастей должна быть одинаковой. Этого достигают тщательной обработкой, лучше в 3—4 этапа.

На первом этапе ножом грубо обрабатывают обе лопасти, затем уменьшают их толщину напильником, одновременно придавая правильную форму. Второй этап — доводка формы и толщины лопастей крупнозернистой шлифовальной шкуркой. Чтобы получить лопасти одинаковой массы, винт надевают на тонкую проволоку и добиваются его уравнивания во всех положениях. Третий этап — тщательное шлифование лопастей мелкозернистой шкуркой.

После изготовления лопастей выстругивают стержень диаметром 5 мм, немного заостряют один конец и вставляют в отверстие винта. Стержень должен входить туго и иметь такую длину, чтобы «муху» было удобно держать в руках при запуске. Обычно длина стержня в 1,5 раза больше диаметра винта.

При запуске стержню придают вертикальное положение и, зажав его между ладонями, заставляют винт быстро вращаться; затем разжимают ладони. «Муха» под действием подъемной силы ротора стремительно взмывает. Правда, энергия вращения скоро иссякает: остановившийся винт уже не создает подъемной силы, и «муха», взлетев на 10—15 м, опускается на землю.

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

Модель вертолета «Белка» (рис. 17). Эта модель летает так же, как и настоящий вертолет, который имеет два соосных несущих ротора. Нижние лопасти закрепляют на раме (фюзеляже), изготовленной из двух липовых пластин 7 размером 220 X Ю X 1 мм и верхней 4 и нижней 9 бобышек.

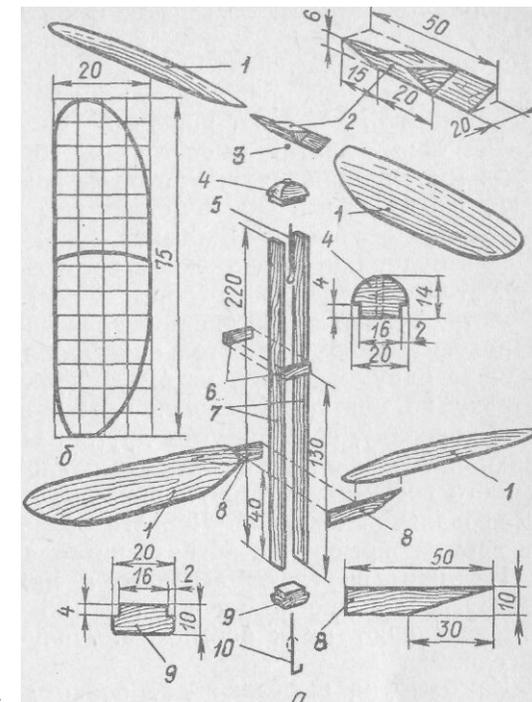


Рис. 17. Модель вертолета «Белка» (а) и шаблон лопасти (б):

1 — лопасть; 2 — ступица ротора; 3 — шайба; 4 — верхняя бобышка; 5 — вал винта (ротора); 6 — брусочки; 7 — боковые пластины; 8 — кронштейн; 9 — нижняя бобышка; 10 — крючок для крепления резинового двигателя.

Лопастей / выполняют из плотной чертежной бумаги. Две лопасти вклеивают в ступицу 2 верхнего ротора, а две другие — посредством кронштейнов 8 крепят к раме. Крючок 10 и вал 5 изготавливают из стальной проволоки диаметром 0,5 мм. Для уменьшения трения на вал надевают шайбу 3.

Резиновый двигатель состоит из 10—12 нитей резины сечением 1 X 1 мм. Вращая верхний ротор по ходу часовой стрелки, закручивают двигатель и пускают модель вверх.

Модель вертолета «Бабочка» (рис. 18). Хороший полет у этой модели будет при качественном изготовлении винта. Для него подбирают брусочек древесины (липы, осины) размером 160 X 10 X 8 мм. В центре делают отверстие для вала винта. Затем накладывают на широкую сторону прямоугольника шаблон лопасти и обрисовывают вначале одну половину, потом другую. Ножом обрабатывают заготовку по контуру и сбоку. Держа заготовку в левой руке за одну половину, срезают углы другой. При этом необходимо, чтобы верхняя часть лопасти была выпуклой, а нижняя плоской или немного вогнутой. Чистовую обработку лопастей винта выполняют шлифовальной шкуркой. Лопасти обязательно балансируют. Готовый винт покрывают 3—4 раза нитролаком.

Из липы вырезают верхнюю и нижнюю бобышки. Рубанком выстругивают две рейки длиной 135 мм и сечением 3 X 3 мм и приклеивают их к бобышкам. Получается рама — фюзеляж модели.

Из бамбука вырезают две рейки длиной 300 мм и сечением 3 X 1,5 мм и изгибают над пламенем свечи или спиртовки, придавая им нужную форму. В верхней части фюзеляжа их привязывают нитками с клеем к рейкам, в нижней закрепляют в бобышку. Получаются своеобразные крылья, которые склеивают папиросной бумагой.

Из стальной проволоки диаметром 0,5 мм сгибают два крючка. Один прикрепляют к нижней бобышке, другой, продев через верхнюю бобышку, к винту.

На крючки надевают резиновую нить — резиномотор. Число нитей подбирают опытным путем, Резиновую нить закручивают и пускают модель в полет. Можно раскрасить крылья вертолета, тогда он будет похож на бабочку.

ТЕМА 8. ПЛАНЕР. МОДЕЛИ ПЛАНЕРОВ

Цель. Сформировать устойчивые навыки по моделированию авиационной техники и изготовить схематические модели планеров.

Методические рекомендации. На занятиях по этой теме учащиеся должны глубже усвоить понятия о принципах полета и овладеть приемами изготовления, регулирования и запуска схематических моделей. На данную тему рекомендуется отвести 34 ч и изучать ее в таком порядке: 1) назначение и типы планеров; 2) составление эскизов схематической модели планера, чертежей отдельных деталей; 3) изготовление модели планера. Каждое занятие целесообразно

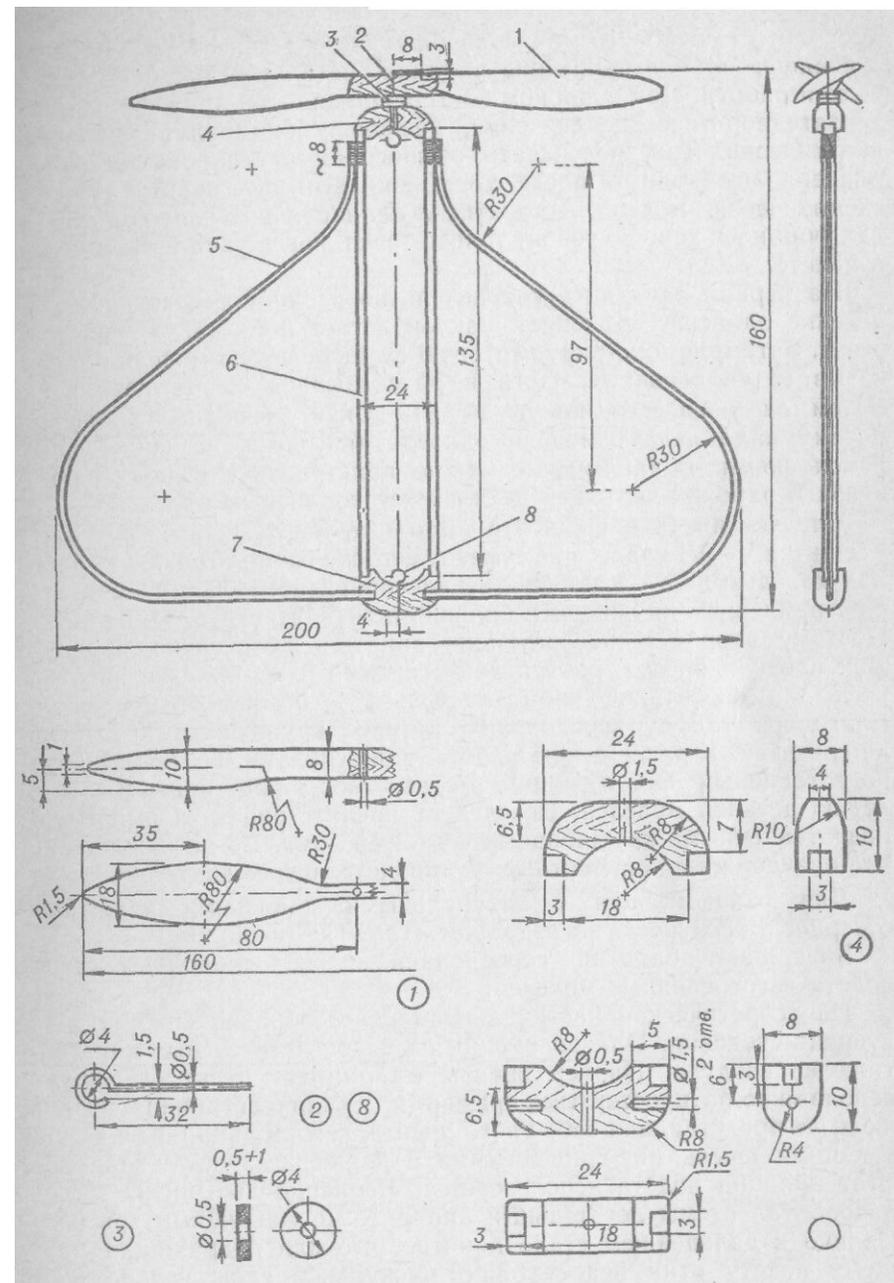


Рис 18 Модель вертолета «Бабочка»: 1-винт; 2-крючок (проволока диаметром 0,5 мм, длиной 32 мм); 3-шайбы; 4-бобышка верхняя (липа); 5-«В-ЛТ»; 6-«ЛТ»; 7-бобышка нижняя (липа); 8-крючок (проволока диаметром 0,5 мм, длиной около 20 мм).

проводить так: 10—15 мин — сообщение теоретического материала, относящегося к выполнению задания, остальное время — практическая работа. При подобном построении занятий кружковцы лучше усвоят теоретические сведения, поскольку они будут закреплены практически. Так, рассказать о способах регулирования модели планера необходимо после того, как все кружковцы изготовят схематические модели. А понятия о планирующих и парящих полетах учащиеся хорошо усвоят только тогда, когда увидят свои модели в полете.

На первом занятии руководитель во вводной беседе дает определение планера, объясняет, как он летает и из каких частей состоит. Затем, демонстрируя готовую схематическую модель планера, называет ее основные части и рассказывает об их назначении. Затем он указывает, какую модель взять за образец, поясняет, почему надо делать модели одного типа, но с незначительными изменениями. В заключение можно приступить к выполнению эскизов и рабочих чертежей деталей изготавливаемых моделей.

Следует иметь в виду, что выполнить чертеж за 1—2 занятия учащиеся V—VI классов не сумеют. В то же время отодвигать работу над моделью на 4—5 занятий нецелесообразно: нельзя не считаться со стремлением кружковцев больше пилить, строгать, клеить и т. д. Поэтому второе и последующие занятия желательно проводить так: краткая беседа, работа над эскизами и чертежами, заготовка реек для фюзеляжа, кромок крыльев и стабилизатора и т. д. Благодаря такому чередованию интерес кружковцев к занятиям не снизится. К завершению работы над эскизами, чертежами будут подготовлены рейки, и учащиеся сразу смогут приступить к изготовлению деталей моделей. Не следует препятствовать и выполнению подготовленными кружковцами чертежей дома. Но на каждое занятие они должны приносить их руководителю для контроля.

Для ознакомления с натуральными планерами желательно совершить экскурсию на аэродром (там, где возможно).

Завершают занятия соревнованиями на продолжительность полета изготовленных моделей.

На теоретической части занятий целесообразно сообщить следующие сведения. Планер — один из видов летательных аппаратов тяжелее воздуха. Планер внешне напоминает птицу, летящую с неподвижно распростертыми крыльями. Думая о летании по воздуху, люди не представляли себе иного полета, чем на аппарате с взмахивающими крыльями, приводимыми в движение мускульной силой. Этот принцип полета использовал и Леонардо да Винчи, который разработал схемы летательных аппаратов с машущими крыльями. Однако в дальнейшем стало понятно, что для подражания машущему полету птиц недостаточно мускульной силы человека. Заметив, что птица часто летает и без взмахов — парит в воздухе с неподвижными крыльями, изобретатели пошли по пути создания планеров.

Планер не имеет двигателя и воздушного винта, подъемная

сила создается крылом во время полета. Крепят крыло посредством центроплана к фюзеляжу. На консолях крыла устроены элероны — рули поперечного управления.

К фюзеляжу, кроме крыла, крепят оперение: стабилизатор с рулем высоты и киль с рулем направления. Рули высоты подвижные, могут отклоняться вверх и вниз, давая возможность планеру маневрировать по высоте; руль направления позволяет менять направление полета.

Кабина пилота обычно расположена в передней части фюзеляжа. В ней находятся ручка и педали управления, а также приборы контроля полета.

Планер взлетает и совершает посадку на специальной лыже или одноколесном шасси.

Запускают планер при помощи амортизатора или моторной лебедки. Более совершенный способ — буксирование планера самолетом. Самолет тянет планер, соединенный с ним тросом; достигнув заданной высоты, планер отцепляется и переходит в свободный полет. Иногда, если самолет обладает необходимой мощностью, он буксирует два-три и более планеров.

Одним из первых русских планеристов был студент МВТУ А. Н. Туполев, впоследствии академик, трижды Герой Социалистического Труда, Генеральный конструктор самолетов.

С 1923 г. под Феодосией (ныне поселок Планерское) стали проводить Всесоюзные слеты планеристов. На седьмом планерном слете в 1930 г. летчик В. Д. Степанчонок впервые выполнил «мертвую петлю» на планере. Этот планер СК-3 «Красная звезда» создал С. П. Королев — будущий конструктор ракетно-космической техники.

Планеризм не только один из видов авиационного спорта, но и средство подготовки летчиков. Многие выдающиеся летчики начинали свой путь в авиации с полетов на планере. Советские спортсмены-планеристы не раз выходили победителями многих международных соревнований.

Схематическая модель планера. Эта летающая модель воспроизводит лишь схему основных частей планера, не копируя его внешне. Она состоит из следующих основных частей (рис. 19).

К рейке-фюзеляжу 1 с грузом крепят крыло и оперение.

Крыло 2 — несущая поверхность, создающая подъемную силу; состоит из передней и задней кромок и нервюры.

Стабилизатор 3 — горизонтальное оперение, обеспечивающее горизонтальную (продольную) устойчивость модели.

Киль 4 — вертикальное оперение, обеспечивающее вертикальную (поперечную) устойчивость.

Вспомогательные части модели — стойки, кабанчик, крючок — служат для запуска модели.

Крыло, стабилизатор и киль обтягивают папиросной или микалентной бумагой.

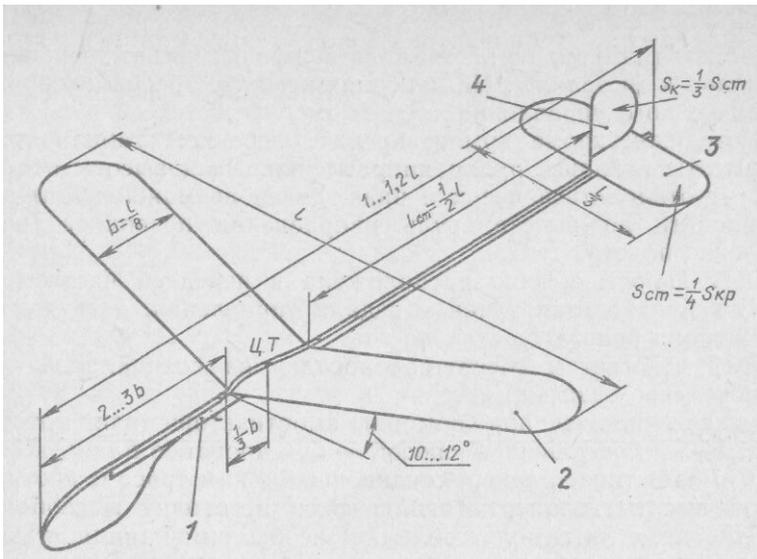


Рис. 19. Схематическая модель планера:
/ — фюзеляж; 2 — крыло; 3 — стабилизатор; 4 — киль.

Конструирование модели планера на практических занятиях включает:

- выбор схемы и определение основных размеров модели;
- определение массы частей модели, нагрузки на единицу несущей поверхности;
- выполнение эскизов и рабочих чертежей;
- разработку и изготовление модели.

Модель должна быть прочной и жесткой. Рекомендуется простой способ конструирования схематической модели планера. Он заключается в определении основных размеров модели в зависимости от размаха крыла. В процессе конструирования допустимы отклонения не более 5—10%.

В авиамоделизме приняты следующие обозначения характерных размеров:

- l — размах крыла;
- b — длина наибольшей хорды крыла;
- $S_{кр}$ — площадь крыла;
- $l_{ст}$ — размах стабилизатора;
- $b_{ст}$ — длина хорды стабилизатора;
- $S_{ст}$ — площадь стабилизатора;
- $S_{к}$ — площадь киля;
- $L_{ф}$ — длина фюзеляжа;
- $L_{ст}$ — плечо стабилизатора;
- ЦТ — центр тяжести.

На рисунке 19 указана зависимость размеров модели от размаха крыла ($l = 700\text{—}800$ мм).

Форма крыла, стабилизатора, киля, конфигурация грузиков могут быть различны.

Определив основные размеры модели и выбрав форму основных частей, составляют эскизы, рабочие чертежи деталей.

Ввиду того что черчение изучают в VII классе, руководителю следует на одном из занятий рассказать об основных требованиях, предъявляемых к чертежу, и способах его выполнения.

Обычно эскизы модели выполняют в масштабе 1:5, 1:10, а в натуральную величину чертят ее отдельные части. Сначала вычерчивают каркас крыла (готовое крыло без обтяжки), состоящий из передней и задней кромок, двух концевых закруглений и нервюры — планок, скрепляющих переднюю и заднюю кромки. Это вид крыла в плане (вид сверху). Немного ниже следует начертить вид крыла спереди, по нему сверяют угол поперечного V. Сбоку выполняют профиль нервюры (при постоянной ширине крыла профили одинаковы).

В нижней части листа размещают чертежи стабилизатора, киля, носовой части, фюзеляжа и планки (кабанчика). При помощи кабанчика крыло крепят к фюзеляжу. Для создания угла атаки переднюю кромку крыла присоединяют к большему выступу на планке.

Изготовление модели планера (рис. 20) рекомендуется начать с фюзеляжа, состоящего из рейки 4 длиной 830 мм, сечением 9X8 мм, постепенно уменьшающимся к хвостовой части, и груза /. Рейку выбирают прямой, без сучков и заусенцев. Груз делают из дощечки толщиной 8 мм и обрабатывают по форме соответственно чертежу. В верхней части груза вырезают уступ для крепления переднего конца рейки. Соединяемые поверхности смазывают клеем, накладывают одну на другую и закрепляют.

Кромки и лонжерон крыла 3 выполняют из реек длиной 500 мм, сечением 5X4 мм. Концевые закругления делают из бамбуковых реек сечением 2X 1,5 мм. Их изгибают с помощью паяльника мощностью 90 Вт, постоянно сверяя форму с чертежом.

Концы кромок и закруглений для придания угла V соединяют «на ус», для чего срезают их, как показано на рисунке 20, /. Соединяемые поверхности смазывают клеем и туго обматывают нитками. Нервюры — из сосновых или липовых реек сечением 2 X 1,5 мм. Места для установки нервюры точно размечают по чертежу. Концы нервюры заостряют лопаточкой, на внутренней стороне кромок крыла острием ножа делают небольшие щели (прорези), куда и вставляют смазанные клеем концы нервюры.

Правильность сборки крыла проверяют, накладывая его на чертеж после каждой операции (крепление закруглений, установка нервюры). Необходимо также контролировать, не выступают ли нервюры. Обнаруженные неисправности устраняют.

Кабанчик 2 изготавливают из соснового бруска толщиной 8 мм и длиной 190 мм. Высота переднего выступа стойки для кромки 15 мм, заднего 8 мм, средней части кабанчика 5 мм. Под обоими

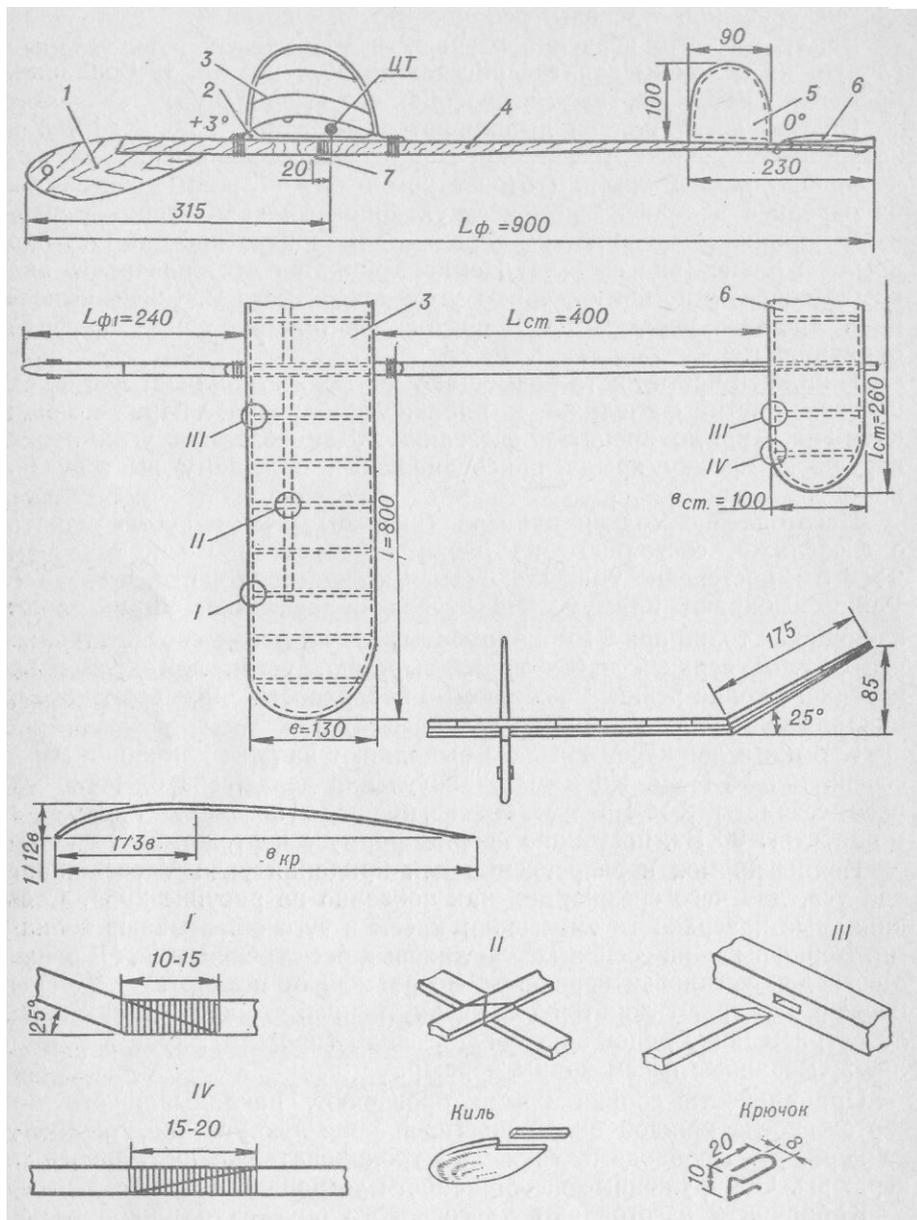


Рис. 20. Конструкция схематической модели планера:
 / — груз; 2 — кабачник; 3 — крыло; 4 — рейка-фюзеляж; 5 — киль; φ — стабилизатор; 7 — стартовый крючок.

выступами вырезают небольшие углубления для удобства обвязывания ниткой при креплении кромок крыла. Установив каркас крыла на кабачник, проверяют равновесие, не тяжелее ли одна половина крыла другой.

Стабилизатор 6 изготавливают так же, как и крыло, но с прямыми (без угла V) кромками. Крепят стабилизатор в хвостовой части рейки фюзеляжа, делая в нем небольшие углубления для кромок.

Киль 6 — из бамбуковой рейки сечением 2,5 X 1,5 мм. Изготавливают его так же, как и закругления: вымачивают и гнут над пламенем горелки. Концы заостряют и вставляют в прорезь фюзеляжа.

Сверив все детали с чертежом, приступают к обтяжке крыла и оперения. Для этого необходимы клей и папиросная бумага. Крыло и стабилизатор обтягивают только сверху, причем крыло — по частям: сначала центроплан, потом концевые закругления. Полосы бумаги заготавливают на 40–50 мм шире крыла. Кисточкой наносят клей на кромки и нервюры. Один конец бумажной полосы накладывают на одну сторону, удерживая на месте, другой натягивают и плотно обжимают по кромкам и нервюрам. После высыхания клея излишки бумаги, выступающие за кромки, счищают шлифовальной шкуркой.

Модель собирают, проверяют правильность и прочность крепления крыла.

Передвигая крыло вперед или назад по фюзеляжу, находят нужное положение центра тяжести модели (— часть хорды крыла от задней кромки). Другой способ центровки модели — загрузка носовой части фюзеляжа. После этого к фюзеляжу на расстоянии 20 мм впереди центра тяжести прикрепляют нитками с клеем стартовый крючок 7, выгнутый из стальной проволоки диаметром 1,5–2 мм.

Регулировочные запуски желательно проводить на ровном открытом поле в безветренную погоду. Первые запуски проводят так. Берут модель правой рукой за фюзеляж под крылом, поднимают над головой и выпускают мягким толчком, несколько наклоняя вниз. Если модель взмывает вверх, передвигают крыло назад или загружают носовую часть. При резком снижении (пикировании) модели перемещают крыло вперед. Так добиваются плавного снижения модели — планирования на расстоянии 15–20 м.

Если модель поворачивает вправо или влево, ее «удерживают» на курсе, устраняя перекосы крыла или киля. Иногда модель отклоняется от прямолинейного полета из-за разной массы консолей крыла.

Добившись хорошего планирования модели с рук, приступают к запускам на леере. Крючок для затяжки должен находиться на 15–20 мм впереди центра тяжести модели. Для запуска берут леер длиной 15–20 м. На одном его конце закрепляют проволоочное кольцо и флажок из яркой ткани для сигнализации сброса кольца с крючка модели. Запускать планер надо вдвоем. Один (запускаю-

ший) держит свободный конец леера, другой (сдающий) - - модель с надетым на крючок кольцом леера. Сдающий держит модель над головой, немного подняв ее нос; леер должен быть натянут. Запускающий подает команду «Пускай!», после чего сдающий плавным движением выпускает модель из рук, а запускающий бежит с леером против ветра. Скорость движения запускающего должна соответствовать скорости ветра. Этого достигают тренировкой. Когда модель достигнет высоты, равной длине леера (будет над головой), надо слегка ослабить натяжение последнего и сбросить его (движением вверх и назад). Кольцо леера соскочит с крючка модели, и она перейдет в свободный полет.

Если модель невозможно запустить на полную длину леера, необходимо передвинуть крючок назад. Если модель после выпуска сдающим взмывает, крючок следует передвинуть вперед.

Уязвимым местом многих схематических моделей является крыло: оно разрушается при неумелой затяжке на леере, особенно в ветреную погоду. Интересна модель планера, разработанная авиамоделистами из Ульяновска (рис. 21). Прочность крыла достигается установкой двух дополнительных реек, которые одновременно являются и раскосами центроплана. Крыло собирают, как обычное V-образное, но без нервюр на центроплане. В центральной части устанавливаются две рейки длиной 550 мм и сечением 4 X 3 мм, после чего вклеивают нервюры сечением 2,5 X 1,5 мм из сосны или фанеры. Закругления — из бамбука; кабанчик — из пластины толщиной 8 мм и длиной 180 мм.

Стабилизатор и киль — из сосновых реек сечением 3 X 2 мм. Фюзеляж изготавливают из сосновой рейки сечением 8 X 7 мм, груз вырезают из липовой (сосновой) пластины толщиной 8 мм. Буксировочный (стартовый) крючок выгибают из проволоки ОВС диаметром 1,5 мм и привязывают к фюзеляжу нитками с клеем.

Обтяжку крыла, стабилизатора и киля выполняют цветной папиросной бумагой.

Соревнования по моделям планеров. Заключительный этап работы по данной теме — участие членов кружка в соревнованиях. Начиная с кружковых состязаний учащих следует приучать к выступлению по официальным правилам.

Схематические модели планеров запускают на леере не длиннее 50 м. Продолжительность полета модели в туре 2 мин, число туров 3—5. Это указывают в положении о соревнованиях. Старт моделей — с рук. Авиамоделист, показавший лучший результат по сумме пяти полетов, становится победителем. Если два участника наберут равное число очков (1 с соответствует 1 очку), между ними проводят дополнительный тур для определения победителя.

ТЕМА 9. САМОЛЕТ. МОДЕЛИ САМОЛЕТОВ

Цель. Углубить знания по авиации и авиационной технике, развить и закрепить навыки изготовления моделей.

Методические рекомендации. Кружковцы уже приобрели извест-

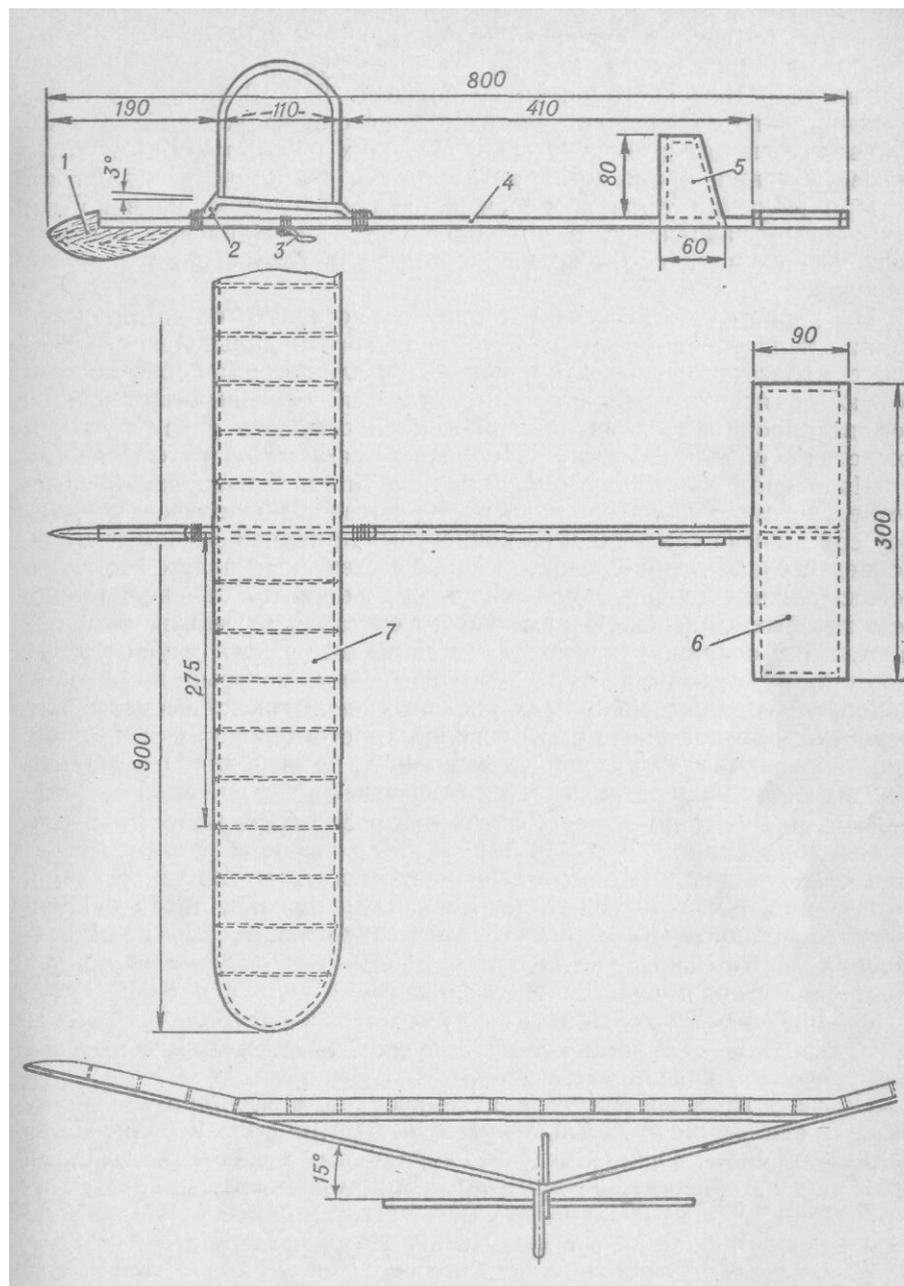


Рис. 21. Схематическая модель планера с усиленным крылом:

/ — груз; 2 — кабанчик; 3 — крючок; 4 — фюзеляж; 5 — киль; 6 — стабилизатор; 7 — крыло.

ные навыки при изучении темы 8, да и схематическая модель самолета (объект практической работы) во многом похожа на модель планера. На данную тему рекомендуется отвести 44 ч, из них на теоретические занятия не более 4–6 ч. В зависимости от степени подготовленности учащихся и исходя из условий кружка, руководитель может в некоторых пределах изменять общее число часов, а также время на практические и теоретические занятия.

При изучении темы необходимо охватить следующие вопросы: устройство, назначение и типы самолетов, составление рабочих чертежей схематической модели самолета, изготовление и запуски моделей.

На первом занятии следует кратко рассказать об истории создания первого самолета А. Ф. Можайского и дальнейшем развитии самолетостроения. Затем, используя иллюстрации или модель-копию, объяснить устройство самолета и его основных частей. При демонстрации схематической модели самолета указать, в чем сходство и различие между натуральным самолетом и его моделью.

На втором занятии рассказывают о типах и назначении самолетов. Затем руководитель объясняет условие возникновения подъемной силы крыла самолета и на конкретных примерах знакомит кружковцев с элементами расчета, выбором схем и основных геометрических данных модели. Желательно сопровождать объяснение показом готовых моделей. В заключение составляют эскизы будущих моделей. В основном все модели должны отличаться друг от друга формой, размерами и т. д. Учитывая опыт, который кружковцы приобрели при вычерчивании эскизов схематической модели планера, надо предоставить им большую самостоятельность. Так, рабочие чертежи можно разрешить выполнять дома. Однако разбирать эскизы и чертежи рекомендуется в кружке.

На третьем занятии после заготовки реек приступают к изготовлению моделей.

Последующие занятия целесообразно проводить по такой схеме: 10–15 мин — сообщение теоретического материала, затем закрепление его практической работой и в заключение 10–15 мин — подведение итогов.

Желательно организовать экскурсию в авиационный музей, на аэродром, ознакомить ребят с самолетом в натуре.

Завершают занятия по теме запуском изготовленных моделей и проведением соревнований.

На теоретической части занятий необходимо сообщить следующее. В авиационной технике существуют три принципа создания подъемной силы: аэростатический, аэродинамический и реактивный.

По *аэростатическому принципу* сконструированы аппараты легче воздуха — воздушные шары, аэростаты, дирижабли. Подъемная сила у них возникает за счет наполнения оболочки газом легче воздуха.

Аэродинамический принцип возникновения подъемной силы возможен лишь при движении крыла в воздушной среде (аппараты тяжелее воздуха — планеры, самолеты, вертолеты).

На высотах более 25 км и в безвоздушном пространстве могут летать только аппараты, у которых подъемная сила образуется по *реактивному принципу* — за счет отдачи вытекающих газов. Образцы таких летательных аппаратов — ракеты и космические корабли. Не следует относить к ним реактивные самолеты: на них установлены реактивные двигатели, но подъемная сила создается крылом.

Самый распространенный летательный аппарат тяжелее воздуха — самолет.

Существуют военные и гражданские самолеты, отличающиеся не только формой, размерами, массой, но и назначением.

К военным самолетам относятся истребители, бомбардировщики, перехватчики, ракетноносцы и др.

Истребители предназначены для уничтожения самолетов противника в воздухе, обладают большой скоростью и маневренностью. Бомбардировщики — самолеты, сбрасывающие бомбы на войска противника, его укрепления, аэродромы, военно-промышленные предприятия в тылу врага. Если истребители — одноместные машины, то экипаж бомбардировщика состоит из 6–8 человек. В военной авиации применяют также самолеты транспортные и связи.

В период Великой Отечественной войны для уничтожения с воздуха живой силы и техники противника служили штурмовики. Лучшим штурмовиком периода Великой Отечественной войны был Ил-2 конструктора С. В. Ильюшина.

Самолеты гражданской авиации бывают пассажирские, грузовые, специального назначения, санитарные, спортивные.

Помимо деления на гражданскую и военную, различают авиацию сухопутную и морскую (гидроавиацию). У гидросамолетов для взлета и посадки на воду предусмотрены поплавки или корпус в виде лодки.

Все самолеты должны иметь обтекаемую форму, уменьшающую их сопротивление, и возможно меньшую массу, благодаря чему самолет берет больше полезного груза. Удобство эксплуатации и обслуживания, технологичность, т. е. быстрое и относительно недорогое изготовление, простота ремонта являются также важнейшими требованиями к конструкции самолетов.

Важнейшая часть самолета — *крыло*, создающее подъемную силу. Крылья разных самолетов отличаются размерами, формой, положением относительно фюзеляжа, профилем (так называется форма сечения крыла в плоскости, перпендикулярной размаху). Крепят крыло непосредственно к фюзеляжу или соединенному с ним центроплану.

По форме профиля крылья бывают выпукло-вогнутые, плоско-выпуклые, симметричные, двояковыпуклые, несимметричные, S-образные.

По толщине различают профили тонкие, средние и толстые. Относительную толщину профиля определяют по формуле

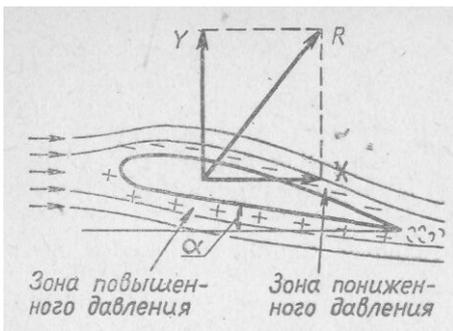


Рис. 22. Возникновение подъемной силы крыла:

Y — подъемная сила; X — сила лобового сопротивления; # — равнодействующая сила (полная аэродинамическая); а — угол атаки.

При обтекании верхней выпуклой поверхности скорость потока возрастает, и здесь образуется область пониженного давления. Под крылом частицы воздуха, наоборот, притормаживаются и давление повышается. Эта разность давлений и создает подъемную силу Y (рис. 22), которая всегда направлена перпендикулярно набегающему потоку.

Перед передней кромкой образуется зона повышенного давления, а за задней кромкой — зона незначительно пониженного давления, где происходит мелкое вихреобразование. Эта разность давлений вместе с силой поверхностного трения воздуха о крыло вызывает силу лобового сопротивления X, которая совпадает с направлением скорости и противоположна направлению полета. Равнодействующая R подъемной силы Y и силы лобового сопротивления X называется полной аэродинамической силой крыла.

Самолет с одним крылом называется монопланом, а с двумя крыльями, расположенными одно над другим, бипланом (например, Ан-2).

Конструкция крыла зависит от назначения самолета, степени и характера нагрузок в полете.

Самые простые крылья плоские, обтянутые полотном. Ферма — силовая часть крыла, состоит из лонжеронов, связанных нервюрами и расчалками. Такие крылья делают для самолетов, обладающих скоростями до 300 км/ч: учебно-тренировочных, спортивных и специального применения.

Крылья бывают разной формы (трапециевидной, стреловидной и т. д.). У более сложных крыльев главный силовой элемент — жесткая и прочная обшивка. Обшивку крыла усиливают изнутри продольные элементы — стрингеры и поперечные — нервюры. Такая обшивка называется работающей.

Элероны — это небольшие рули на консолях крыла, отклоняющиеся одновременно в разные стороны (один вверх, другой вниз); они служат для создания крена.

Закрылки похожи на элероны, но они отклоняются только вниз на 15–60°; при этом изменяется кривизна профиля крыла, что вызывает возрастание подъемной силы.

$$\bar{c}_0 = \frac{c}{b} \cdot 100\%,$$

где \bar{c}_0 — относительная толщина профиля, %;

c — толщина профиля;

b — длина хорды крыла.

Если \bar{c}_0 меньше 8%, профиль называют тонким, $\bar{c}_0 = 8 - 13\%$ — средним, $\bar{c}_0 > 13\%$ — толстым.

Крыло летящего самолета омывается встречным потоком воздуха. При обтекании верхней выпуклой поверхности скорость потока возрастает, и здесь образуется область пониженного давления. Под крылом частицы воз-

духа, наоборот, притормаживаются и давление повышается.

Эта разность давлений и создает подъемную силу Y (рис. 22),

которая всегда направлена перпендикулярно набегающему потоку.

Щитки — еще более простое средство увеличения подъемной силы крыла; они расположены под крылом, вдоль задней кромки и отклоняются вниз.

На некоторых самолетах для кратковременного повышения сопротивления применяют воздушные тормоза в виде интерцепторов на верхней части крыла, а также щитков в хвостовой части фюзеляжа. Они служат для уменьшения посадочной скорости и пробега после посадки.

Фюзеляж — корпус самолета, в котором размещают людей, приборы, грузы. К нему крепят крыло, оперение, двигатель и шасси. Обычно фюзеляж имеет плавную обтекаемую форму.

К оперению относятся стабилизатор, руль высоты, руль направления.

Стабилизатор — небольшая поверхность, чаще неподвижная, обеспечивающая продольную устойчивость самолета. Если под влиянием каких-либо причин самолет повернется вокруг поперечной оси, сила давления встречного потока на стабилизатор вернет его в прежнее положение. Равновесие вокруг поперечной оси будет восстановлено. Если же летчику понадобится самому повернуть самолет относительно той же оси, он использует руль высоты, установленный на шарнирах на стабилизаторе. Пилот управляет рулем высоты, передвигая ручку управления или штурвал, связанный с рулем тросами или тягами.

Киль — вертикальная неподвижная поверхность, выполняющая роль стабилизатора только относительно вертикальной оси, т. е. он обеспечивает путевую устойчивость самолета.

Нажимая ножные педали в кабине самолета, летчик действует на руль направления, крепящийся к килю на шарнирах. При движении вперед правой педали (левая при этом перемещается в обратном направлении) нос самолета поворачивается вправо, при нажатии левой педали — влево.

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

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

Шасси служит для перемещения самолета по земле, разбега при взлете и пробега после посадки. На современных самолетах наиболее распространено трехколесное шасси с носовым колесом. Две главные стойки расположены под крылом, сзади ЦТ самолета, третья — в носовой части фюзеляжа. Такое шасси обеспечивает

хорошую устойчивость самолета при разбеге и пробеге, допускает энергичное торможение.

На некоторых самолетах применяют трехколесное шасси с хвостовым колесом. Основные стойки крепятся на крыле впереди ЦТ. Бывают шасси велосипедного типа, когда стойки с колесами расположены одна за другой, как у двухколесного велосипеда. Для уменьшения сопротивления воздуха шасси делают убирающимися. На шасси гидросамолетов вместо колес устанавливают поплавки.

Для полета самолета необходима сила тяги, направленная вперед. Сила тяги создается воздушным винтом, установленным на коленчатом валу двигателя внутреннего сгорания. Авиационный двигатель — это «сердце» самолета. Эти двигатели работают почти так же, как и автомобильные, только они гораздо мощнее.

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

В настоящее время на самолетах широко применяют турбореактивные двигатели, работающие по такому же принципу, как и пороховая ракета, только вместо пороха в камере сгорания непрерывно горит смесь паров керосина с воздухом. Для увеличения силы тяги реактивного двигателя надо повысить скорость выбрасывания газов из камеры сгорания. Для этого воздух, прежде чем он попадет в камеру сгорания, сжимают в компрессоре, на одном валу с которым расположена газовая турбина. Компрессор подает в камеру сгорания воздух одновременно с поступающим топливом. Образующаяся смесь горит непрерывно, воздух нагревается до высокой температуры, повышается давление. Вырываясь из камеры сгорания с большой скоростью, газы создают силу тяги и попутно приводят во вращение турбину и компрессор. Если на вал посадить еще воздушный винт, получится турбовинтовой двигатель.

Турбовинтовые двигатели используют на самолетах Ан-12, Ан-24, Ил-18. Турбореактивными двигателями снабжены самолеты Ту-154, Як-40, Як-42, Ил-62, Ил-86.

Схематическая модель самолета. Это летающая модель, схематически воспроизводящая самолет. Она имеет рейку-фюзеляж, крыло, оперение и винтомоторную группу (воздушный винт и резиновый двигатель). Как и у модели планера, крыло создает подъемную силу, которая возникает только при его движении в воздухе.

Необходимую силу тяги для движения модели создает воздушный винт, вращаемый раскручивающейся резиной. Продолжительность его работы у схематических моделей около 1 мин.

Сила тяги — величина непостоянная. В первый момент она

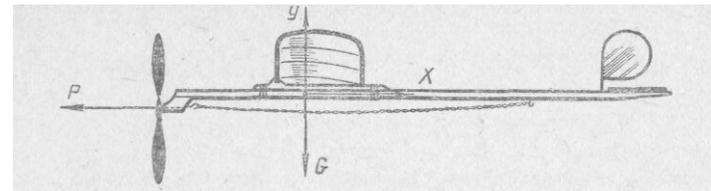


Рис. 23. Силы, действующие на летящую модель самолета.

велика, к концу работы уменьшается. В зависимости от силы тяги винта меняется и скорость полета модели.

На схематическую модель (при работе двигателя), так же как и на самолет в полете, действуют четыре силы (рис. 23): сила тяжести G , подъемная Y , тяги P и лобового сопротивления X . Подъемной силе противодействует сила тяжести, которая тянет модель вниз; сила сопротивления воздуха противодействует силе тяги, обеспечивающей движение модели вперед. При конструировании модели следует правильно рассчитать эти силы. Необходимо уменьшить силу сопротивления и массу модели, увеличив силу тяги и подъемную силу крыла. Увеличить подъемную силу можно, применив более вогнутый профиль и подобрав наивыгоднейший угол атаки.

Важной характеристикой любого летательного аппарата тяжелее воздуха (как самолета, так и модели) является аэродинамическое качество — K . Оно равно отношению подъемной силы к силе лобового сопротивления: $K=Y/X$. Аэродинамическое качество показывает, во сколько раз подъемная сила крыла больше силы сопротивления модели.

Силу тяги увеличивают, уменьшив массу модели и повысив мощность резинового двигателя. Чтобы уменьшить массу модели, применяют легкие и прочные материалы. Аккуратное изготовление и качественная обработка поверхностей модели позволяют снизить силу лобового сопротивления.

Основными величинами при расчете схематической модели самолета является размах l и удлинение K крыла (рис. 24).

При постройке основных частей моделей желательно выдерживать следующие соотношения масс: фюзеляж — 34% от массы модели, крыло — 20%, винт — не более 20%, резиновый двигатель — 20%, оперение — 6%. Нетрудно рассчитать массу модели при минимальной удельной грузоподъемности несущей поверхности (5 г/дм^2).

Конструировать модель рекомендуем в такой последовательности: выбор схемы, размаха крыла и основных размеров, вычисление площадей поверхности крыла, стабилизатора, киля, определение массы по минимальной удельной грузоподъемности, расчет воздушного винта, составление рабочего чертежа.

Размах крыла схематической модели выбирают от 700 до 850 мм.

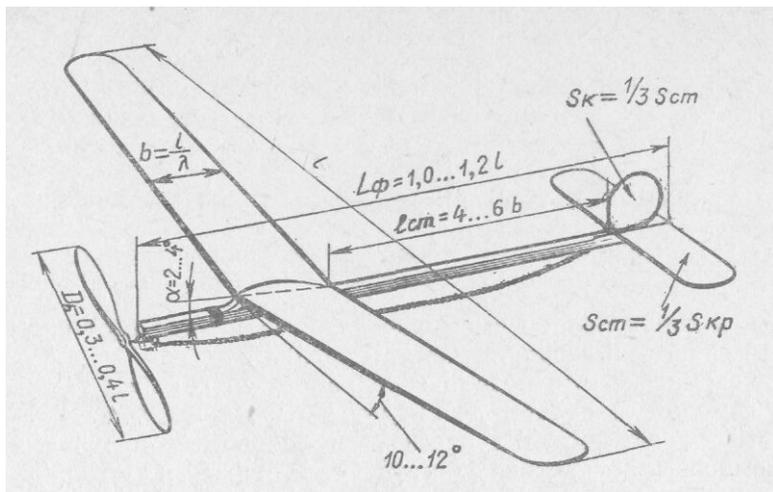


Рис. 24. Соотношение размеров схематической модели самолета:
 S — площадь крыла; b — длина хорды крыла; $l_{ст}$ — размах стабилизатора;
 $S_{ст}$ — площадь стабилизатора; $l_{в}$ — диаметр винта; $S_{к}$ — площадь киля.

Рассчитаем схематическую модель самолета с размахом крыла 800 мм. Удлинение крыла $\lambda = l/b$ для таких моделей принимают равным 5–8. Для нашего случая возьмем 7. Тогда длина хорды крыла $b = l/\lambda = (800/7)$ мм — 114 мм. Округлим значение до 110 мм. Выбираем прямоугольную форму крыла R плане с закруглениями на концах. Тогда площадь крыла $S_{кр} = l \cdot b = (800 \cdot 110)$ мм² = 88000 мм² = 8,8 дм². С учетом закруглений площадь будет около 8,7 дм².

$S_{ст} = \frac{1}{3} S_{кр} = 2,9$ дм². Размах стабилизатора с учетом $\lambda_{ст} = 3 - 3,5$ берем равным 290 мм, а ширина получается равной 100 мм. Площадь киля $S_{к} \approx S_{ст} = 1$ дм²

Диаметр винта возьмем 250 мм. Наибольшая ширина лопасти составляет 10% от диаметра — 25 мм, а высота заготовки для винта порядка 8% — 20 мм.

Длину рейки-фюзеляжа берем равной размаху крыла — 800 мм. Остается выполнить эскиз и рабочий чертеж. В процессе работы над ними каждый кружковец может вносить изменения в параметры модели, но они не должны превышать 5–10%.

Изготавливать схематическую модель самолета (рис. 25) рекомендуется в таком порядке. Фюзеляж делают из прямослойной без сучков и задигов сосновой или липовой рейки длиной 800 мм, сечением 12 X Ю мм, к хвостовой части сечение можно уменьшить до 8 X 6 мм.

Сечение передней и задней кромок стабилизатора 4X3 мм, закругления выгибают из бамбуковой рейки сечением 3X2 мм,

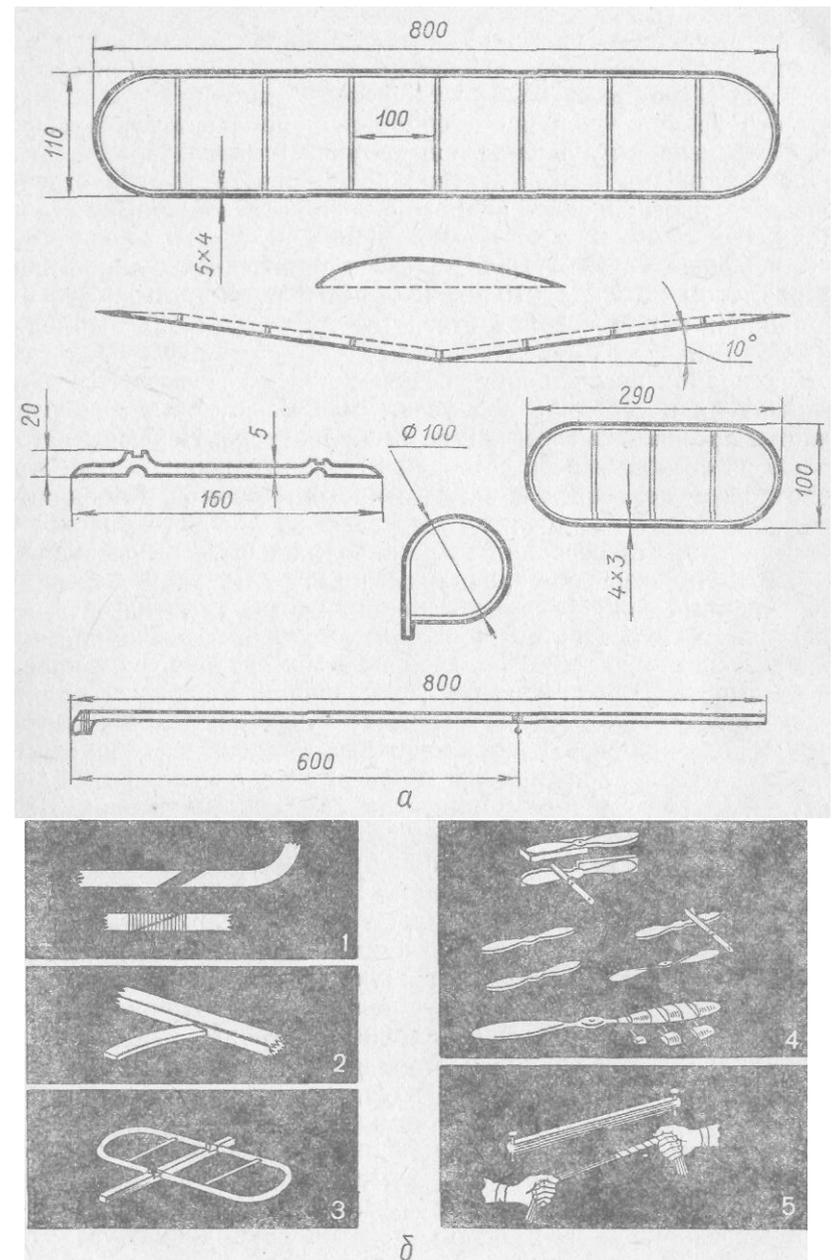


Рис. 25. Рабочий чертеж (а) и порядок изготовления схематической модели самолета (б):
 1 — склеивание «на ус»; 2 — склеивание нервюр; 3 — крепление стабилизатора; 4 — изготовление винта; 5 — изготовление резинового двигателя.

соединяют с кромками «на ус» клеем, места соединения обматывают нитками. Жесткость увеличивают тремя нервюрами сечением 2 X 2 мм. По чертежу отмечают середину стабилизатора и закрепляют его на хвостовой части фюзеляжа, предварительно вырезав в нем небольшие углубления под кромки стабилизатора.

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

К передней части фюзеляжа снизу приклеивают липовый брусок размером 25 X 20X10 мм и обматывают нитками. Это будет подшипник; в нем сверлят отверстие диаметром 1,5 мм под вал винта.

Для кромок крыла берут сосновые рейки сечением 5 X 4 мм и изгибают их в середине под углом 10°. Бамбуковые закругления крепят к кромкам так же, как на стабилизаторе. Нервюры изготавливают из сосновых реек сечением 3 X 2 мм; концы их заостряют «лопаткой» и вставляют с клеем в проколы кромок. Кабанчик для крепления крыла к фюзеляжу вырезают из липового бруска. Следует помнить, что передняя кромка должна быть выше задней на 8—10 мм. Привязывают кабанчик к крылу нитками.

Воздушный винт — самая сложная часть схематической модели самолета. Его изготавливают из бруска липы, ольхи или осины размером 250 X 25 X 20 мм. На широкой грани бруска проводят две взаимно перпендикулярные осевые линии, в центре сверлят отверстие диаметром 1 мм. Накладывают фанерный или целлулоидный шаблон вида сверху, совмещая осевые линии и очерчивая одну лопасть, затем поворачивают шаблон на 180° вокруг оси и наносят контуры другой лопасти. Острым ножом срезают лишнюю часть бруска и обрабатывают поверхность напильником. На одну из боковых граней накладывают шаблон вида сбоку, очерчивают его карандашом и срезают лишнюю часть. В дальнейшем винт обрабатывают с верхнего правого края каждой лопасти. Верхняя поверхность лопастей должна быть слегка выпуклой, а нижняя — плоской или немного вогнутой. Вогнутость получают, соскабливая древесину осколком стекла или полукруглым напильником. Зачищают лопасти шлифовальной шкуркой, одновременно центрируя винт. Для этого надевают его на тонкую проволоку и вращают. Если масса лопастей сбалансированного винта одинакова, он остановится в горизонтальном положении. Если этого не произошло, необходимо обработать опускающуюся лопасть напильником или зачистить шлифовальной шкуркой и вновь проверить центровку винта, добываясь равновесия. Готовый винт покрывают 2—3 слоями нитролака. В ступице винта закрепляют вал из стальной проволоки диаметром 1,5 мм, надевают на него две шайбы и вставляют в подшипник. Свободный конец вала изгибают в виде крючка для крепления резинового двигателя. Другой крючок для резинового двигателя крепят в хвостовой части фюзеляжа на расстоянии 600 мм от подшипника.

Обтягивают модель самолета так же, как и модель планера — папиросной или микалентной бумагой. Крыло обтягивают только сверху в два приема: сначала одну половину (консоль), потом другую.

Стабилизатор оклеивают только сверху, а киль с обеих сторон. Бумагу, выступающую за кромки, счищают шлифовальной шкуркой или срезают острым ножом.

Резиновый двигатель длиной 600 мм изготавливают из ленточной резины сечением 2 X 1 мм следующим образом: в доску вбивают два гвоздя на расстоянии, равном длине резинового двигателя; резиновую нить массой 30 г обматывают вокруг гвоздей, свободные концы связывают; в местах крепления двигатель перевязывают тонкой резинкой.

Готовый резиновый двигатель промывают теплой мыльной водой, просушивают вдали от источников тепла, смазывают касторовым маслом и упаковывают на несколько дней в темную стеклянную банку. Непосредственно перед использованием резиномотор надо промыть и просушить.

Для определения максимального числа витков двигателей следует закрутить один из них до его разрыва. Зная возможности резиновых двигателей данной длины, можно провести их динамическую формовку. Один из наиболее простых способов формовки заключается в последовательном закручивании и раскручивании резинового двигателя: сначала двигатель закручивают на 20% допустимого числа витков, затем добавляют еще 10—15%, заканчивают формовку закруткой на 80—85% от максимального числа витков. После этого резиновый двигатель снова промывают теплой мыльной водой, просушивают, смазывают касторовым маслом и упаковывают в полиэтиленовый пакет или стеклянную банку. Выдержав одну-две недели, резиновый двигатель можно использовать на соревнованиях.

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

Добившись правильной центровки, регулируют модель на планирование, т. е. без работы винта, так же как и схематическую модель планера. Держа модель одной рукой за фюзеляж, немного наклонив носовую часть вниз, плавным движением пускают ее. Если модель «задирает нос», крыло передвигают к стабилизатору. При крутом опускании — пикировании модели — крыло перемещают вперед. Хорошо отрегулированная модель должна пролетать 8—12 м.

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

Сложность регулирования модели самолета заключается в том, что при моторном полете (с раскручивающимся винтом) шикают некоторые новые отклонения по сравнению с планирующим полетом. Ниже приведены основные из них.

Модель, планирующая по прямой, кружит в моторном полете, стремясь повернуть в левую сторону (вращение винта вправо по направлению полета). Это вызвано влиянием силы реакции от вращения винта, зависящей от его частоты вращения и диаметра. Авиамоделисты исправляют этот дефект смещением (отклонением) вала винта вправо. Модель может летать кругами со снижением и по другим причинам: из-за несимметричного распределения масс различной кривизны профиля нервюр у обеих половин крыла и т. д.

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

В том случае, если модель в моторном полете трясет (и чем оольше закрутка резинового двигателя, тем сильнее), сказывается дисбаланс лопастей воздушного винта или неверный изгиб крючка зала винта.

Если после запуска модель стремительно набирает высоту и пытается сделать петлю, необходимо увеличить угол наклона вала (оси) винта вниз. А если модель медленно набирает высоту — уменьшить угол наклона вала винта.

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

Схематическая модель самолета П. Павлова (рис. 26) намного сложнее описанной выше; с ней можно успешно выступать на соревнованиях.

Рейка-фюзеляж 2 склеена из двух облегченных внутри половин. В передней части рейки закреплен подшипник с усиливающей металлической пластиной. Отверстие под вал винта смещено вниз на 3°.

Стабилизатор 5 изготовлен из бамбуковых реек различного сечения, профиль нервюр вогнутый. Крепят стабилизатор к хвостовой части фюзеляжа нитками с клеем.

Киль 4 бамбуковый, его крепят на рейке немного впереди стабилизатора. Регулируют направление полета перекосом киля.

Передняя и задняя кромки крыла выполнены из бамбуковых реек сечением 4 X 3 мм в центре и 3 X 2 мм на концах. Законцовки из бамбуковых реек сечением 2,0 X 1,5 мм изогнуты на спиртовке. Места соединения их с кромками срезаны «на ус», смазаны клеем.

Смотаны нитками. Сечение реек для нервюр 2,0 X 1,5 мм, наибольший их прогиб 10 мм. Вставляют нервюры с клеем в проколы кромок. Кабанчик 8 крыла изготовлен из липового бруска размером 170 X 15 X 8 мм.

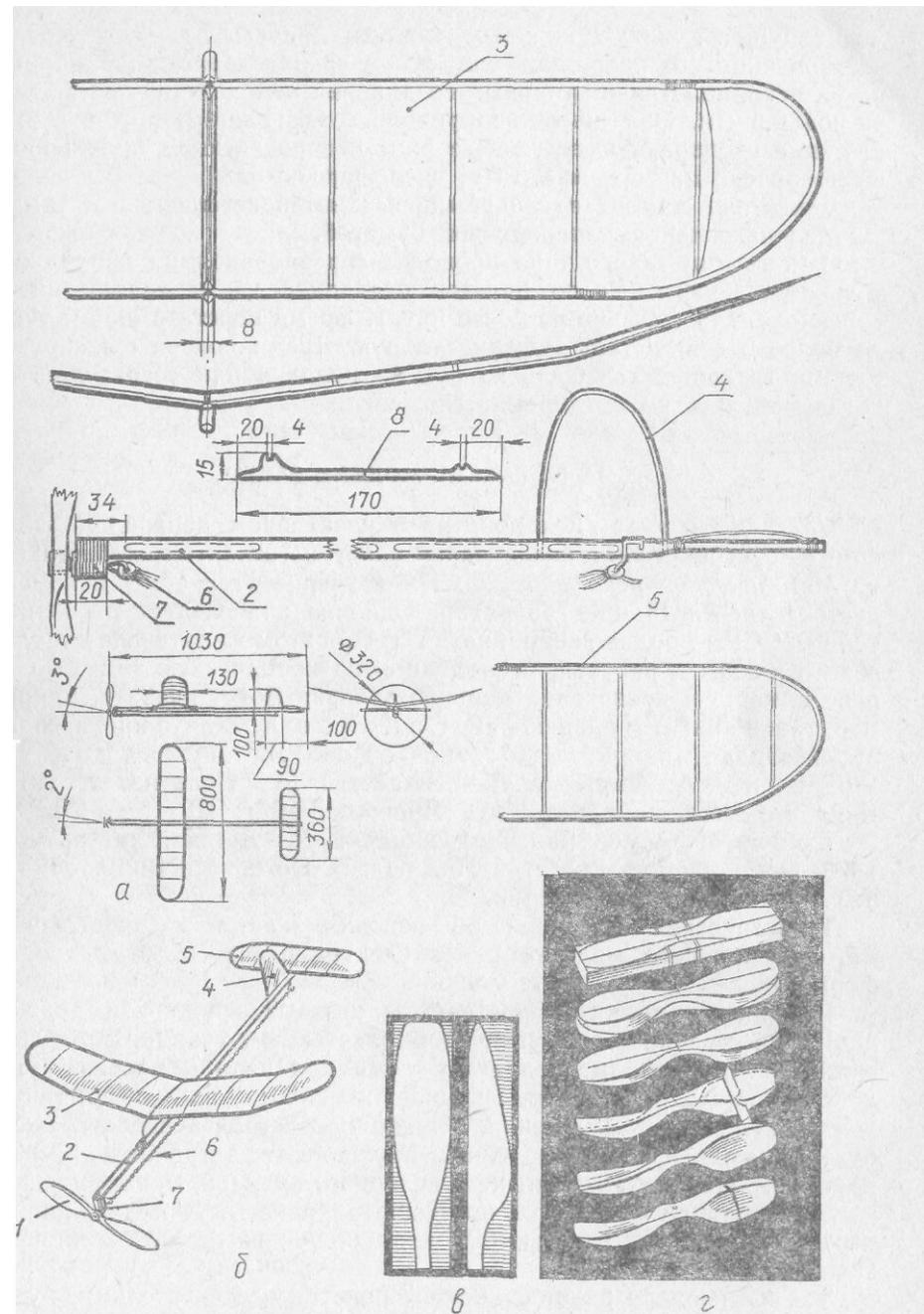


Рис. 26. Схематическая модель самолета П. Павлова:
а — чертеж; б — технический рисунок; в — шаблоны винта; г — последовательность изготовления винта; / — воздушный винт; 2 — рейка-фюзеляж; 3 — крыло; 4 — киль; 5 — стабилизатор; 6 — резиновый двигатель; 7 — подшипник; 8 — кабанчик.

Воздушный винт *I* складывающийся, лопасти из липы. После изготовления его разрезают пополам и крепят лопасти на шарнирах к ступице. Для шарнирных соединений используют жель толщиной 0,5 мм. Вал винта из проволоки ОВС диаметром 1,5 мм; пружина стопора, фиксирующего винт в определенном положении, из проволоки диаметром 0,5 мм, число витков 5.

Двигатель состоит из 30 резиновых нитей сечением 1 X 1 мм. Модель оклеивают папиросной бумагой.

С моделями такого типа проводят соревнования на продолжительность полета. Число полетов оговаривается в положении о соревнованиях (обычно не более пяти). Время полета в одном туре не более 2 мин. Старт модели — с рук. Время полета фиксируют с момента выпуска модели из рук до посадки или того момента, когда модель скроется из вида.

ТЕМА 10. РАКЕТА. МОДЕЛИ РАКЕТ

Цель. Дать учащимся понятие о реактивном движении, ознакомить с устройством и назначением ракет, изготовить модели ракет.

Методические рекомендации. На изучение этой темы рекомендуется отвести 14 ч — 7 занятий. Одно из них следует посвятить теме «СССР — родина космонавтики». При этом желательно использовать плакаты, рисунки, репродукции на космическую тему. Большую помощь в проведении данного занятия могут оказать, например, такие книги: Леонов Л., Соколов А. Ждите нас, звезды. М., Молодая гвардия, 1967; Лебедев Л., Лукьянов Б., Романов А. Сыны голубой планеты. М., Политиздат, 1971; Колл. Салют на орбите. М., Прогресс, 1977; Шаталов В., Ребров М. Космос: рабочая площадка. М., Детская литература, 1978; Орбиты сотрудничества/Под ред. Б. Петрова и В. Верещетина. М., Машиностроение, 1983.

Теоретический материал об основах полета и простейшую методику расчета моделей ракет следует изложить в доступной форме.

В процессе практической работы каждый кружковец должен построить модель одноступенчатой ракеты под стандартный двигатель. Руководитель предлагает учащимся чертеж простой, уже летавшей модели. Некоторые кружковцы захотят изготовить такую же, другие внесут изменения. Можно посоветовать сделать эскиз будущей модели. Подготовленным кружковцам, затрачивающим на постройку этой модели меньше отведенного времени, можно предложить выполнить модель двухступенчатой ракеты. А модель-копию первой жидкостной ракеты «09» рекомендуем изготовить в пионерском лагере.

Так как модели ракет снабжены ракетными двигателями, руководитель должен обратить особое внимание кружковцев на соблюдение правил безопасности при работе с ними. *Категорически запрещается изготавливать самодельные двигатели.*

На теоретической части занятий советуем сообщить следующие сведения.

Ракета — это летательный аппарат тяжелее воздуха, полет которого основан на реактивном принципе.

Первые ракеты появились в Китае вскоре после изобретения пороха. Они служили для фейерверков. Много позднее ракету стали применять и в военных целях. Это были обыкновенные стрелы с прикрепленными к ним бумажными гильзами, заполненными дымным порохом. Стрелу запускали из лука, а порох поджигали шнуром. Сноп пламени, вылетающий из ракеты, пугал противника, а реактивная сила увеличивала дальность полета стрелы.

Появление в Европе первой ракеты «летающий огонь» относится к 1250 г. Научного объяснения причин полета ракет в то время не было. Только после того, как в 1687 г. Ньютоном был сформулирован третий закон механики, стал понятен принцип реактивного движения.

Первое упоминание о русских боевых ракетах относится к 1607—1621 гг. В 1680 г. было основано первое «ракетное заведение», занимавшееся производством ракет. Созданная им сигнальная ракета находилась на вооружении русской армии более 150 лет.

Большой вклад в развитие отечественной ракетной техники внес русский ученый-артиллерист генерал А. Д. Засядько (1779—1837). Благодаря его трудам были созданы и приняты на вооружение ракеты с дальностью полета до 3 км.

Русский ученый в области артиллерии, ракетной техники, приборостроения генерал К. И. Константинов (1817—1871) разработал основы баллистики ракет и внес много усовершенствований в конструкцию и технологию изготовления пороховых ракет.

Несмотря на успехи в области применения боевых ракет, в середине XIX в. ракета теряет свое значение. После изобретения нарезного оружия артиллерия стала обладать большей кучностью стрельбы.

В XIX в. авторы ряда проектов предлагали использовать ракету в качестве двигателя летательного аппарата. Наиболее близко подошел к идее использования ракетного двигателя для космического полета молодой революционер-народник, изобретатель Н. И. Кибальчич (1853—1881). Находясь в заключении за участие в покушении на царя, он в 1881 г. разработал «Проект воздухоплавательного прибора». Это был аппарат, работающий по принципу ракеты.

Впервые идея полета ракет в космос получила научное обоснование в классических трудах К. Э. Циолковского (1857—1935). Один из них — «Исследование мировых пространств реактивными приборами». В нем впервые в мире были высказаны многие идеи, которые до сих пор использует космонавтика.

В годы Советской власти большая работа в области ракетной техники велась под руководством советского ученого и изобретателя Ф. А. Цандера (1887—1933). В 1931 г. при Центральном совете

Осоавиахима была организована группа изучения реактивного движения — ГИРД. В ее создании участвовал и С. П. Королев (1906—1966), ставший крупнейшим конструктором ракетно-космических систем. 17 августа 1933 г. совершила полет первая советская жидкостная ракета «09» конструкции Героя Социалистического Труда профессора М. К. Тихонравова (1900—1974). Двигатель ракеты работал на жидком кислороде и железобразном бензине, развивая силу тяги в 0,5 кН.

В послевоенные годы в СССР были освоены различные ракеты и проведены обширные исследования космического пространства. А 4 октября 1957 г. запуском первого искусственного спутника Земли был начат штурм космоса.

12 апреля 1961 г. впервые в истории человечества гражданин СССР Юрий Алексеевич Гагарин проник в космическое пространство. Космический корабль «Восток» был выведен на орбиту мощной ракетой-носителем.

В последние два десятилетия освоение космоса получило широкий размах. Советскими конструкторами созданы для этой цели новые мощные ракеты.

Ракеты различают по следующим признакам: по наличию несущих плоскостей — крылатые и бескрылые; по способу управления — неуправляемые и управляемые; по принципу свободного полета — аэродинамические, баллистические, космические; по назначению — боевые, сигнальные, метеорологические, геофизические и др.; по числу ступеней — одно- и многоступенчатые.

Ракета обычно состоит из корпуса, оперения, органов управления, двигателя, топливной системы и оборудования. Подъемная сила ракеты создается силой тяги ракетного двигателя (только у крылатых ракет подъемная сила создается при полете в атмосфере несущими поверхностями — крыльями).

В зависимости от употребляемого топлива различают ракетные двигатели жидкостные (ЖРД), в которых компоненты топлива до поступления в камеру сгорания находятся в жидком состоянии, и на твердом топливе (РДТТ), в которых компоненты топлива до начала химической реакции находятся в твердом состоянии. У ЖРД и РДТТ энергия топлива последовательно преобразуется сначала во внутреннюю, а затем в механическую энергию газообразных продуктов сгорания, вытекающих из сопла двигателя. Принцип работы двигателей ЖРД и РДТТ одинаков.

Рассмотрим, как создается сила тяги ракетного двигателя. Если поместить в закрытый со всех сторон сосуд некоторое количество пороха и поджечь его (рис. 27, а), то при сгорании пороха образуется газ, который стремится расшириться и занять больший объем, чем занимал до воспламенения порох. Если же в стенке сосуда сделать отверстие (рис. 27, б), и через него с большой скоростью начнут выходить пороховые газы; сила, действующая на эту стенку, уменьшится, так как ее площадь стала меньше площади противоположной стенки: появится разность сил, которая и представляет собой силу тяги.



Рис. 27. Горение пороха в сосудах: а — закрытом; б — открытом.

Сила тяги ракетного двигателя возникает вследствие выбрасывания из него массы газообразных продуктов сгорания, т. е. является реактивной силой F_p . Действие ее можно сравнить с действием силы отдачи при стрельбе из винтовки.

Величина реактивной силы зависит не только от количества, но и от скорости выбрасываемой массы газов.

В ракетном моделизме используют только двигатели твердого топлива. Самый простой и наиболее доступный — пороховой ракетный двигатель. В СССР разработано 17 типов модельных ракетных двигателей (МРД) с импульсом от 2,5 до 20 Н·с (табл. 2).

Таблица 2

№ п/п	Маркировка двигателя	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Масса двигателя, г.	Масса топлива, г	Суммарный импульс тяги, Н·с	Максимальная тяга, Н	Средняя тяга, Н	Время горения топлива, с	Время горения замедлителя, с
1	МРД 2,5-3-0	13	55	6,5—7	2,5	2,5	9	3	0,85	0
2	МРД 2,5-3-3	13	55	6,5—7	2,5	2,5	9	3	0,85	3
3	МРД 2,5-3-6	13	55	6,5—7	2,5	2,5	9	3	0,85	6
4	МРД 5-3-0	13	55	9,5—10	5	5	9	3	1,7	0
5	МРД 5-3-3	13	55	9,5—10	5	5	9	3	1,7	3
6	МРД 5-3-6	13	55	9,5—10	5	5	9	3	1,7	6
7	МРД 5-8-0	18,6	70	17—19	5	5	20	8	0,6	0
8	МРД 5-8-4	18,6	70	17—19	5	5	20	8	0,6	4
9	МРД 10-8-0	18,6	70	23—25	12	10	20	8	1,2	0
10	МРД 10-8-4	18,6	70	23—25	12	10	20	8	1,2	4
11	МРД 10-8-7	18,6	70	23—25	12	10	20	8	1,2	7
12	МРД 10-10-0	20,25	70	25—27	12	10	40	10	1,0	0
13	МРД 10-10-4	20,25	70	25—27	12	10	40	10	1,0	4
14	МРД 10-10-7	20,25	70	25—27	12	10	40	10	1,0	7
15	МРД 20-10-0	20,25	85	37—40	25	20	40	10	2,0	0
16	МРД 20-10-4	20,25	85	37—40	25	20	40	10	2,0	4
17	МРД 20-10-7	20,25	85	37—40	25	20	40	10	2,0	7

Модельные ракетные двигатели предназначены для создания движущей, силы и раскрытия системы спасения моделей ракет.

МРД состоит из прочного бумажного корпуса, в который запрессованы сопло, заряд твердого топлива, замедлитель и вышибной

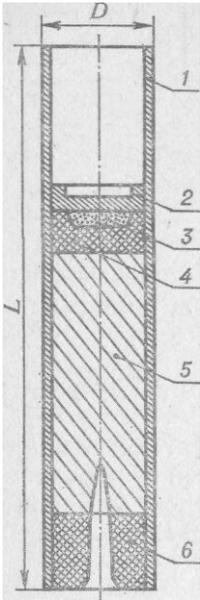


Рис. 28. Разрез модельного ракетного двигателя:
 1 — корпус (оболочка); 2—пыж; 3—вышибной заряд; 4—замедлитель;
 5 — топливо; 6 — сопло; D — наружный диаметр, мм; L — длина, мм.

заряд (рис. 28). Тяга МРД создается в результате истечения через сопло продуктов сгорания топлива; после загорания замедлителя образуется дымовой след для удобства наблюдения за полетом модели. После сгорания замедлителя воспламеняется вышибной заряд, что приводит к срабатыванию системы спасения модели.

Запуск МРД должен быть дистанционным, с расстояния не менее 10 м от стартового устройства. Для воспламенения МРД лучше всего применять воспламенители из нихромовой проволоки диаметром 0,2–0,3 мм, на которую нанесен пиротехнический состав. При накаливании проволоки электрическим током пиротехнический состав воспламеняется и зажигает заряд твердого топлива двигателя.

По маркировке на корпусе можно узнать о характеристике МРД, например МРД 20-10-4:

20 — суммарный импульс тяги, Н·с; 10—средняя тяга, Н; 4— время горения замедлителя, с; МРД 2,5-3-0: 2,5— суммарный импульс тяги, Н·с; 3—средняя тяга, Н; 0 — замедлителя нет.

Во избежание отстрела двигателя в момент срабатывания вышибного заряда его следует надежно закреплять в модели (для этого можно использовать фиксатор, плотную посадку с клеем «Аго»).

Перед установкой МРД в модель необходимо провести визуальный осмотр двигателя. Иногда на наружной части вдоль корпуса видны три небольшие складочки от матрицы при запрессовке топлива — зиги. Если зиги имеют ширину 1–1,5 мм, двигатель для ответственных стартов лучше не применять, так как по зигам может произойти разрыв корпуса. Могут быть и поперечные складки на корпусе, в основном в районе сопла. Такой двигатель тоже лучше отложить для тренировочных запусков. Кроме того, нужно проверить наличие вышибного заряда: сверху острым предметом (тонким пинцетом, иголкой) поднять бумажный пыж и, убедившись в наличии пороха, установить его на прежнее место.

Меры предосторожности при запуске. Для запуска МРД следует применять только воспламенитель, причем, вставляя в канал сопла, его надо закреплять, но ни в коем случае не забивать в сопло. В противном случае взрыв двигателя неизбежен.

Запуск МРД производят только вместе с моделью или на стенде; в случае отказа зажигания подходить к модели (МРД) можно не ранее чем через 1 мин.

Модели ракет запускают только с пускового устройства,

оснащенного направляющим штырем (стержнем) или другими направляющими длиной не менее 1 м; допустимое отклонение стержня от вертикали не более 30°. Для предотвращения травм глаз верхний конец стержня должен находиться не ниже 1,5 м от земли.

Площадка для запуска моделей ракет в радиусе 1 м от пускового устройства должна быть очищена от сухой травы и других легко-воспламеняющихся материалов.

Одно из условий полета модели ракеты по заданной траектории — ее устойчивость, т. е. способность возвращаться в положение равновесия, нарушенное внешней силой, после прекращения действия последней.

Аэродинамическая устойчивость зависит от взаимного расположения центра тяжести (ЦТ) и центра давления (ЦД). Центр давления — точка приложения всех аэродинамических сил. Если ЦТ расположен позади ЦД, аэродинамические силы создают момент, увеличивающий угол атаки. Такая модель будет неустойчивой в полете. Если ЦТ расположен впереди ЦД, при изменении угла атаки аэродинамические силы создают момент, который возвращает модель ракеты к нулевому углу атаки. Такая модель будет устойчивой. Чем дальше смещен ЦД относительно ЦТ, тем устойчивее ракета.

Отношение расстояния от ЦД до ЦТ к длине ракеты называется *запасом устойчивости*. Для ракет со стабилизаторами он составляет 5–15%.

Поскольку формулы для определения ЦТ сложны, можно предложить приближенный практический способ его нахождения. Из листового материала (картона, фанеры, целлулоида) вырезают фигуру по контуру модели ракеты и находят ее ЦТ. Это и будет искомый ЦД модели.

В полете по мере выгорания топлива положение ЦТ может меняться, но в любом случае ЦТ должен оставаться впереди ЦД. Если топливо (двигатель) размещается в хвостовой части модели, то при выгорании его ЦТ будет смещаться к носовой части ракеты и ее устойчивость увеличивается. Крайние положения ЦТ определяют балансировкой модели, готовой к старту, и модели после выгорания топлива.

Устойчивость модели можно обеспечить: утяжелением ее носовой части; смещением ЦД к хвостовой части, увеличивая площадь или изменяя расположение стабилизаторов.

Для стабилизаторов используют тонкие симметричные профили. Применение тонкой пластины упрощает изготовление модели, практически не влияя на ее аэродинамические качества.

Корпус модели ракеты представляет собой тело вращения. Расширяющийся конус хвостовой части (наилучшая форма) обеспечивает наибольшую устойчивость модели. При выборе длины корпуса удлинение A , следует брать в пределах 10–25: $A = l_k/d$, где l_k — длина корпуса; d — диаметр корпуса.

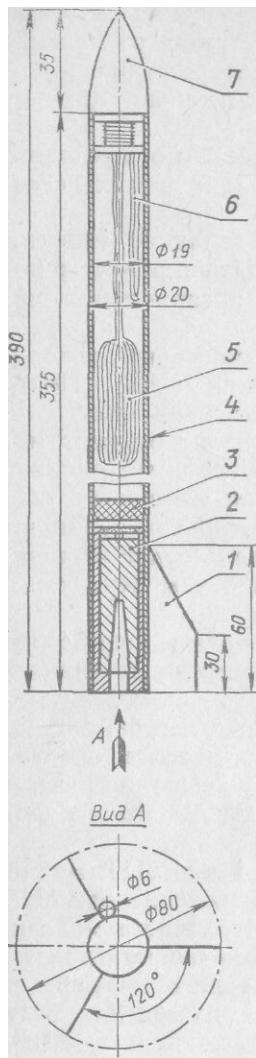


Рис. 29. Разрез модели одноступенчатой ракеты:
/ — стабилизатор; 2 — двигатель; 3 — предохранительный пжж; 4 — корпус; 5 — парашют; 6 — стропы парашюта; 7 — головной обтекатель.

Наиболее распространенный материал для корпусов моделей ракет — бумага (например, рисовальная, полуватман, ватман). Склеивают бумажные корпуса на оправках столярным или казеиновым клеем. Бумага может быть в 2–3 слоя — в зависимости от ее толщины.

Диаметр МРД различен. Если строить модель с двигателем диаметром 20 мм, диаметр корпуса должен быть больше этого размера. При $J_0 = 20$ длину корпуса получаем равной 400 мм. Это и будет длиной бумажной заготовки для корпуса. А ширину заготовки можно определить по формуле длины окружности $C = \pi d$, где d — диаметр оправки. Если корпус делают из двух слоев бумаги, то ширина заготовки будет $t_0 = 2C = 2\pi d$; если из трех, то $t_0 = 3\pi d$. К полученному размеру следует прибавить 10–15 мм на припуск для шва. Можно определить ширину заготовки для корпуса, обмотав два раза оправку полоской бумаги и прибавив 10–15 мм на шов.

Заготовку располагают так, чтобы ее длина была направлена вдоль волокон бумаги.

Особо прочные корпуса изготавливают из стеклопластика.

Основной материал для стабилизаторов — авиационная фанера толщиной 1–2 мм; применяют также липу и бальзу.

Парашют для одноступенчатой модели выполняют из бумаги, шелка, капрона, металлизированной пленки.

Наиболее трудно изготовить корпус. Поэтому вначале лучше научить ребят клеить трубочки для направляющих колец. Оправкой может служить круглый карандаш. Просушенные трубочки

разрезают ножом на кольца шириной 5–8 мм.

Модель одноступенчатой ракеты (рис. 29). Корпус состоит из двух слоев чертежной бумаги; склеен столярным клеем на оправке диаметром 19 мм. Направляющие кольца — из четырех слоев чертежной бумаги, оправкой для их склеивания может служить карандаш диаметром 6 мм.

Три стабилизатора изготовлены из фанеры толщиной 1 мм и присоединены встык к нижней части корпуса нитроклеем.

Головной обтекатель выточен на токарном станке из березовой

Рис. 30. Модель ракеты с лентой «РВ-100»:
/ — головной обтекатель; 2 — нить подвески; 3 — лента; 4 — корпус; 5 — стабилизатор; 6 — резинка-амортизатор; 7 — направляющее кольцо.

древесины. Крепят его к верхней части корпуса с помощью резинового амортизатора.

Купол парашюта диаметром 500 мм изготавливают из микалентной бумаги; 18 стропов из ниток № 10 крепят к головному обтекателю.

Собранную модель покрывают нитролаком (эмалитом) и окрашивают в черный и желтый цвета (полосами). Масса модели без двигателя 25 г.

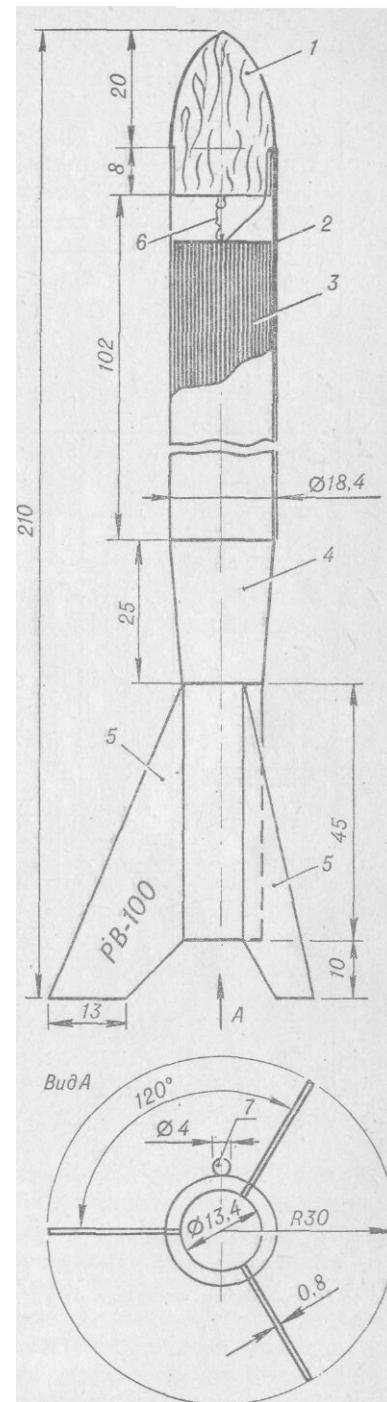
Модель ракеты «РВ-100» (рис. 30). Сконструирована для соревнований «спуск на ленте» и на высоту полета. Для ее запуска применяют двигатель МРД 2,5-3-3.

Корпус длиной 190 мм формуют из стеклопластика на двух оправках: переменного сечения и диаметром 18 и 13 мм. Три стабилизатора вырезают из липовой пластины и встык приклеивают к корпусу эпоксидным клеем. Направляющие кольца диаметром 4 мм и длиной 3 мм — из стеклопластика. Резинку-амортизатор крепят к корпусу снаружи в районе центра тяжести модели (ЦТ определяют для модели с двигателем). Тормозная лента — из лавсановой пленки толщиной 0,4 мм.

Масса модели без двигателя 8 г.

Модель-копия ракеты «09» (рис. 31). 17 августа 1933 г. под Москвой в Нахабино была запущена первая советская ракета «09» конструкции М. К. Тихонравова. Модель-копия знаменитой гирдовской ракеты «09» (ГИРД — группа изучения реактивного движения) разработана (в масштабе 1:4) на станции юных техников г. Электростали.

Прежде всего надо изготовить



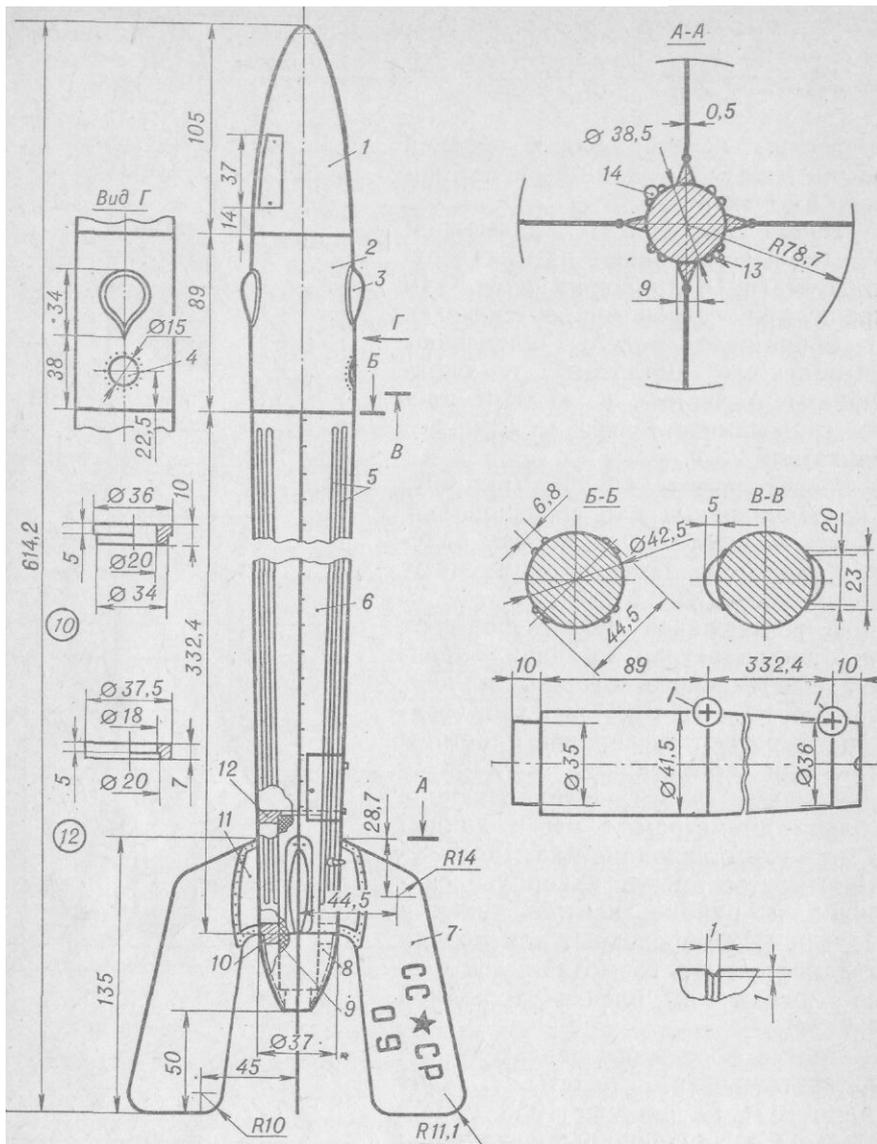


Рис. 31. Модель-копия ракеты «09»:

1 — головной обтекатель; 2 — приборный отсек; 3 — боковой обтекатель; 4 — стекло манометра; 5 — ребра жесткости; 6 — корпус; 7 — стабилизатор; 8 — хвостовой обтекатель; 9 — МРД 20-10-4; 10 — шпангоут стабилизатора; 11 — упорный шпангоут; 12 — свеча зажигания; 13 — направляющий

оправку для выклейки корпуса. Ее можно выточить из дюралюминия, причем внешние диаметры необходимо сделать на 1 мм меньше соответствующих размеров модели.

Корпус клеят из двух слоев чертежной бумаги; цилиндрическую и коническую части выклеивают отдельно. Оболочки торцуют острозаточенным ножом, зажав их вместе с оправкой в патрон токарного станка. Затем элементы корпуса снимают с болванки и склеивают.

Боковые обтекатели штампуют из тонкого целлулоида. К цилиндрической части корпуса их прикрепляют нитроклеем. Там же прорезают отверстие и закрывают изнутри целлулоидным диском — это имитация остекления манометра.

В нижней части корпуса вклеивают два шпангоута, выточенных из липы; верхний шпангоут — упорный.

Стабилизаторы вырезают из липы. Для прочности их поверхности оклеивают стеклотканью. Стабилизаторы крепят к корпусу эпоксидным клеем, места стыков усиливают бальзовыми (липовыми) обтекателями.

Вдоль корпуса сверху вниз проходят восемь ребер жесткости, их можно выстругать из липовых реек длиной 310 мм. Направляющие кольца — из жестяных полосок шириной 2 мм. Их крепят к корпусу эпоксидным клеем.

Головной обтекатель вытачивают из липы. Для облегчения детали внутри протачивают полость.

Съемный хвостовой обтекатель формуют из стеклопластика. После установки ракетного двигателя его прикрепляют к шпангоуту корпуса четырьмя винтами М2.

Паращют вырезают из микалентной бумаги; диаметр его купола 750 мм.

После сборки модель сначала покрывают двумя слоями клея АК-20, а затем шпаклюют и обрабатывают шкуркой. Окончательная отделка — покраска в серебристый цвет («серебрянкой»); надписи «СССР» и «09» — черные, звезда — красная. После окончательной отделки масса модели должна быть в пределах 120 г. На модель устанавливают двигатель МРД 20-10-4.

Запуск моделей. Для безопасного запуска моделей ракет необходимо стартовое оборудование, состоящее из пускового устройства, пульта управления и проводников для подачи электропитания к нити накаливания.

Пусковое устройство должно ограничивать движение модели по горизонтали до тех пор, пока не будет достигнута скорость, надежно обеспечивающая безопасный полет по намеченной траектории. Применять встроенные в пусковую установку механические устройства, помогающие при запуске, запрещается.

Простейшее пусковое устройство — направляющий штырь диаметром 5–6 мм, длиной 1,4–1,5 м, ввинчиваемый в стартовую плиту. Угол наклона штыря к горизонту должен быть более 60°. Пусковое устройство придает модели определенное направление по-

лета и обеспечивает хорошую скорость в момент схода модели с направляющего штока.

Запуск или воспламенение топлива должны осуществляться при помощи дистанционного электрического пульта управления, расположенного на расстоянии не менее 10 м от модели. Пуль управления — это коробка, в которой размещены электрические батареи или аккумуляторы. На одной из крышек должны быть установлены сигнальная лампа, блокировочный ключ и кнопка запуска.

Для подачи питания; лучше использовать медный изолированный провод диаметром не менее 0,2—0,3 мм. Спираль накаливания изготавливают из нихромовой проволоки диаметром 0,3—0,4 мм; число витков спирали зависит от типа батарей питания.

Проведение соревнований. С моделями одноступенчатых ракет можно проводить соревнования на высоту и время полета. Наиболее простой и доступный вид состязаний в школьных кружках и пионерских лагерях — соревнование на время полета («парашютирование»); его цель — добиться наибольшей продолжительности полета модели ракеты.

Очень интересны для зрителей соревнования «спуск на ленте». По правилам соревнований, принятым в СССР, минимальное отношение длины ленты к ее ширине 10 : 1. Весь полет происходит на виду у участников и зрителей. Победителя можно определять по одному запуску, а также по сумме результатов в нескольких турах. Соревнования «спуск на парашюте» проводят в 5 туров с ограничением времени фиксации. Победителем считается участник, набравший наибольшее число очков (1 с соответствует 1 очку). Время фиксируется от начала движения модели ракеты на пусковой установке до момента касания ее земли или того момента, когда модель скроется из вида. Если во время полета обрывается головной обтекатель или корпус, полет не засчитывают. Полет считается невыполненным и оценивается в ноль очков, если у модели не раскрылся парашют.

Для проведения соревнований желательно выбрать площадку вдали от жилых помещений, линий электропередач и деревьев.

ТЕМА 11. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ СОРЕВНОВАНИЙ

Цель. Выявить лучшие летные качества моделей-

Методические рекомендации. Соревнования — одна из форм массовой спортивной работы в авиамодельном кружке. Элементы спорта, дух соперничества обязательно присутствуют в процессе занятий авиамоделизмом, и руководитель кружка должен использовать их в учебных и воспитательных целях. Формы и содержание игр и соревнований зависят от времени обучения и от уровня подготовки кружковцев.

Участие в соревнованиях — один из стимулов технического совершенствования. Однако не следует увлекаться исключительно

спортивной стороной авиамоделизма. Высокие спортивные достижения немислимы без исследовательской работы учащихся. Соревнования должны способствовать углублению технических знаний, воспитывать волю и закалять характер кружковцев.

Выше были описаны игры и соревнования с простейшими моделями. Организация таких соревнований обычно не вызывает затруднений для руководителей кружков. Сложнее соревнования по моделям планеров и самолетов. Так как для их запуска требуются определенные условия, соревнования по моделям планеров и моделей самолетов рекомендуется проводить раздельно.

К соревнованиям необходимо подготовиться следующим образом. Из старшеклассников следует выбрать главного судью и его заместителей (не более двух). Иногда обязанности главного судьи выполняет руководитель или авиамоделист-спортсмен. Заместителями должны быть хорошо подготовленные моделисты, не принимающие участия в данных соревнованиях.

Для контроля за соблюдением технических требований, предъявляемых к моделям, назначают технический комитет. Фиксируют спортивные результаты судьи-хронометристы. Если возможно, организуют стартовую команду для поддержания порядка на старте.

Местом соревнований можно выбрать луг, большую поляну, а лучше аэродром.

Организаторам соревнований надо позаботиться об оснащении старта: здесь должны быть рулетка, секундомер, дрель для закручивания резиновых двигателей, леер длиной 50 м, весы с разновесами и т. д. Желательно отвести на стартовой площадке место для несложного ремонта моделей.

О времени и месте соревнований следует заранее известить учащихся, вывесив афишу соревнований.

Проводить соревнования надо в воскресный или праздничный день. Руководитель должен пригласить на них родителей кружковцев. Открытие соревнований начинают построением участников и рапортом главному судье. Судьи на старте наблюдают за выполнением правил участниками состязаний.

Соревнования проводят на личное первенство. Если участвуют члены двух или более кружков, интересно организовать командные состязания. Состав команды заранее оговаривают в положении. В нее включают трех-четырех авиамоделистов с различными схематическими моделями (планеров, самолетов). Заканчивают соревнования объявлением результатов, вручением дипломов, грамот и призов.

Авиамодельные соревнования — это итог длительной работы каждого моделиста. На них проверяют не только качество моделей, но и умение школьников целеустремленно использовать все свои знания и силы для достижения успеха. А успешному выступлению на любых состязаниях предшествуют учеба и тренировка.

На занятиях кружка ребята учатся готовить свои модели к соревнованиям, знакомятся с правилами запуска, предваритель-

ной регулировкой. Руководитель должен научить кружковцев рассчитывать время старта, выяснять причины неудачных полетов и быстро устранять дефекты, правильно работать с помощником.

Как было сказано, успех на соревнованиях зависит и от степени готовности модели. Обычно авиамоделисты готовят к соревнованиям две модели: одну — для полетов в безветрие, другую — в ветреную погоду. Если модель одна, очень важно в ходе состязаний вносить при регулировке коррективы в зависимости от меняющихся условий.

Перед каждым запуском необходимо осмотреть модель, проверить надежность и прочность крепления ее частей, сменить резиновый двигатель (у моделей самолетов).

На соревнованиях возможна и поломка модели. Кружковцы должны уметь правильно и быстро ремонтировать модель. Иногда кружковец, спеша выйти на старт, выполняет ремонт небрежно, грубо заклеивает порванную обшивку, вместо того чтобы вырезать поврежденное звено обтяжки и аккуратно наклеить новое. Следует помнить, что неудачный ремонт ухудшает летные качества модели: провисшая обтяжка изменяет форму крыла, стабилизатора, возникает добавочное сопротивление, модель плохо набирает высоту, хуже планирует.

Иногда моделест, заметив, что отклонение кия вызывает разворот модели, устраняет этот недостаток; но затем, если появляется кружение, он считает, что причина та же, хотя на этот раз разворот вызван перекосом крыла при виде сверху или смещением вала винта (при моторном полете). Научить ребят правильно находить причину, изменяющую полет, в каждом конкретном случае не просто: для этого необходима большая, кропотливая работа руководителя кружка — тренера. Во время тренировок нужно выявлять неисправности, дефекты и на этих примерах учить анализировать причины неудач и правильно выбирать способы устранения, теоретически обосновывая неудачные старты и полеты.

Большое значение имеет наблюдение начинающих авиамоделестов за работой на старте более опытных кружковцев, анализ причин их успехов и неудач. Соревнования авиамоделестов-спортсменов — лучшая школа для начинающих. Посещение таких состязаний следует организовывать руководителям авиамоделестных кружков.

Положение о значке «Авиамоделест ДОСААФ СССР». Авиамоделестный спорт — один из видов авиационного спорта, внесенный в Единую всесоюзную спортивную классификацию. В соответствии с ней авиамоделестам-спортсменам, добившимся определенных спортивных достижений, можно присваивать звания «Мастер спорта международного класса», «Мастер спорта СССР», «Кандидат в мастера спорта», а также спортивные разряды с первого по пятый.

За особо выдающиеся спортивные достижения присваивается звание «Заслуженный мастер спорта». У нас в стране только пять авиамоделестов-спортсменов носят это почетное звание: Б. Шкур-

ский, Ю. Сироткин, В. Онуфриенко, В. Шаповалов и В. Крамаренко.

Первой ступенькой на пути спортивного совершенства является значок «Авиамоделест ДОСААФ СССР», который учредил ЦК ДОСААФ в целях массового развития авиамоделестизма среди советских школьников. Для получения значка «Авиамоделест ДОСААФ СССР» школьники должны быть активными членами авиамоделестного кружка и выполнить следующие нормы:

1. Сделать самостоятельно (по готовым чертежам): а) различные простейшие летающие бумажные модели (например, «муху»); б) схематическую модель самолета (планера); собрать и отрегулировать ее.

2. Уметь запускать: а) воздушный коробчатый змей; б) построенную самостоятельно схематическую модель самолета (планера) с продолжительностью зачетного полета не менее 30 с.

3. Уметь определять силу и направление ветра (ориентировочно) по местным признакам: дыму, деревьям, состоянию водной поверхности.

4. Знать: а) название, назначение и устройство основных частей самолета и планера; б) схему управления самолетом; в) основные принципы полета планера и самолета.

Нормы на значок «Авиамоделест ДОСААФ СССР» выполняют в авиамоделестных кружках, лабораториях аэроклубов, авиаспортклубов, школах, училищах, на станциях юных техников, в Домах и Дворцах пионеров, пионерских лагерях.

КРУЖОК ВТОРОГО ГОДА ЗАНЯТИЙ

Задача авиамоделестного кружка второго года занятий — расширять знания и совершенствовать навыки, приобретенные учащимися в течение первого года занятий. Руководитель должен широко использовать элементы спорта, развивать интерес к теории полета, учить ребят самостоятельно, творчески решать технические задачи. Более сложной становится спортивная работа, так как кружковцы строят фюзеляжные модели самолетов и планеров. Учащиеся, получившие спортивный разряд после первого года занятий, должны его повысить.

В течение учебного года кружковцы работают в основном индивидуально, но иногда полезно поручить двум учащимся изготовить одну модель. Работу над моделями строят так, чтобы у школьников развивались самостоятельность и активность.

Ниже помещен примерный тематический план второго года занятий (см. с. 90). Руководитель вправе изменить его, исходя из условий работы кружка, его материально-технической базы, степени подготовки учащихся.

Вводное занятие начинаю беседей о достижениях советской авиации, новостях авиационной и космической техники. Для этого надо подготовить соответствующие иллюстрации.

Следует также сообщить об итогах работы в предыдущем учебном году, о спортивных достижениях кружковцев. Хорошо, если школьники, участвовавшие летом в городских или областных соревнованиях, расскажут о них и продемонстрируют свои модели.

В заключение руководитель знакомит ребят с программой и планом работы кружка, последовательностью изготовления типов моделей, календарем спортивных соревнований.

Примерный тематический план второго года занятий

Названия темы	Количество часов на занятия		
	теоретические	практические	всего
1. Вводное занятие. Авиамоделизм в СССР	3		3
2. Категории и классы авиационных моделей	3	—	3
3. Аэродинамика и летающие модели	3	—	3
4. Модель планера А-1	4	44	48
5. Модель самолета В-1	4	47	51
6. Кордовая учебно-тренировочная модель	6	75	81
7. Авиамодельные двигатели	2	4	6
8. Воздушные винты авиационных моделей	2	4	6
9. Организация и проведение соревнований	—	12	12
10. Заключительное занятие	3	—	3
Итого	30	186	216

На втором занятии руководитель рассказывает о современном авиамоделизме, технических требованиях к летающим моделям, принятых в СССР, соблюдение которых обязательно при конструировании авиамodelей. Демонстрируя изготовленные модели или их чертежи, фотографии, знакомит ребят с существующими категориями и классами летающих моделей, их назначением и применением.

Теме «Аэродинамика и летающие модели» следует посвятить одно занятие. Для его проведения руководитель должен подготовить соответствующую литературу, плакаты. Можно давать материал данной темы и по частям при выполнении практических работ по другим темам.

При изучении тем «Модель планера А-1» и «Модель самолета В-1» важная задача руководителя — научить кружковцев правильно рассчитывать основные параметры летающих моделей. Технические данные этих моделей имеют ограничения по массе и площади, но у учащихся остается достаточный простор для творческой работы: выбор и расчет профилей крыла и стабилизатора, диаметра и шага воздушного винта, длины резинового двигателя и т. д.

При конструировании этих моделей кружковцы глубже познают основы аэродинамики летающих моделей, рассчитывают и вычерчивают профили своих моделей, составляют эскизы и рабочие чертежи. При изготовлении моделей руководитель сообщает основные сведения о технологии обработки материалов, применяемых при построй-

ке, показывает приемы работы. Необходимо инструктировать учащихся по правилам безопасности, особенно при работе на различных станках.

На занятиях по теме «Кордовая учебно-тренировочная модель» руководитель рассказывает об отличии кордовых моделей от свободнолетающих, их классах и требованиях к ним; отмечает особенности расчета кордовой модели, объясняет, каково влияние сил, действующих на модель при полете по кругу, обращает особое внимание на ее устойчивость, конструкцию и кинематику системы управления.

Цель практических занятий по теме — составление эскизных проектов, рабочих чертежей и изготовление кордовой модели. Можно рекомендовать делать одну модель двоим кружковцам. При постройке кордовых моделей желательно использовать типовые схемы, чертежи, внося некоторые изменения во внешнюю форму, конструкцию.

Испытательные полеты моделей следует проводить после изучения авиамодельных двигателей.

При изучении темы «Авиамодельные двигатели» кружковцам следует рассказать о двигателях, применяемых в «большой» авиации. Затем детально изучить устройство и принцип работы авиамодельных двигателей Мк-17, МАРЗ-2,5, «Ритм», КМД, научиться разбирать и собирать их, правильно эксплуатировать и определять неисправности. На заключительном занятии данной темы необходимо рассказать о свойствах топлива для авиамодельных двигателей и разобрать методику его приготовления из компонентов. При этом нужно провести инструктаж по правилам безопасности при работе с топливом.

Тема «Воздушные винты авиационных моделей» включает сообщение краткой теории воздушного винта и практическую работу по изготовлению винтов для кордовой тренировочной модели.

Итогом работы кружка второго года занятий должна быть выставка построенных моделей и показ их в полете. Рекомендуется организовать выступления кружковцев с моделями в школах города, района — беседы с учащимися, показательные полеты на школьном стадионе.

На заключительном занятии руководитель вручает спортивные квалификационные билеты авиамоделистам, выполнившим нормы разрядов, рекомендует, как работать с моделями летом, в пионерском лагере. Наиболее отличившихся учащихся — пионеров-инструкторов, направленных вести кружки в пионерском лагере или на детской площадке при ЖЭКе, необходимо подготовить к работе с младшими школьниками.

ТЕМА 1. ВВОДНОЕ ЗАНЯТИЕ. АВИАМОДЕЛИЗМ В СССР

Цель. Ознакомить учащихся с историей развития авиамоделизма в нашей стране, достижениями советских спортсменов-авиамodelистов.

Методические рекомендации. Летающая модель — уменьшенная копия летательного аппарата. Летающие модели давно служат человеку для проведения самых различных исследований: с их помощью проверяют новые идеи и технические новинки, ведут научные изыскания. Большую роль играют они в развитии авиации. Так, сконструированная в 1754 г. нашим великим соотечественником М. В. Ломоносовым модель для подъема метеорологических приборов явилась прообразом современного вертолета. Опыты с летающими моделями оказали большую помощь А. Ф. Можайскому в создании первого самолета. На моделях он проверял теорию и правильность предположений, заложенных в основу проекта первого летательного аппарата.

Летающие модели — одно из лучших средств проверки правильности теоретических расчетов. В настоящее время разработана методика, которая позволяет использовать результаты опытов, проводимых с моделями в аэродинамических трубах, при расчетах натуральных самолетов. Принципы полета, картину многих явлений, происходящих с самолетами в полете, проверяют и изучают на летающих моделях.

В наши дни летающая модель — одно из средств приобщения к авиации огромной армии школьников. Тысячи ребят конструируют летающие модели в школах, на станциях и в клубах юных техников, в спортивно-технических клубах. Работой по авиамоделизму руководит ДОСААФ в содружестве с ВЛКСМ и органами народного образования.

Авиамоделизм — это и вид технического творчества школьников, и массовый военно-технический вид авиационного спорта. Советский авиамоделизм включает: изучение истории летательных аппаратов и роли русских и советских ученых, изобретателей в их создании; изучение конструкции и теории полета планеров, самолетов, вертолетов, ракет; конструирование летающих моделей планеров, самолетов, вертолетов, ракет; организацию и проведение спортивных соревнований, установление рекордов по авиамодельному спорту.

Занятия авиамоделизмом воспитывают патриотизм, развивают силу воли, упорство и настойчивость в достижении цели.

Дата рождения отечественного авиамоделизма — 2 января 1910 г. В этот день состоялись первые состязания летающих моделей. Самый дальний полет составил 17 м. Одним из организаторов этих состязаний был «отец русской авиации» Николай Егорович Жуковский — ученый, основоположник современной гидроаэродинамики. Содействовал распространению авиамоделизма К. Э. Циолковский, строивший и запускавший со своими учениками тепловые шары и воздушные змеи. Широкое распространение авиамоделизм получил после Великой Октябрьской социалистической революции.

Созданное в 1923 г. Общество друзей воздушного флота (ОДВФ) призвано было проводить большую работу по созданию мощного

воздушного флота, вовлекать молодежь в авиационные, планерные и авиамодельные кружки. В этом же году были заложены основы массового советского авиамоделизма, начали выходить журналы по авиамоделизму и теории авиации.

Ведущую роль в развитии авиамоделизма сыграла Центральная авиамодельная лаборатория (ЦАМЛ), созданная в 1931 г. Вскоре открылись лаборатории и кабинеты во многих других городах, и авиамоделизм стал начальной ступенью подготовки авиационных кадров.

Вот как говорит о своих первых шагах на пути в авиацию Генеральный конструктор Александр Сергеевич Яковлев: «Я начал интересоваться авиацией, когда еще был пионером... Помню, меня очень влекло к технике... А в 1922 г. я построил первую модель самолета... Конечно, это была нелетающая модель.

Самым радостным днем в моей жизни был день, когда поднялась в воздух наша первая модель самолета с резиновым моторчиком.

В 1927 г. ... мне удалось сконструировать и построить свой первый легкий самолет...

Потом я поступил в Военно-Воздушную академию и, окончив ее, стал инженером. Все время я работал над конструкцией легких самолетов...»¹

Спорт — одно из направлений развития авиамоделизма на всех его этапах. На соревнованиях происходит оценка спортивных и технических достижений модельеров. В 1952 г. авиамодельный спорт был включен в Единую спортивную классификацию, что безусловно отразилось и на его развитии.

Первые Всесоюзные соревнования по летающим моделям были проведены в августе 1926 г. в Москве на Центральном аэродроме: 70 авиамодельеров представили на них 126 моделей. Эти состязания положили начало обмену опытом работы. Из результатов следует отметить дальность полета — 40 м — модели «утка» с двумя, резиновыми двигателями тульского авиамодельера А. Шубина. А наибольшее время полета — 3 мин 1 с — показала модель «утка» Б. Кирштейна (Тамбов) с одним резиновым двигателем. На вторых Всесоюзных состязаниях, проходивших осенью 1927 г. под Москвой, наибольшее внимание привлекли полеты фюзеляжных моделей. Так, модель Л. Козлова с резиновым двигателем, поднявшись с земли, пролетела 446 м, побив рекорд немецкого модельера К. Мобиуса.

Один из ведущих авиамодельеров Г. Миклашевский провел в то время много исследований с моделями самолетов. Материалы его исследований позволили подвести научную базу для расчетов летающих моделей. Талантливейшим авиамодельером предвоенного времени по праву считался Михаил Зюрин. 8 мая 1938 г. он уста-

¹ Бабаевы., Гаевский О., Иванников Д. и др. Авиационный моделизм. М., 1960. с. 159—160.

новил первый официальный международный рекорд дальности полета для моделей с механическим двигателем — 21 км 857 м. На этой модели был установлен двигатель его конструкции.

В этот же период появился новый вид моделей — комнатные. Для изготовления таких моделей применяли солому разных трав, обтяжку делали из микропленки. Масса комнатных моделей не превышала 5 г, запускали их в помещении. В марте 1941 г. на состязаниях московских авиамodelистов М. Зюрин установил все-союзный рекорд продолжительности полета — 2 мин 33 с. Его модель при размахе крыла 400 мм имела массу 1,69 г.

С началом Великой Отечественной войны массовая работа по авиамodelизму прекратилась. Но уже весной 1943 г. в Ленинграде после снятия блокады были проведены соревнования авиамodelей.

Выдающиеся результаты показал на Всесоюзных соревнованиях 1946 г. Г. Любушкин (Москва). Его модель продержалась в воздухе 2 ч 49 мин, достигла высоты 2,8 км и пролетела 124,5 км.

В 1949 г. впервые советские спортсмены приняли участие в международных соревнованиях в Венгрии.

В 1950 г. известный конструктор авиамodelьных двигателей В. Петухов применил на своей модели новый двигатель с воспламенением рабочей смеси от сжатия. В это же время среди конструкторов «малой» авиации широкое развитие получили кордовые модели — модели, летающие по кругу и удерживаемые кордовой прочной нитью или тросом (стальной 0 0,3—0,4 мм). Полеты моделей на корде стали зрелищнее, способствовали вовлечению в авиамodelизм большой армии школьников.

В 1954 г. Москва принимала авиамodelистов из семи социалистических стран. Соревнования прошли в товарищеской атмосфере и показали возросшее мастерство авиамodelистов СССР. Победителем стала команда Чехословакии, наша команда заняла второе место.

После вступления Федерации авиамodelьного спорта СССР в Международную авиационную федерацию (ФАИ) последовала коренная перестройка спортивной работы по авиамodelизму — изменились требования к моделям, нужно было осваивать их новые классы. Потребовалось более глубокое изучение теории полета моделей, поиск новых путей спортивного совершенствования. Все это не замедлило сказаться — на чемпионате Европы в 1956 г. победителем стал В. Петухов (Москва).

Мировой рекорд скорости полета кордовой модели установил М. Васильченко на соревнованиях в Ташкенте в 1957 г.— 232 км/ч. Абсолютный рекорд скорости — 301 км/ч — установил на международных соревнованиях в Брюсселе И. Иванников, продемонстрировавший кордовую модель с реактивным двигателем.

В 1962 г. в Киеве проходил чемпионат мира по кордовым моделям. Впервые сильнейшими в мире стали московские инженеры Б. Шкурский и Ю. Сироткин — они победили в классе гоночных моделей и первыми среди авиамodelистов получили звание «За-

служенный мастер спорта СССР». После этого советские «гонщики» неоднократно становились победителями. В 1970 г. чемпионами мира стали киевляне Б. Краснорутский и А. Бабичев, в 1972 г.— В. Тимофеев и К. Плоциныд, в 1974 г.— В. Онуфриенко и В. Шаповалов, а в 1976 г.— В. Барков и В. Сураев. В 1982 г. В. Онуфриенко и В. Шаповалов вторично стали сильнейшими в мире в классе гоночных моделей.

На чемпионате Европы 1963 г. в Бельгии советские авиамodelисты одержали победу в командном зачете по пилотажным и гоночным моделям и заняли общекомандное первое место, а спортсмены из Сочи А. Золотоверх и Э. Кобец стали чемпионами Европы.

В 1964 г. на чемпионате мира в Венгрии заслуженный мастер спорта СССР Ю. Сироткин удостоен звания чемпиона мира по пилотажным моделям. Неоднократно одерживали командную победу на чемпионатах мира планеристы и спортсмены, выступающие с моделями, на которых установлены резиновые двигатели. А чемпионами мира по планерам были А. Аверьянов (1961 г.), В. Ехтенков (1973 г.) и В. Чоп (1975 г.).

Звание сильнейших завоевала на чемпионате мира в 1974 г. в США команда советских «копиистов» в составе В. Крамаренко, В. Конченко, И. Токарева. В личном первенстве победу одержал киевлянин В. Крамаренко, выступавший с моделью-копией самолета Ан-14М.

Подтвердила звание сильнейшей команда «копиистов» в составе В. Югова, В. Кривушева, А. Борзова и в 1976 г. на чемпионате мира в Швеции. В. Югов — конструктор модели-копии Як-18пм стал серебряным призером мирового первенства. На проходившем в том же году чемпионате мира по кордовым моделям в Голландии стал сильнейшим экипаж советских «гонщиков» — В. Барков и В. Сураев.

В декабре 1976 г. в Москве, в Центральном Доме авиации и космонавтики им. М. Фрунзе было отмечено 50-летие советского авиамodelизма.

В 1977 г. на мировом чемпионате по свободнолетающим моделям в Дании призерами стали: А. Лепп (планер) и С. Самокиш (резиномоторная модель) — серебряная медаль, Е. Вербицкий (таймерная модель) — бронзовая. На чемпионате Европы в Бельгии золотые медали и звание чемпионов по гоночным моделям завоевал советский экипаж — Б. Краснорутский и В. Крамаренко. У В. Баркова и В. Сураева — серебряные награды. Команда «гонщиков» СССР вновь стала первой. В классе пилотажных моделей у сборной СССР — вторые места, а у В. Еськина — серебряная медаль.

Чемпионат мира по кордовым моделям 1980 г. проходил в ПНР. Победу в классе моделей «воздушного боя» одержал О. Дорошенко из Свердловска. В том же году на европейском первенстве по свободнолетающим моделям в СФРЮ золотую медаль чемпиона по таймерным моделям завоевал Н. Наконечный, а серебряную — В. Мозырский.

На проходившем в Испании мировом чемпионате 1981 г. по свободнолетающим моделям команда планеристов СССР заняла первое место, а таймеристы стали третьими призерами. В личном зачете «серебро» у А. Леппа (планер), «бронза» — у Е. Вербицкого (таймерная модель).

В 1982 г. Киев вторично принимал участников мирового чемпионата. На этот раз состязались конструкторы моделей-копий. Команда СССР в составе В. Крамаренко, В. Федосова и А. Бабичева стала победительницей. В личном первенстве золотую медаль ФАИ второй раз завоевал В. Крамаренко (модель-копия самолета Ан-26); бронзовая медаль вручена В. Федосову.

Успешно выступили авиамodelисты СССР на чемпионате Европы 1983 г. по кордовым моделям в Голландии. Наша команда в составе В. Беляева, О. Дорошенко и О. Титова заняла первое место по моделям «воздушного боя»; чемпионом стал В. Беляев, а О. Титов занял второе место. В классе гоночных моделей золотые медали завоевали В. Крамаренко и В. Кузнецов, установившие новый мировой рекорд: дистанцию 10 км (100 кругов) их модель пролетела за 3 мин 19 с.

На проходившем в 1984 г. во Франции чемпионате мира по моделям-копиям советские спортсмены В. Федосов, В. Крамаренко и В. Булатников заняли первые три места в личном первенстве и стали победителями в командном зачете.

ТЕМА.2. КАТЕГОРИИ И КЛАССЫ АВИАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Цель. Ознакомить кружковцев с категориями и классами авиационных летающих моделей.

Методические рекомендации. Основным документом, регламентирующим постройку авиационных летающих моделей, являются Правила проведения соревнований по авиамodelьному спорту в СССР. В основе этих Правил — положения кодекса ФАИ: технические требования к моделям и правила соревнований по ним.

В настоящее время в нашей стране существуют следующие категории авиационных моделей:

1. Свободнолетающие (категория по ФАИ — F1): планер, резиномоторная (с резиновым двигателем), таймерная, комнатная модель самолета.
2. Кордовые (F2): скоростная, гоночная, модель «воздушного боя», пилотажная.
3. Радиоуправляемые (F3): пилотажная, модель планера.
4. Модели-копии (F4): кордовая, радиоуправляемая модель самолета.
5. Нечемпионатных классов: модели планера, резиномоторная и таймерная типа «летающее крыло», полукопия вертолета; модель планера, резиномоторная, таймерная; схематические модели планера и самолета; кордовая полукопия.

Соревнования проводят по следующим классам моделей:

свободнолетающим: планер (класс по ФАИ — F1A), резиномоторная (F1B), таймерная (F1C), комнатная (F1D) в запуске на продолжительность полета в семи турах с ограничением времени фиксации в туре — 3 мин; комнатных — в шести турах без ограничения фиксации в туре;

кордовым скоростным (F2A) — на достижение максимальной скорости полета на дистанции 1000 м;

кордовым пилотажным (F2B) — на качество выполнения комплекса фигур высшего пилотажа в ограниченное время;

кордовым гоночным (F2C) — на прохождение дистанции 10000 м одновременно тремя экипажами за минимальное время;

кордовым «воздушного боя» (F2D) — в ведении «боя» двумя экипажами в ограниченное время;

радиоуправляемым пилотажным (F3A) — на качество выполнения комплекса фигур пилотажа в ограниченное время;

радиоуправляемым моделям планеров (F3B) — на продолжительность, дальность и скорость полета (многоборье);

кордовым копиям (F4B) — на качество воспроизведения внешнего вида, полета и масштабную точность прототипа;

радиоуправляемым копиям самолетов (F4C) — на качество воспроизведения внешнего вида, полета и масштабную точность прототипа.

Перечисленные классы моделей принято называть чемпионатными — по ним проводятся чемпионаты СССР, Европы и мира.

Кроме названных выше классов, как у нас в стране, так и за рубежом проходят соревнования и по моделям нечемпионатных классов:

а) свободнолетающим:

планер, резиномоторная и таймерная типа «летающее крыло», полукопия вертолета — в запуске на продолжительность полета в пяти турах с ограничением времени фиксации в туре — 3 мин;

планер (класс А-1), резиномоторная (В-1), таймерная (С-1) — в запуске на продолжительность полета в пяти турах с ограничением времени фиксации в туре — 2 мин;

схематические модели планера и самолета — в запуске на продолжительность полета в трех турах с ограничением времени фиксации в туре — 1 мин;

б) кордовым полукопиям самолетов — на качество воспроизведения полета, внешнего вида и масштабную точность прототипа.

Выступая с перечисленными выше моделями на соревнованиях, авиамodelист может выполнить норматив спортивного разряда.

Дадим определение каждой модели.

Модель планера — модель летательного аппарата, не имеющая собственной силы тяги; подъемная сила создается аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленную поверхность. Запускают модель с помощью леера не длиннее 50 м.

Технические требования к моделям планеров

Минимальная масса	410 г
Площадь несущей поверхности	32—34 дм ²
Максимальная удельная грузоподъемность	50 г/дм ²

Резиномоторная модель — модель летательного аппарата, снабженная резиновым двигателем; подъемная сила создается аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленные поверхности.

Технические требования к резиномоторным моделям

Минимальная масса без двигателя	190 г
Максимальная масса смазанного двигателя	40 г
Площадь несущей поверхности	17—19 дм ²
Максимальная удельная грузоподъемность	50 г/дм ²

Таймерная модель — модель летательного аппарата, у которой энергия, необходимая для полета, обеспечивается поршневым двигателем, а подъемная сила создается аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленные поверхности.

Технические требования к таймерным моделям

Максимальный рабочий объем двигателя	2,5 см ³
Удельная грузоподъемность	20—50 г/дм ²
Время работы двигателя	не более 7 с
Минимальная полетная масса (г) численно равна 300-кратному рабочему объему двигателя (см ³)	

Применение настроенного выпуска (резонансных труб) двигателя запрещено

Комнатная модель — модель летательного аппарата, снабженная резиновым двигателем, способная летать только в закрытом помещении; подъемная сила ее создается аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленные поверхности. Запускают модель с рук.

Технические требования к комнатным моделям

Минимальная масса модели без резинового двигателя	1 г
Максимальный размах крыла	650 мм

Кордовая модель — это модель летательного аппарата, сила тяги которой обеспечивается поршневым двигателем, а подъемная сила — действием аэродинамических сил на неподвижно закрепленные поверхности. Во время полета кордовой модели авиамоделист, находящийся на земле, управляет ею с помощью двух нерастягиваемых нитей (или тросов). Допускается применение реактивного двигателя (кроме РДТТ) массой не более 0,5 кг.

Технические требования к кордовым моделям

Скоростная модель

Максимальный рабочий объем двигателя	2,5 см ³
Площадь несущей поверхности	не более 5 дм ²
Максимальная удельная грузоподъемность	100 г/дм ²

Пилотажная модель

Максимальная масса	5 кг
Рабочий объем двигателя	не более 10 см ³
Максимальная площадь несущей поверхности	150 дм ²
Удельная грузоподъемность	не более 100 г/дм ²

Гоночная модель

Максимальная масса	700 г [^]
Максимальный рабочий объем двигателя	2,5 см ³
Минимальная площадь несущей поверхности	12 дм ²
Максимальная вместимость топливного бака	7 см ³

Модель «воздушного боя»

Максимальная масса	5 кг
Максимальный рабочий объем двигателя	2,5 см ³
Максимальная площадь несущей поверхности	150 дм ²
Удельная грузоподъемность	не более 100 г/дм ²
Время «боя»	4 мин

Кордовая модель-копия

Максимальная масса с топливом:	
одномоторная	5 кг
многомоторная	7 кг
Максимальный рабочий объем двигателя:	
одномоторная	Ю см ³
многомоторная	20 см ³
Максимальная площадь несущей поверхности	150 дм ²
Удельная грузоподъемность	не более 150 г/дм ²

Радиоуправляемая модель — это модель летательного аппарата, подъемная сила которого создается действием аэродинамических сил на неподвижно закрепленные поверхности, а выполнение фигур обеспечивается радиокомандами. Различают следующие классы радиоделей: пилотажные, копии самолетов, модели планеров.

Технические требования к радиоуправляемым моделям

Масса модели	не более 6 кг
Максимальный рабочий объем двигателя	10 см ³ ^
Максимальная площадь несущей поверхности	150 дм ²
Длина леера	не более 300 мм

Модель «летающее крыло» — модель летательного аппарата, подъемная сила которого создается аэродинамическими силами, действующими на неподвижно закрепленную поверхность — крыло; у модели не должно быть горизонтальной поверхности дополнительно к крылу, а само крыло должно представлять одно целое с органами продольной балансировки — закрылками; не допускается щель между крылом и закрылками более 5 мм.

Технические требования к моделям «летающее крыло» по массе и площади такие же, как и к моделям классов F1A, F1B, F1C (обычной схемы).

Модель-полукопия вертолета — модель летательного аппарата с мотором поршневого типа; подъемная сила ее создается аэродинамическими силами, возникающими в процессе вращения ротора.

Технические требования к моделям-полукопиям вертолетов

Максимальный рабочий объем двигателя (двигатель).	2,5 см ³
Количество лопастей ротора	не менее 2
Максимальная ометаемая площадь	3(50) дм ²
Максимально допустимый коэффициент заполнения — отношение площади лопастей ротора к ометаемой площади	0,4
Минимальная площадь миделя фюзеляжа	0,3% от сметаемой площади
Максимальная площадь горизонтального оперения	1,5% от сметаемой площади

Технические требования к моделям классов А-1, В-1 и С-1

Модель планера (А-1)

Минимальная масса	220 г
Площадь несущей поверхности	не более 18 дм ²
Максимальная удельная грузоподъемность	50 г/дм ²
Длина леера	не более 50 м

Резано моторная модель (В-1)

Минимальная масса без двигателя	100 г
Максимальная масса смазанного двигателя	25 г
Площадь несущей поверхности	не более 14 дм ²
Максимальная удельная грузоподъемность	50 г/дм ²

Таймерная модель (С-1)

Минимальная масса	300 г, умноженные на объем двигателя, ля в см ³
Максимальный рабочий объем двигателя	1,5 см ³
Удельная грузоподъемность	20—50 г/дм ²
Время работы двигателя	не более 10 с

Модель-полукопия воспроизводит летательный аппарат (прототип) в масштабе с некоторыми отклонениями.

В модели-полукопии (иногда их называют контурными копиями) должны быть сохранены масштабные размеры такие же, как и в моделях-копиях, за исключением толщины фюзеляжа, киля, мотогондол, колес и других надстроек при виде в плане (сверху). Кабина и другие застекленные части прототипа должны быть прозрачными. Шасси могут быть упрощенными, но по схеме подобными стойкам прототипа.

Технические требования к кордовым моделям-полукопиям

Максимальная полетная масса	5 кг
Максимальный рабочий объем двигателя (двигателей)	6 см ³
Максимальная площадь поверхности	150 дм ²
Удельная грузоподъемность	не более 150 г/дм ²

В последние 3—5 лет все большее развитие получают модели электролетов (как кордовые, так и свободнолетающие). Пока нет стабильных правил проведения соревнований по этим моделям; их запуски несут скорее развлекательный характер. Особенно эффектен полет кордовых копий-электролетов.

При изучении материала по этой теме руководителю кружка следует обратить особое внимание на модели нечемпионатных клас-

сов, так как две из них (планер А-1 и резиномоторная В-1) будут в последующем изготавливаться на занятиях кружка.

ТЕМА 3. АЭРОДИНАМИКА И ЛЕТАЮЩИЕ МОДЕЛИ

Цель. Расширить знания кружковцев по аэродинамике.

Методические рекомендации. С некоторыми простейшими понятиями теории полета учащиеся ознакомились в первый год занятий. В дальнейшем при прохождении различных тем они также будут изучать основные теоретические положения. На изучение данной темы отводится 3ч — одно занятие. Это требует от руководителя тщательной подготовки материала. Иногда целесообразно изучать данную тему в течение 2 занятий по 1,5 ч, используя оставшееся время на практическую работу.

Аэродинамика — наука о законах движения воздуха и о силовом воздействии воздушной среды на движущиеся в ней тела. Аэродинамика является теоретической основой авиации, авиационного моделизма, фундаментом основных расчетов летательных аппаратов.

Теоретическая аэродинамика основывается на теоретической механике и изучает движение воздуха и воздушные силы путем математического анализа; практическая (экспериментальная) — изучает движение воздуха и воздействие воздушной среды на движущиеся в ней твердые тела различной формы (самолеты, крылья) путем лостановки специальных опытов в аэродинамических трубах или же путем исследования изучаемых объектов (их моделей) непосредственно в полете.

Различают аэродинамику малых скоростей, больших скоростей (газодинамику) и сверхзвуковых скоростей (гиперзвуковую).

Основоположниками современной аэродинамики являются крупнейшие русские ученые Н. Е. Жуковский (1847—1921) и С. А. Чаплыгин (1869—1942). Н. Е. Жуковским написано более 170 научных работ по механике, астрономии, гидравлике, аэродинамике, проведено много аэродинамических опытов. Еще в 1906 г. в своем труде «О присоединяемых вихрях» он впервые объяснил принцип создания подъемной силы крыла, а в 1912 г. в работе «Вихревая теория гребного винта» — возникновение силы тяги воздушного винта.

Состав и строение атмосферы. Атмосфера — воздушная оболочка Земли, состоящая из смеси газов, основные из них — азот (78,09% по объему) и кислород (20,95%); аргон составляет 0,93%, углекислый газ, водяной пар и остальные газы — 0,03%. Атмосфера Земли имеет слоистую структуру, она состоит из тропосферы, стратосферы и ионосферы.

Тропосфера — ближайший к поверхности Земли слой атмосферы толщиной 8—10 км над полюсами, 16—18 км над экватором. Толщина слоя изменяется в зависимости от времени года, теплового состояния и характера подстилающей поверхности. Температура тропосферы понижается с высотой в среднем на 6,5 °С на каждый

километр. В тропосфере сосредоточено + массы всей атмосферы.

Стратосфера расположена над тропосферой, ее верхняя граница находится на высоте 50 км. В стратосфере температура изменяется с высотой более медленно, чем в тропосфере.

Ионосфера — слой атмосферы, расположенный на высоте от 50 км до границы земной магнитосферы и содержащий большое количество заряженных электричеством частичек, называемых ионами. Температура в ионосфере растет до очень больших значений. В ионосфере наблюдается свечение газов, вызываемое действием отдельных видов солнечных лучей, имеющих электромагнитную природу. Такое свечение называется полярным сиянием.

Воздушные течения. Поверхность Земли под лучами Солнца нагревается быстрее, чем масса воздуха. Различные поверхности — пашни, леса, луга — прогреваются по-разному. Соприкасающийся с ними воздух также нагревается неравномерно. Теплый воздух, как более легкий, поднимается (всплывает), образуя восходящие потоки. Достигая некоторой высоты, воздух охлаждается; влага, находящаяся в нем, сгущается и образует облака. Охладившись в верхних слоях атмосферы, массы воздуха опускаются, создавая нисходящие потоки, а на их место приходит более теплый воздух. Восходящие и нисходящие потоки принято считать вертикальными перемещениями воздушных масс. Эти перемещения будут происходить до тех пор, пока существует разница в температурах земной поверхности и воздуха. Практически воздух находится в постоянном движении. Горизонтальное перемещение воздушных масс называется ветром.

Штиль — это такое состояние воздушной среды, при котором нет заметного движения воздуха. Регулировать и запускать модели лучше во время штиля, а воздушные змеи — в ветреную погоду. Кружковцы должны уметь определять не только направление ветра, но и его скорость, или, как говорят, силу ветра. Для этого служат приборы — анемометры. Приблизительно скорость ветра можно узнать по различным признакам: движению дыма, веток и листьев деревьев, волнам на воде и т. д.

Модель в свободном полете. Как было сказано выше, к категории свободнолетающих моделей относятся: планер, резиномоторная и таймерная. Ввиду того что в основном полет этих моделей планирующий, остановимся на его особенностях. Условно будем считать любую модель моделью планера.

Один из способов увеличения продолжительности полета свободнолетающих моделей — использование восходящих потоков. Но они непостоянны как по силе, так и по направлению: их сила уменьшается, если тучи затемяют земную поверхность, и увеличивается при усилившемся прогревании земли солнечными лучами.

При запуске модель (особенно модель планера) может попасть в восходящий поток сразу же после старта. Опытные авиамodelисты умеют «нащупывать» восходящие потоки («термики»): при

чтятижке модели на леере и с помощью защепок для его сброса они могут длительное время буксировать модель планера до тех пор, пока не убедятся в силе восходящего потока. Но иногда модель быстро выходит из потока и резко снижается, как бы «проскальзывая» восходящий поток.

Условием успешного полета моделей в свободном полете является их способность «чувствовать» — реагировать на восходящие воздушные перемещения и удерживаться в них. Силы, вводящие модель в поток, очень незначительны, поэтому чем меньше масса модели, тем легче она будет входить в восходящий поток и выходить из нисходящего. Но по правилам соревнований минимальная масса и площадь несущих плоскостей моделей ограничены. Чтобы модель была более чувствительной, опытные авиамodelисты стремятся сделать конструкцию по возможности легкой, а массу модели доводят до нормы за счет балласта, размещенного вблизи центра тяжести. Груз, сосредоточенный у центра тяжести, не снижает чувствительности модели. Для повышения чувствительности модели не следует делать тяжелыми те ее части, которые расположены далеко от центра тяжести. Так, законцовки крыльев, оперение и хвостовую часть фюзеляжа надо облегчить настолько, насколько позволяют условия прочности.

Модели одинаковой массы и формы могут обладать различной подвижностью в зависимости от того, как распределена их масса. В механике распределение массы характеризуется величиной, называемой *моментом инерции*, который равен произведению массы тела на квадрат расстояния до оси его вращения. Такая ось у моделей проходит через центр тяжести. Необходимо стремиться к тому, чтобы момент инерции модели относительно центра тяжести был как можно меньше.

Физические свойства воздуха. Воздух, как и все материальные тела, обладает рядом физических свойств: он имеет массу, вязкость, плотность. Так, благодаря массе воздух притягивается к Земле, оказывая давление на все находящиеся в нем тела. Это явление называется атмосферным давлением. Верхние слои воздуха давят на нижние, поэтому наибольшее давление — у поверхности Земли. Давление воздуха измеряют прибором, называемым барометром.

Плотность воздуха — это отношение его массы к объему, который он занимает, т. е. $\rho = m/V$.

В аэродинамических расчетах часто используют понятие относительной плотности, т. е. отношения плотности в действительных условиях к плотности в нормальных условиях (давлении 760 мм рт. ст. и температуре +15 °С): $F = \rho/\rho_0$.

В нижнем слое атмосферы — тропосфере по мере удаления от поверхности земли плотность воздуха уменьшается и понижается его температура. При подъеме на высоту до 11 000 м температура понижается на 0,65 °С на каждые 100 м высоты и на высоте 11 000 м равна — 56,5 °С. Для определения температуры воздуха на конкретной высоте можно пользоваться упрощенной формулой:

$th = |b - 0,65 \cdot z/100|$, где h — высота подъема. Например, температура воздуха на высоте 8000 м равна: $t_{8000} = 15 - 0,65 \cdot 8000/100 = -37^\circ\text{C}$.

Закон Бернулли. Для воздуха, находящегося в состоянии покоя, применим закон Паскаля, согласно которому давление, производимое на жидкость или газ, передается без изменения в каждую точку жидкости или газа. Следовательно, во всех точках одного и того же горизонтального слоя воздуха давление одинаково. Для движущегося воздуха этот закон уже неприемлем. Здесь вступает в силу другой закон: при стационарном течении жидкости (газа) давление меньше в тех местах, где больше скорость течения, и, наоборот, больше в тех местах, в которых скорость течения меньше. Эта зависимость в математической форме впервые установлена ученым Даниилом Бернулли и получила название уравнения Бернулли:

$$p_1 + \rho v_1^2/2 = p_2 + \rho v_2^2/2,$$

где $\rho v^2/2$ — скоростной напор (динамическое давление); p — статическое давление.

Сумма статического и динамического давлений во всех сечениях является величиной постоянной. Закон Бернулли имеет большое практическое применение в аэродинамике, устанавливая связь между скоростью потока в данном сечении струи жидкости (газа) и давлением в этом же сечении: при увеличении скорости струи статическое давление в ней уменьшается. Закон Бернулли объясняет многие явления: действие пульверизатора, принцип действия карбюратора авиамодельного двигателя, возникновение подъемной силы.

Аэродинамические спектры обтекания тел. Картину обтекания тел воздушным потоком принято называть аэродинамическим спектром. Характер его может быть различным в зависимости от формы тела и его ориентировки в потоке, от скорости потока и физических свойств среды. Обтекание может быть плавным и со срывом потока. Рассмотрим спектры обтекания пластины, шара и удобообтекаемого тела.

Плоская пластинка является плохообтекаемой формой. Она уже при своем движении создает перед собой зону повышенного, а за собой — зону пониженного давления. Возникшая разность давлений порождает силу, перпендикулярную поверхности пластинки и направленную в сторону, обратную движению, — силу сопротивления.

При рассмотрении обтекания шара картина аналогичная, но разность давлений впереди и позади шара будет значительно меньше, а следовательно, и сила сопротивления уменьшится.

Более совершенной формой, дающей наименьшее сопротивление, является каплевидное тело (удобообтекаемое). Сила сопротивления у него в 20—25 раз меньше, чем у плоской пластинки. Вблизи тела, при обтекании его воздушным потоком, слой воздуха оказывается заторможенным. Этот слой называют пограничным. Толщина его

может быть различна и зависит от формы тела, качества обработки поверхности и других причин.

При движении тела сопротивление трения вызывается трением стик воздуха в пограничном слое. Завихрения за задней кромкой обтекаемого тела образуют область пониженного давления. Таким образом создается сопротивление воздуха (X), определяемое по формуле:

$$X = C_x S \rho v^2/2,$$

где C_x — коэффициент сопротивления;
 S — площадь миделя (наибольшего сечения тела, перпендикулярного к направлению движения);

ρ — плотность, кг/м³;
 v — скорость движения тела, м/с.

Коэффициент C_x зависит от формы тела, качества обработки его поверхности, от расположения тела относительно набегающего потока, от параметров, характеризующих число Рейнольдса (Re) и др.

Число Рейнольдса. Опыты, проводимые при различном состоянии воздуха, показывают, что спектры обтекания геометрически подобных тел оказываются подобными только тогда, когда отношение сил инерции, действующих на частицы воздуха, к силам трения одинаково. Если спектры обтекания одинаковы, то и аэродинамические коэффициенты, в том числе и C_x , тоже будут равны.

Величина, характеризующая отношение сил инерции к силам трения, называется числом Рейнольдса и имеет следующее выражение:

$$Re = \frac{vl}{\frac{\mu}{\rho}},$$

где v — скорость, м/с;
 l — линейный размер тела, расположенный вдоль движения (для крыла — хорда), м;

μ — динамическая вязкость воздуха, Па·с;
 ρ — плотность воздуха, кг/м³.

Отношение $\mu/\rho = \nu$ (ню) есть кинематическая вязкость, или кинематический коэффициент вязкости. Он учитывает силы вязкости (через μ) и силы инерции (через ρ); для воздуха при $t = -15^\circ\text{C}$ и $p = 760$ мм рт. ст. $\nu = 1,45 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$.

Кинематическая вязкость воздуха зависит от температуры и давления. Следовательно, число Re уменьшается с увеличением температуры воздуха, так как растет знаменатель дроби ν ($Re = vl/\nu$). При подъеме на высоту плотность уменьшается более резко, чем вязкость, т. е. число Re также уменьшается.

Движение воздуха при обтекании тел может быть ламинарным и турбулентным. При ламинарном движении воздуха отдельные его слои скользят друг относительно друга, не смешиваясь; при тур-

булентном движении происходит перемешивание слоев вследствие образующихся завихрений.

Практически при обтекании тел воздухом пограничный слой на некотором участке сохраняется ламинарным, а затем переходит в турбулентный. Значение числа Re , при котором осуществляется переход ламинарного течения в турбулентное, называется критическим числом Рейнольдса и обозначается $Re_{кр}$. Число Рейнольдса — важнейшее понятие аэродинамики.

Если в формулу $Re = \frac{v l}{\nu}$ ставить значения ρ и μ , которые в наших расчетах будут неизменными, получим: $1225 v l / (1,82 \cdot 10^{-6})$. Эта формула пригодна только для расчета, при $t = +15^\circ\text{C}$ и $\rho = 760$ мм рт. ст. Если линейный размер брать в миллиметрах, формула примет упрощенный вид:

$$Re = 69 v l.$$

ТЕМА 4. МОДЕЛЬ ПЛАНЕРА А-1

Цель. Рассчитать и изготовить фюзеляжную модель планера.

Методические рекомендации. Летные качества фюзеляжной модели намного лучше, чем схематической, но на постройку ее требуется значительно больше времени. На эту тему рекомендуется отвести 48 ч, из них 4 ч — теоретические занятия, а 44 ч — практические. На теоретических занятиях производится выбор и расчет фюзеляжной модели планера, на практических — изготовление, регулировка и запуски модели. Занятия целесообразно проводить в такой последовательности: выбор схемы, определение основных размеров и распределение площадей, выполнение эскиза, выбор и расчет профиля крыла и стабилизатора, выполнение рабочего чертежа, постройка модели, регулировка и запуск.

Расчет модели. Расчет ведется исходя из технических требований к моделям планеров класса А-1: общая площадь несущих поверхностей не более 18 дм², масса не менее 220 г, длина леера не более 50 мм.

Схему модели планера выбирают самую простую — прямоугольную форму крыла и стабилизатора с небольшими скруглениями на концах. Площадь несущих поверхностей берут равной $S_{\text{сум}} = S_{\text{кр}} + S_{\text{ст}} = 18$ дм², где $S_{\text{кр}}$ — площадь крыла; $S_{\text{ст}}$ — площадь стабилизатора.

Площадь стабилизатора для подобных моделей в практике авиамоделизма принимают $S_{\text{ст}} = (20-25\%) S_{\text{кр}}$, или $S_{\text{кр}}/S_{\text{ст}} = 4-5$.

Принимаем $S_{\text{кр}}/S_{\text{ст}} = 4$, тогда $S_{\text{сум}} = 4S_{\text{ст}} + S_{\text{ст}} = 5S_{\text{ст}} = 18$ дм², откуда $S_{\text{ст}} = 3,6$ дм²; $S_{\text{кр}} = 14,4$ дм².

Определим основные размеры крыла и стабилизатора. У крыла, имеющего в плане прямоугольную форму, удлинение $\lambda_{\text{кр}} = l_{\text{кр}}/b_{\text{кр}}$ или $\lambda_{\text{кр}} = l_{\text{кр}}^2/S_{\text{кр}}$, где $l_{\text{кр}}$ — размах крыла; $b_{\text{кр}}$ — длина хорды крыла; $S_{\text{кр}}$ — площадь крыла.

Для моделей планеров наиболее выгодные удлинения крыла — Ю-20. Выбираем $\lambda_{\text{кр}} = 11,5$; для обеспечения высокой прочности кибля длину его хорды берем $b_{\text{кр}} = 112$ мм, тогда размах крыла $l_{\text{кр}} = \lambda_{\text{кр}} b_{\text{кр}} = 11,5 \cdot 112 = 1290$ мм.

Из опыта известно, что наиболее выгодное удлинение стабилизатора $\lambda_{\text{ст}} = \lambda_{\text{кр}}/2 - \lambda_{\text{кр}}/3$, причем $\lambda_{\text{кр}}/2$ соответствует малым, а $\lambda_{\text{кр}}/3$ — большим удлинениям крыла*. Для нашей модели выбираем $\lambda_{\text{ст}} = 4,5$. Удлинение стабилизатора $\lambda_{\text{ст}} = l_{\text{ст}}/b_{\text{ст}}$, где $l_{\text{ст}}$ — размах стабилизатора; $b_{\text{ст}}$ — длина хорды стабилизатора. Рекомендуемая длина хорды стабилизаторов для таких моделей $b_{\text{ст}} = 90$ мм, тогда $l_{\text{ст}} = \lambda_{\text{ст}} b_{\text{ст}} = 4,5 \cdot 90 = 410$ мм; после уточнения берем 400 мм.

Теперь требуется определить плечо $L_{\text{го}}$ горизонтального оперения стабилизатора — расстояние между центром тяжести модели и центром давления стабилизатора. Упрощенно можно считать плечом расстояние между точками, находящимися на $1/3$ длины хорды от передней кромки крыла и стабилизатора. Плечо $L_{\text{го}}$ — один из важнейших факторов, обеспечивающих продольную устойчивость модели в полете. Влияет на продольную устойчивость и профиль горизонтального оперения. Все это учитывает коэффициент эффективности A . Его значения для моделей планеров равны 0,7—1,2. Для профилей создаваемой модели примем $A = 1,1$; тогда $L_{\text{го}} = A b_{\text{кр}} S_{\text{кр}} / S_{\text{ст}} = (1,1 \cdot 112 \cdot 14,4 / 3,6)$ дм = 4,92 дм ≈ 500 мм.

Площадь кия определяем по формуле $S_{\text{к}} = A_{\text{к}} S_{\text{кр}} L_{\text{кр}} / L_{\text{к}}$, где $L_{\text{к}}$ — коэффициент эффективности кия, равный 0,016; $L_{\text{к}}$ — плечо кия. Примем плечо кия равным: плечу горизонтального оперения стабилизатора, т. е. $L_{\text{к}} = L_{\text{го}} = 0$ мм, тогда $S_{\text{к}} = (0,112 \cdot 14,4 \cdot 13 / 5)$ дм² = 0,6 дм².

Длину $L_{\text{н}}$ носовой части фюзеляжа примем, равной 150 мм (по статистике это значение находится в пределах 150—200 мм).

Определив основные размеры, — выполняют в масштабе 1 : 1 рабочий чертеж модели планера в трех проекциях — в плане (сверху), спереди и сбоку в следующем порядке: вычертив крыло в плане, на продольной оси модели указывают ЦТ и отмечают $L_{\text{го}}$. Затем вычерчивают стабилизатор, причем его хорда на 0,3 своей длины должна перекрывать $L_{\text{го}}$. Отложив длину носовой части фюзеляжа, наносят его контур; максимальная толщина фюзеляжа 12 мм. На продольную ось фюзеляжа (вид сбоку) переносят с вида сверху ЦТ и проводят относительно него хорду крыла под углом 3° к продольной оси фюзеляжа; строят вид крыла сбоку. Фюзеляжу и килю придают аэродинамически целесообразную форму, наносят профиль стабилизатора, приняв его установочный угол равным 2—3°. Отмечают на фюзеляже место крепления стартового крючка — в Ю—15 мм от ЦТ ближе к передней кромке. Выполнив две проекции, вычерчивают вид модели спереди, после чего делают чертежи отдельных ее элементов.

Выбор и расчет профиля. Профиль крыла или оперения — это сечение их плоскостью, параллельной обтекающему потоку. Такое сечение может иметь разную форму.

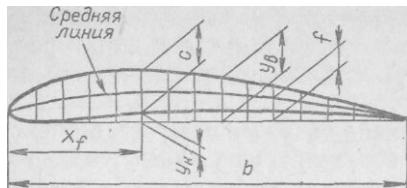


Рис. 32. Геометрия профиля крыла: b — длина хорды; y_u — верхняя ордината профиля; y_n — нижняя ордината профиля; c — толщина профиля; f — относительная вогнутость; x_f — расстояние наибольшей вогнутости профиля.

Отрезок прямой от передней точки (носика) профиля до задней точки (хвостика) называется длиной b хорды (рис. 32). Расстояние по перпендикуляру от хорды до точек обвода профиля изменяется; суммарное расстояние, равное $y_u - y_n$, также меняется. Наибольшая сумма этих значений называется толщиной профиля и обозначается c . Для сравнения профилей в большинстве случаев толщину их задают не по абсолютному значению, а в процентах от длины b хорды, т. е. по относительной толщине c_0 . Важная геометрическая характеристика профиля — форма средней линии. Средняя линия соединяет переднюю и заднюю точки профиля и делит пополам отрезки, определяющие толщину профиля. Наибольшая величина прогиба f средней линии относительно хорды называется вогнутостью профиля, а отношение вогнутости к длине хорды — относительной вогнутостью.

Положение Наибольшей вогнутости относительно носика профиля определяется расстоянием x_f . Размеры, характеризующие профиль, обычно приводят в процентах от длины хорды. Каждый профиль имеет свое обозначение: буквы указывают инициалы автора профиля или учреждение, где он создан, цифры — геометрические характеристики. Например, НАСА-6409 расшифровывается так: Национальный авиационный консультативный комитет (США), первая цифра показывает относительную вогнутость $f = 6\%$, вторая и третья — положение максимальной вогнутости от носика профиля $x_f = 40\%$, последняя — относительную толщину профиля $c_0 = 9\%$.

При выборе профиля для модели следует учитывать его характеристики. Для изготавливаемой модели планера можно выбрать профиль В-8356 (автор его Г. Бенедек). Здесь число 8356 означает: $c_0 = 8\%$, $x_f = 35\%$, $f = 6\%$. Для вычерчивания профиля пользуются

системой прямоугольных координат. Предварительно составляют таблицу, в которую вписывают координаты профиля, выраженные в миллиметрах и в процентах от длины хорды. Для хорды длиной 112 мм профиля В-8356 она примет вид (табл. 3).

В таблицах профилей Г. Бенедек дополнительно дают радиус носика в процентах от длины хорды ($f = 0,9$).

На базовой прямой (ось x , рис. 33) откладывают длину b хор-

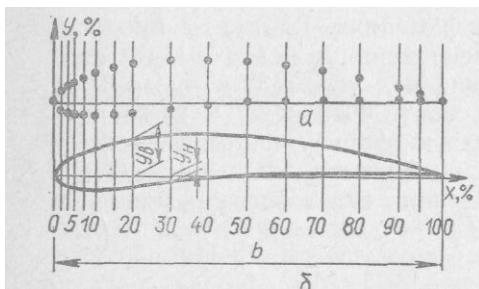


Рис. 33. Откладывание точек ординат (а) и вычерчивание профиля крыла летающих моделей (б).

Таблица 3

	100	90	80	70	60	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5,0	2,5	1,25	0	%
x	112	100,8	89,6	78,4	67,2	56	44,8	33,6	28	22,4	16,8	11,2	8,4	5,6	2,8	1,4	0	мм
y_u	0,33	2,32	4,20	5,90	7,50	8,88	9,91	10,37	10,28	9,97	9,15	8,00	7,08	5,83	4,15	3,00	1,11	%
	0,36	2,59	4,7	6,6	8,4	9,94	11,0	11,6	11,5	11,6	10,24	8,96	7,92	6,52	4,65	3,36	1,24	мм
y_n	0,0	0,89	1,62	2,22	2,67	2,98	3,05	2,70	2,35	1,87	1,19	0,50	0,25	0,05	0,03	0,17	1,11	%
	0,0	0,99	1,81	2,48	2,99	3,33	3,41	3,02	2,63	2,09	1,33	0,56	0,28	0,05	0,03	0,19	1,24	мм

Таблица 4

	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5,0	2,5	0	%
x	90	81	72	63	54	45	36	27	18	9	4,5	2,25	0	мм
y_u	0,00	2,25	4,05	5,60	6,70	7,60	8,10	8,20	7,85	6,85	5,65	4,60	2,30	%
	0,00	2,02	3,64	5,04	6,03	6,84	7,29	7,38	7,06	6,16	5,08	4,14	2,01	мм
y_n	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,25	0,70	2,30	%
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,22	0,63	2,01	мм

ды. На ней отмечают точки, отстоящие от начала координат на расстояниях (%): 0; 1,25; 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 95; 100. Через эти точки проводят перпендикуляры, на которых откладывают ординаты точек контура профиля вверх и вниз - в зависимости от знака: положительные - вверх от оси x , отрицательные - вниз. Полученные точки соединяют плавной линией, которая и образует контур профиля. Носик его вычерчивают так: от начала координат откладывают вверх размер, равный 1,11% длины хорды - 1,24 мм; на этом уровне вправо от вертикали откладывают размер $\gamma = 0,9\%$ от длины хорды (1,00 мм). Полученная точка и будет центром, из которого радиусом $\gamma = 1,00$ мм описывают контур носика просриля. Аналогично рассчитывают профиль стабилизатора. Для него можно выбрать профиль Gottingen 564, обеспечивающий широкий диапазон рабочих углов атаки. Для хорды стабилизатора, равной 90 мм, таблица координат примет вид (табл. 4).

Постройка модели. По вычерченным профилям крыла и стабилизатора тщательно выполняют шаблоны из листового дюралюминия или фанеры. Заготовив необходимый материал, приступают к постройке модели.

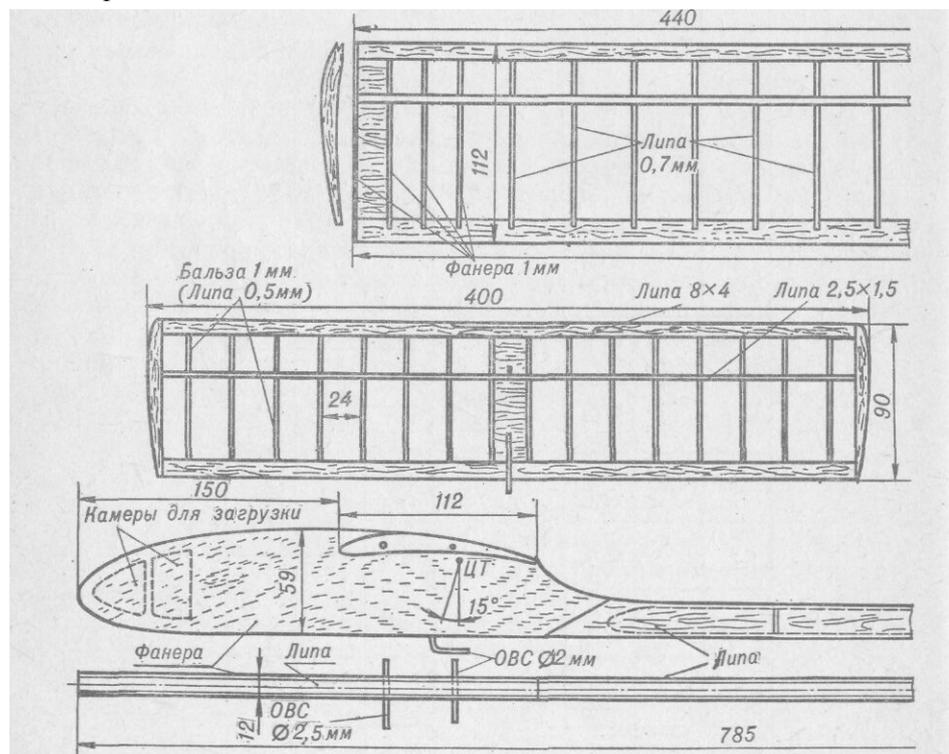
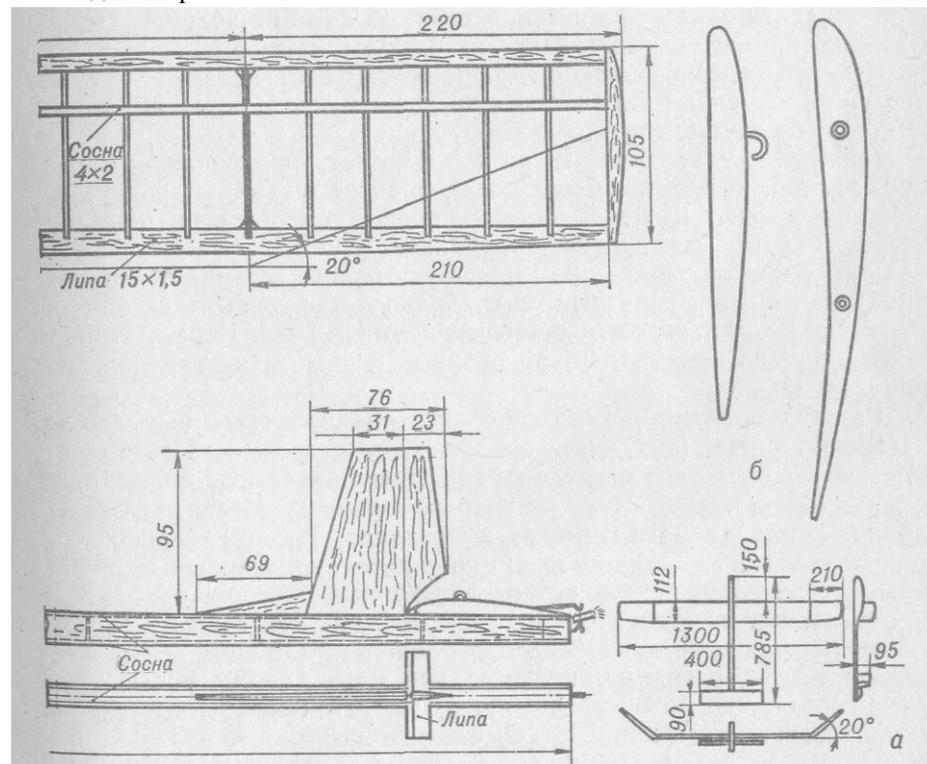


Рис. 34. Модель планера А-1:
а - чертеж; б - профили крыла и стабилизатора,

Носовую часть фюзеляжа изготавливают из липовой пластины толщиной 10 мм (рис. 34). Ее вырезают по контуру, делают внутри отверстия и приклеивают к пластине две липовые рейки сечением 10X2 мм. С вклеенными четырьмя распорками они образуют Х-образную балку. На свободном ее конце закрепляют сосновый брусок, в который на эпоксидной смоле вставляют крючок из проволоки ОВС диаметром 1 мм. Площадку для крепления стабилизатора делают из липы толщиной 3 мм, упор на ней из липовой рейки сечением 4X4 мм. Крючок для буксировки модели из проволоки ОВС диаметром 2 мм вклеивают в носовую часть фюзеляжа на расстоянии 206 мм от переднего края. Боковые стороны фюзеляжа оклеивают фанерой толщиной 1 мм в носовой части и липовым шпонам - в хвостовой.

Штыри для стыковки половин крыла выполняют из стальной проволоки ОВС (передний - диаметром 2,6 мм, задний - диаметром 2 мм) и закаливают. Затем их туго вставляют в гнездо носовой части фюзеляжа. Киль из липовой пластины толщиной 1,5 мм врезают в фюзеляж. Руль направления на петлях из лески прикрепляют к задней кромке киля.



планера А-1:
а - чертеж; б - профили крыла и стабилизатора,

Собранный фюзеляж обрабатывают шлифовальной шкуркой и оклеивают длинноволокнистой бумагой, после чего 4 раза покрывают эмалитом. Масса фюзеляжа 151 г.

Крыло наборное, из двух половин; на каждой из них расположено 16 основных нервюр из бальзы или липового шпона толщиной 0,7 мм и 4 силовых из фанеры толщиной 1 мм. Порядок изготовления их таков: из фанеры вырезают 10 заготовок, слегка склеивают их и тщательно обрабатывают в тисках напильником, держа его параллельно верхней плоскости тисков (иначе можно исказить профиль нервюра). После этого сверлят в нервюрах два отверстия под штыри. Затем берут две нервюры, обрисовывают их по контуру чернилами, приклеивают к бруску размером 120 X 20 X 80 мм и обрабатывают ножом; кривизну профиля и правильность обработки контролируют линейкой. Для лонжеронов и передней кромки делают вырезы. Полученную заготовку разрезают вдоль на нервюры толщиной 1,6—2 мм по линейке острым скальпелем. Дальнейшую доводку нервюр до толщины 1,5 мм выполняют шлифовальной шкуркой, наклеенной на брусок. Затем нервюры покрывают эмалитом.

Для лонжеронов крыла используют основные рейки сечением 4 X 2 мм, для передней кромки — рейку из липы сечением 4 X 3 мм. Заднюю кромку выстругивают из бальзы сечением 15 X 3 мм, вырезы для нервюр на глубину 4 мм делают скальпелем. Пользуясь чертежом, отмечают карандашом на лонжеронах и передней кромке места, где будут крепиться нервюры.

Нервюры устанавливают на лонжеронах, прикрепляют переднюю и заднюю кромки, места соединений промазывают клеем. Законцовку делают из пенопласта. Заднюю кромку крыла, пока еще прямоугольную, состругивают рубанком и обрабатывают шлифовальной шкуркой, чтобы она имела треугольное сечение и являлась продолжением профиля нервюры. Лобовую часть крыла на ширину 10 мм покрывают липовым шпоном толщиной 1 мм. Корневую часть обеих половин крыла (в месте силовых нервюр) также усиливают липовым шпоном.

Каждую половину крыла собирают отдельно. Надо быть внимательными, чтобы не сделать их «на одну сторону». В том месте, где должен быть угол поперечного V, крыло разрезают и склеивают с помощью уголков из 3-миллиметровой фанеры. Места соединений кромок усиливают уголками из целлулоида; угловую нервюру вырезают из липы. Собранный крыло тщательно зачищают шлифовальной шкуркой, наклеенной на деревянный брусок.

Конструкция стабилизатора аналогична конструкции крыла. Нервюры (16 шт.) — из бальзового шпона толщиной 1 мм (или липового — 0,5 мм); передняя и задняя кромки — бальзовые, сечением соответственно 8 X 6 и 10 X 2,5 мм. Лонжероны выструганы из липовых реек сечением 2,5 X 1,5 мм. Крючки из проволоки ОВС диаметром 1 мм привязывают нитками с клеем к центральной нервюре, выполненной из липы, среднюю часть усиливают тонким шпоном.

Стыки нервюр с кромками и лонжеронами промазывают клеем, кладут на ровную поверхность и сверху прижимают грузом. Стабилизатор получится ровным, без перекосов. После сборки неровности горизонтального оперения зачищают шлифовальной шкуркой.

Обычно модель начинают оклеивать с фюзеляжа. Фюзеляж данной модели можно не обтягивать бумагой, а покрыть нитрокраской или бесцветным лаком (эмалитом). Крыло и стабилизатор оклеивают длинноволокнистой бумагой, предварительно окрашенной анилиновым красителем и разглаженной. Полосы бумаги должны быть на 30—40 мм шире оклеиваемой поверхности. Перед обтяжкой нервюры, кромки и лонжероны промазывают жидким эмалитом. Крыло начинают склеивать снизу, накладывают полосу бумаги и промазывают жидким клеем по нервюрам, лонжеронам и кромкам. Особой тщательности требует склеивание при сильноогнутом профиле крыла. Бумагу необходимо приглаживать в местах соприкосновения с нервюрами, добиваясь ее приклеивания. Обтянутое крыло слегка прошкуривают по кромкам и покрывают двумя слоями эмалита. Просохшую обтяжку зачищают мелкой шкуркой и дважды покрывают жидким эмалитом. Готовое крыло устанавливают в ступель на 5—7 дней.

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

Масса крыла данной модели 58 г, стабилизатора 12 г; полетная масса модели 221 г.

Готовую модель собирают, т. е. крыло устанавливают с помощью штырей на фюзеляже, стабилизатор привязывают резиновой нитью к площадке на хвостовой балке фюзеляжа. Собранный модель центруют. Для этого в камеру носовой части фюзеляжа загружают дробь или мелкие кусочки свинца. Центр тяжести данной модели должен быть на расстоянии 38—40 мм от задней кромки крыла.

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

Регулируют модель путем подбора угла установки стабилизатора. Модель берут за фюзеляж под крылом и плавно запускают по наклонной траектории. Модель должна пролететь по прямой 20—25 м. Если модель поворачивает вправо или влево, отклоняют руль направления. При кабрировании модели немного опускают заднюю кромку стабилизатора, подрезая хвостовую стойку фюзеляжа, или добавляют груз в носовую часть. В случае резкого снижения модели поднимают заднюю кромку стабилизатора, помещая под нее тонкие прокладки из плотной бумаги, или уменьшают груз в носовой части.

Отрегулировав модель на планирование с рук, приступают к запуску на леере (рыболовная леска диаметром 0,5—0,6 мм)

Длина леера по условиям соревнований не должна превышать 50 м. Предварительно леер растягивают с силой 20 Н.

При первых запусках желательнее размотать леер на 15–20 м. После нескольких полетов на коротком леере модель запускают на длинном леере, внимательно наблюдая за взлетом. При недостаточном угле поперечного V или слишком высоком коэффициенте эффективности кия модель, находясь на леере, меняет направление полета — «рыскает». Такой взлет опасен и не дает возможности запустить модель на всю длину леера. Добиться хорошего взлета можно, увеличив угол V крыла или уменьшив площадь кия (последний вариант более целесообразен).

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

Иногда после отделения леера модель входит в вираж и не выходит из него до посадки. Как правило, такой полет сопровождается заметным увеличением скорости, уменьшением радиуса виража, быстрой потерей высоты и опусканием носовой части модели. Это свидетельствует о спиральной неустойчивости. Чтобы решить, каким образом улучшить устойчивость, необходимо попытаться разобраться в происшедших во время полета явлениях, пользуясь сведениями из аэродинамики. В большинстве случаев спиральную неустойчивость можно устранить следующими способами:

- увеличением боковой площади носовой части фюзеляжа — установкой гребня;
- уменьшением площади кия;
- увеличением угла поперечного V крыла модели;
- перемещением ЦТ назад, что требует повторной регулировки модели на планирование.

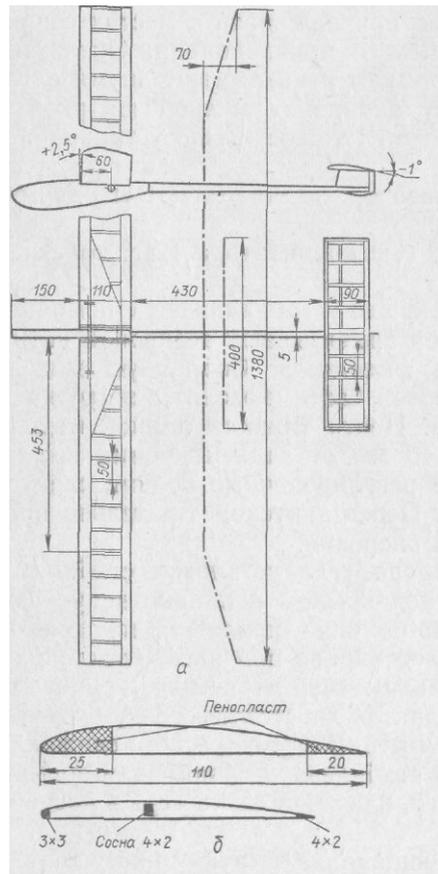


Рис 35. Модель планера «Аист»: а — чертеж; б — профили крыла и стабилизатора.

К нежелательным явлениям относится и чрезмерная путевая устойчивость. Ее признак — прямолинейный устойчивый полет модели даже при небольшом боковом ветре. Чтобы сделать модель менее устойчивой, можно уменьшить угол V крыла или увеличить площадь вертикального оперения, а также переместить ЦТ модели вперед, увеличивая груз в носовой части фюзеляжа.

На рисунке 35 показана модель планера «Аист». Ее фюзеляж, выполненный из липовой пластины толщиной 5 мм, в передней части оклеен фанерой толщиной 1 мм. Расположение кия и стабилизатора T-образное (стабилизатор находится на киле). Крыло состоит из двух половин, прикрепленных к фюзеляжу с помощью основного и вспомогательного штырей из стальной проволоки диаметром соответственно 3 и 1 мм.

Площадь крыла 14,3 дм², стабилизатора 3,6 дм². Масса крыла 107 г, масса фюзеляжа с оперением 133 г.

ТЕМА 5. МОДЕЛЬ САМОЛЕТА В-1

Цель. Рассчитать и изготовить модель самолета с резиновым двигателем класса В-1.

Методические рекомендации. На первом занятии следует напомнить кружковцам об основных требованиях, предъявляемых к моделям этого класса, ознакомить с чертежами, опубликованными в книгах и журналах, а затем приступить к выбору, расчету и выполнению чертежа модели. Работа над чертежом продолжается и на втором занятии, которое завершается подбором и заготовкой материала для постройки модели.

Постройку модели начинают с изготовления фюзеляжа или крыла. Для обеспечения полной занятости всех кружковцев можно разделить группу на несколько звеньев: одно звено будет изготавливать фюзеляж, другое — крыло и т. д. При такой организации легче распределить инструмент.

Выбор схемы и расчет модели. Фюзеляжная модель самолета с резиновым двигателем нечемпионатного класса В-1 должна иметь общую площадь несущих поверхностей не более 14 дм² и минимальную массу без двигателя 100 г. Выберем площадь стабилизатора $S_{ст} = 3 \text{ дм}^2$, а площадь крыла $S_{кр} = 10,5 \text{ дм}^2$. Определим размах крыла, приняв его удлинение $\lambda = 9$, тогда $l_{кр} = \sqrt{\lambda S_{кр}} = (\sqrt{9 \cdot 10,5}) \text{ дм} \approx 9,7 \text{ дм} = 970 \text{ мм}$.

Выбираем крыло, имеющее в плане прямоугольную форму с небольшими законцовками. Площадь центроплана примем равной $2/3$ площади крыла, т. е. 6,6 дм²; при этом площадь консолей составит около 4 дм². Ширину крыла (длину хорды) найдем по формуле $b_{кр} = l_{кр} / \lambda = (970 / 9) \text{ мм} = 107,77 \text{ мм}$. Примем $b_{кр} = 110 \text{ мм}$. Вычертив крыло в плане, определим его форму на виде спереди. Если площадь центроплана составляет 6,6 дм², то его длина будет равна 600 мм (66000/110).

Эффективный угол поперечного V консолей примем 25°.

Учитывая небольшие средние углы взлета моделей с резиновым двигателем, выберем профиль G361 с большой вогнутостью, толщиной 6% (табл. 5).

Таблица 5

$x, \%$	0	2,5	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$y, \%$	0,8	3,4	4,9	6,9	8,9	9,3	9,0	8,2	7,0	5,6	4,0	2,1	0,1
$\langle y \rangle, \%$	0,8	0,1	0,4	1,1	2,1	2,8	3,1	3,2	3,0	2,6	2,0	1,0	0,1

Среднее удлинение стабилизатора для моделей с резиновым двигателем равно 4,5, тогда $l_{ст} = \sqrt{\lambda S_{ст}} = (\sqrt{4,5 \cdot 3}) \text{ дм} = 3,7 \text{ дм} = 370 \text{ мм}$. Так как законцовки небольшие, для сохранения площади стабилизатора размах его увеличим до 380 мм. Длина хорды горизонтального оперения $b_{ст} = l_{ст} / \lambda_{ст} = (380 / 4,5) \text{ мм} = 84,4 \text{ мм}$. С учетом принятой площади стабилизатора уменьшаем длину его хорды до 80 мм, тогда $S_{ст} = 3,04 \text{ дм}^2$.

Начертив стабилизатор в плане, определим его плечо при среднем для моделей с резиновым двигателем коэффициенте эффективности $A_{ст} = 1,3$: $L_{ст} = A_{ст} S_{кр} b_{кр} / S_{ст} = (1,3 \cdot 10,5 \cdot 1,1 / 4,5) \text{ м} = 4,91 \text{ дм} = 490 \text{ мм}$.

Для стабилизатора возьмем простой плоско-выпуклый профиль. Выбираем схему оперения с килем, расположенным сверху фюзеляжа. Плечо кия примем равным 490 мм ($L_{к} = L_{ст}$). Площадь кия определим по формуле $S_{к} = A_{к} S_{кр} l_{кр} / L_{к}$, где $A_{к}$ - коэффициент эффективности кия (при угле поперечного V, равном 25° , он составляет в среднем 0,036). Таким образом $S_{к} = (0,036 \cdot 10,5 \cdot 9,7 / 4,9) \text{ дм}^2 = 0,74 \text{ дм}^2$.

Для определения параметров винтомоторной группы воспользуемся номограммой (рис. 36), разработанной мастером спорта Э. Смирновым. Предварительно выберем диаметр винта $D_{в}$ и угол θ . Из точки 1, соответствующей выбранному углу $D_{в}$, опускаем перпендикуляр к оси абсцисс до пересечения с кривой, соответствующей выбранному углу θ (точка 6). На ординате η находим значение КПД винта (точка 7), которое в данном случае будет равно 67%.

Из точки 7 восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с линией выбранного угла 0 в точке 2. Из этой точки проводим перпендикуляр к оси ординат и продолжаем его в левую часть номограммы до пересечения в точке 4 с линией выбранного угла 0 . Точка пересечения проведенного перпендикуляра с осью ординат (точка 3) дает значение относительного шага h винта. Затем из точки 4 опускаем перпендикуляр на ось $S_{д}$ абсцисс; точка 5 показывает необходимое сечение резинового двигателя.

Определив все основные размеры модели, можно вычерчивать эскиз в том же порядке, что и для модели планера. Носовая часть фюзеляжа должна быть такой длины, чтобы сложенные лопасти винта не касались крыла.

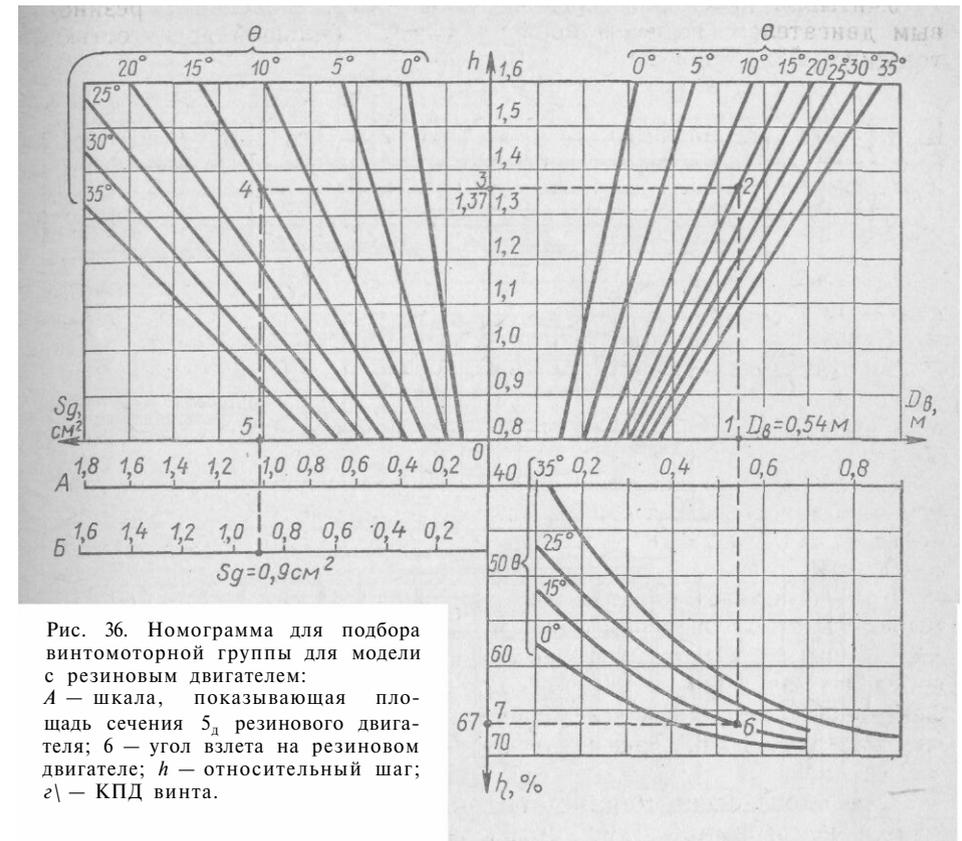


Рис. 36. Номограмма для подбора винтомоторной группы для модели с резиновым двигателем: А — шкала, показывающая площадь сечения $S_{д}$ резинового двигателя; 6 — угол взлета на резиновом двигателе; h — относительный шаг; η — КПД винта.

Изготовление модели. Вычертив рабочий чертеж, заготовив материал и вырезав шаблоны нервюры крыла и стабилизатора, приступают к постройке модели.

Предлагаемая резиномотормая модель самолета класса В-1 (рис. 37) выполнена по классической схеме. Фюзеляж ее состоит из моторной (носовой) части и хвостовой балки, соединенных втулкой.

Носовую часть изготавливают из фанеры толщиной 1 мм следующим образом: лист фанеры размером 450X112 мм распаривают в теплой воде и, плотно прижав к болванке диаметром 30 мм, привязывают резиновым жгутом (предварительно на болванку накладывают два слоя папиросной бумаги, чтобы склеенный фюзеляж легко можно было снять). После просушки место шва спиливают «на ус» и склеивают. Дав высохнуть клею, напильником счищают один слой, что уменьшает массу трубки на 15–20 г. Изнутри трубку дважды покрывают эмалитом.

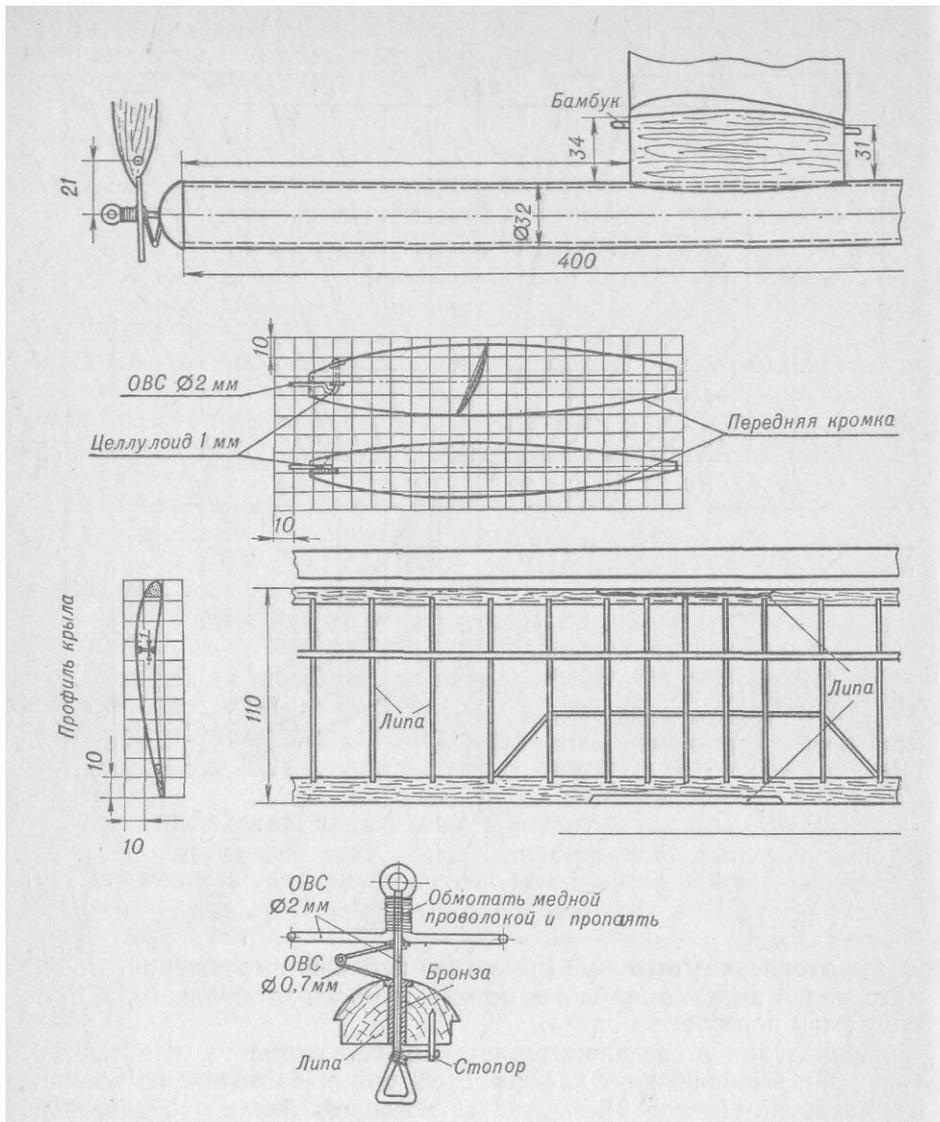
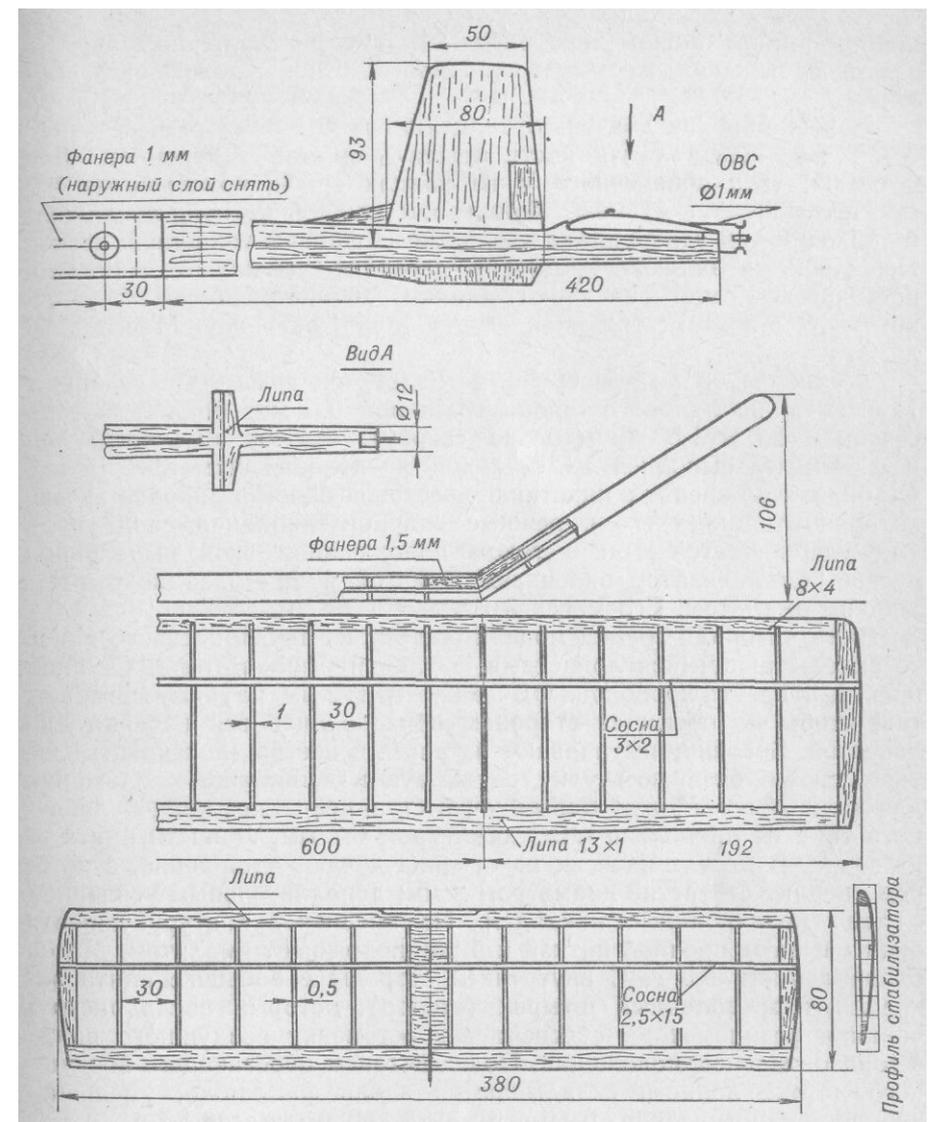


Рис. 37. Резиномоторная

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

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



модель самолета В-1.

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

Крыло — наборной конструкции. Кромки, законцовки и нервюры — из бальзы. Можно выполнить их и из липы, но обязательно из сухой и выдержанной. Толщину деталей в этом случае надо уменьшить приблизительно вдвое. Нервюры вырезают из липового

шпона тонким ножом и обрабатывают шлифовальной шкуркой, а для повышения жесткости с боковых сторон покрывают эмалитом.

Лонжероны (их два) изготавливают из сосновых реек сечением 3X2 мм. Центральная часть крыла — прямой центроплан. Для создания угла поперечного V на концах крыла консольными частями образуются «ушки». Лонжероны каждой консоли соединяют с лонжеронами центроплана уголками из фанеры толщиной 1,5 мм. Переднюю и заднюю кромки в середине усиливают липовыми вставками. Крыло оклеивают длинноволокнистой бумагой и покрывают эмалитом: три раза сверху и четыре снизу. Масса крыла 25 г.

Стабилизатор по конструкции аналогичен крылу. Он содержит 12 нервюр из липового шпона толщиной 0,5 мм, один лонжерон сечением 2,5 X 1,5 мм (только сверху); крючок для крепления к фюзеляжу выполнен из стальной проволоки диаметром 1 мм. Стабилизатор крепят к пластинке хвостовой балки резиновой нитью, которая отклоняет его в режиме «парашютирования» под углом 45°; удерживается он в таком положении тонкой рыболовной леской. Стабилизатор оклеивают бумагой и три раза покрывают жидким эмалитом. Его масса 8 г.

Винтомоторная группа модели состоит из двухлопастного винта со складывающимися лопастями, втулки и резиномотора. Ступица и вал винта — из проволоки ОВС диаметром 2 мм. Ступицу выгибают так, чтобы по обеим ее сторонам образовались оси качения для лопастей. Бобышку вытачивают из липы, в нее на эпоксидном клее укрепляют бронзовую втулку, служащую подшипником скольжения для вала винта. Между бобышкой и ступицей — пружина булавочного типа из проволоки ОВС диаметром 0,7 мм. Лопастя винта — из кедра. В местах навески на ступице делают утолщение, в котором сверлят отверстие диаметром 2 мм; дополнительным усилением служат целлулоидные накладки. По внешнему контуру лопасти окантовывают прочной ниткой и 5 раз покрывают эмалитом. Масса одной лопасти 5,5 г. С внутренней стороны в бобышке винта закрепляют проволоочный штырек (стопор), который после раскручивания резиномотора обеспечивает остановку воздушного винта в горизонтальном положении. Под действием набегающего воздушного потока лопасти складываются вдоль фюзеляжа, уменьшая лобовое сопротивление. Диаметр винта 400 мм, масса 26 г.

Резиномотор набирают из ленточной резины, длина его 400 мм, масса 20 г.

Полетная масса модели 140 г.

Регулировка и запуск. Готовую модель собирают: вставляют резиновый двигатель, резиновой нитью привязывают крыло и закрепляют стабилизатор. Затем определяют положение ЦТ — он должен располагаться на расстоянии 60—65% длины хорды крыла, считая от передней кромки.

Модель регулируют на планирование, изменяя установочный

угол стабилизатора: опускают или поднимают заднюю кромку стабилизатора.

При регулировке в моторном полете изменяют угол наклона оси вала воздушного винта. Первые запуски делают при 100—150 витках резинового двигателя. Если модель при полете с работающим винтом кабрирует, угол наклона оси вала винта уменьшают, если она не набирает высоту — увеличивают. Добившись хорошего полета при указанных витках резинового двигателя, запускают модель на полных оборотах. Для этого резиновый двигатель растягивают и закручивают на 350—400 витков. Хорошо отрегулированная модель набирает высоту 40—45 м и держится в воздухе около 2 мин.

Резиномоторная модель Е. Баранова (рис. 38). Эта модель также относится к классу В-1. Она разработана в авиамodelьном кружке СЮТ г. Электростали. Выступая с моделью на Московских областных соревнованиях, ее конструктор Е. Баранов неоднократно становился победителем.

Прежде чем приступить к постройке крыла, с максимальной точностью переводят с чертежа профиль крыла и изготавливают из фанеры три шаблона нервюр (один будет контрольным). Два из них наклеивают на боковые грани бальзового бруска¹ размером 110X 80 X 20 мм, предварительно обрезав шаблоны по носу на 6 мм, а по хвостовой части на 10 мм и окрасив их по контуру чернилами. Брусок обрабатывают ножом и напильниками, чтобы получилась своеобразная широкая нервюра. Следить за точностью обработки поможет покрашенный торец шаблонов: как только начнет счищаться цветной слой, обработку прекращают. Прямолинейность поперечного сечения бруска контролируют с помощью линейки. Затем по линейке (лучше металлической) брусок разрезают остро отточенным скальпелем вдоль слоев на отдельные нервюры толщиной 1,6—1,8 мм. Заготовки обрабатывают шлифовальной шкуркой до толщины 1,2 мм и покрывают жидким эмалитом.

Кромки крыла изготавливают из бальзовых пластин: толщина передней 8 мм, а задней 3 мм; прорезы под нервюры в них выполняют скальпелем. Полки лонжерона — из сосны сечением 3X2 мм; в нервюрах под них делают пазы.

Сборку начинают с центроплана: сначала клеивают в кромки три нервюры — центральную и две по концам, а остальные устанавливают лишь после полного высыхания клея; лонжерон крепят в последнюю очередь. Все операции по сборке проводят на ровной доске — стапеле. Каркас крыла должен оставаться на ней до полного высыхания.

Следующий этап — сборка «ушек» крыла. Семь пар их нервюр

¹ В данной конструкции применяется дефицитный материал — бальза. Но это не должно останавливать желающих ее построить. Бальзу с успехом можно заменить липой. Так, для нервюр можно использовать шпон толщиной 0,5—0,7 мм, уменьшив сечение кромок, лопасти винта изготовить из кедра или ольхи, киль вырезать из пенопласта.

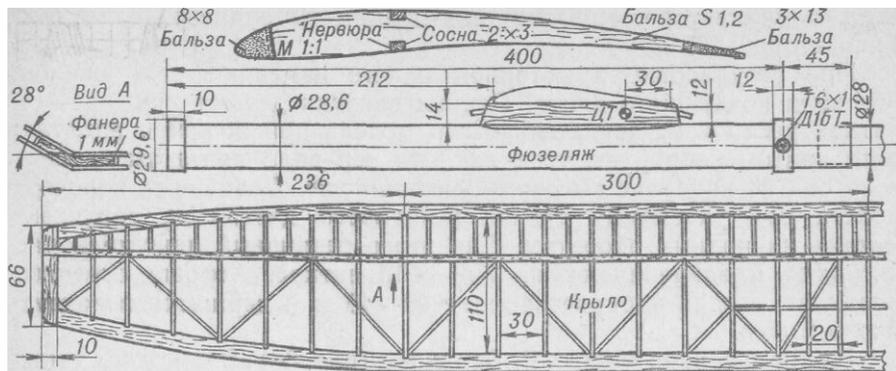


Рис. 38. Модель самолета

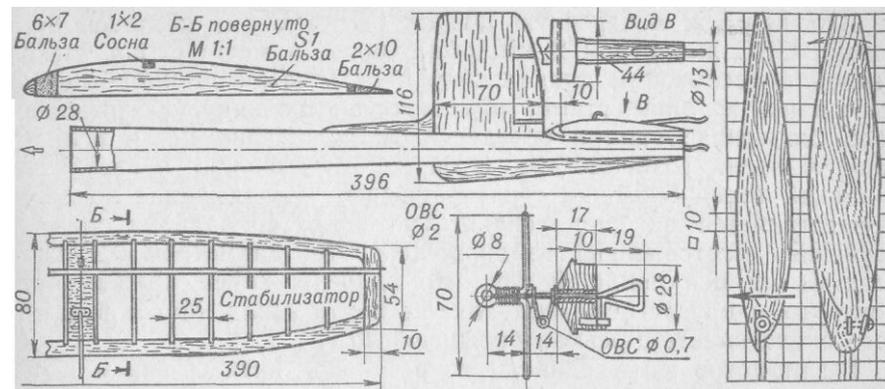
можно подготовить двумя способами. Первый — «фотографический»: снятый на пленку контур профиля проецируют на бумагу с предварительно размеченной на ней длиной хорды. Второй способ менее точен, но более практичен: нервюры, вырезанные по основному профилю крыла, укорачивают по хвосту до нужной длины, перенесенной с чертежа; затем их закрепляют в подготовленных кромках «ушек» и на образовавшемся каркасе монтируют законцовки. После просушки врезают нижний лонжерон, предварительно плавно уменьшив его сечение к концу крыла до размера 3X1 мм. Толщину законцовки в месте расположения лонжерона доводят до толщины 5,5 мм, а весь набор по верхнему обводу «сводят на клин» до торцевой нервюры и законцовки. Врезают верхний лонжерон и с помощью длинного бруска с наклеенной шкуркой всем нервюрам «ушек» одновременно придают требуемый профиль.

Центроплан с «ушками» стыкуют по лонжерону фигурными фанерными косынками. В этом месте устанавливают более жесткие нервюры (из липы толщиной 2 мм).

Чтобы мягкая обшивка лучше сохраняла заданный профиль, в передней части крыла между нервюрами устанавливают дополнительные полунервюры — «носики». Жесткость консолей на кручение повышают, устанавливая дополнительные косые нервюры. Все эти этапы сборки следует вести на стапеле.

После высыхания клея каркас крыла обрабатывают мелкой шлифовальной шкуркой, а затем обтягивают тонкой длиноволокнистой бумагой на эмалите. Масса конструкции без обтяжки 23—24 г, с обтяжкой 31 г.

Стабилизатор изготавливают по аналогичной технологии. Клеят по чертежу «рамку» из кромок и законцовок, делают в ней пазы под нервюры и устанавливают их. Сосновый лонжерон сечением 2X1 мм располагают по верху образующей профиля. После сборки каркаса стабилизатора к центральной нервюре (ее лучше сделать из липы) нитками привязывают крючки из стальной



Е. Баранова (класс В-1).

проволоки, промазывают эти узлы клеем и зашивают центральную секцию бальзовым шпоном. Собранный стабилизатор обрабатывают шлифовальной шкуркой и обтягивают. Масса горизонтального оперения 6,5 г.

Фюзеляж формируют из стеклопластика на цилиндрической оправке диаметром 28 мм и длиной 500 мм. Обмотав оправку слоем лайсановой пленки и закрепив ее по концам, накладывают три слоя стеклоткани толщиной 0,1 мм, предварительно отожженной и пропитанной эпоксидной смолой. После отверждения смолы полученную трубку обрабатывают шкуркой и укорачивают до 445 мм. Передний и задний концы силовой части фюзеляжа усиливают, дополнительно обмотав их лентой стеклоткани. Хвостовую балку фюзеляжа изготавливают тем же способом, но из двух слоев стеклопластика. На заднем ее конце расположена площадка крепления стабилизатора с упором для задней кромки оперения и стальным проволочным крючком навески фитиля. Киль модели — бальзовую пластинку толщиной 2,5 мм — врезают в хвостовую балку.

Пилон крыла — брусочек из бальзы размером 123 X 30 X 19 мм. На его верхнюю поверхность, обработанную по нижней образующей профиля, впереди и сзади наклеивают полоски из целлулоида для фиксации положения крыла. Его закрепляют на пилоне резиновой нитью длиной 500 мм на бамбуковых штырьках (резину наматывают параллельными витками, не очень сильно натягивая; крестообразные петли недопустимы: при неудачном приземлении модели крыло с таким креплением не сойдет с пилон и сломается). Масса готового фюзеляжа не должна превышать 52 г.

Винтомоторная группа состоит из двухлопастного воздушного винта со складывающимися лопастями, бобышки и резиномотора. Лопасти винта вырезают по шаблонам из плотной бальзы и оклеивают на эмалите длиноволокнистой бумагой. Места навески на штангу ступицы усиливают целлулоидными накладками. Масса каждой лопасти 5,5 г.

Вал винта и поперечную штангу выгибают из стальной проволоки ОВС диаметром 2 мм, обматывают в месте стыка тонкой медной проволокой и припаивают. Между штангой и бобышкой, вырезанной из липы, ставят «булавочную» пружину, обеспечивающую стопорение вала в определенном положении после полного раскручивания резиномотора. Этой же цели служит и ввернутый в задний торец бобышки стальной штифт. Складывание лопастей осуществляется за счет усилия легчайших спиральных пружин кручения, изготовленных из проволоки ОВС диаметром 0,3 мм и надетых на оси лопастей так, что один их конец прижимается к штанге, а другой отжимает лопасть винта назад. Масса воздушного винта вместе с осью и бобышкой 25 г.

Резиноmotor изготавливают из резиновой нити сечением 1 X 2 или 1 X 3 мм следующим образом: в доску вбивают два гвоздя на расстоянии 800 мм (две длины резиномотора) и обматывают вокруг них резиновую нить (масса нити 24 г); свободные концы ее связывают. Чтобы нити не распались, пучок перевязывают в двух местах такой же резиной. Готовый мотор промывают с мылом в теплой воде, сушат, смазывают касторовым маслом и упаковывают в темную стеклянную банку. Для тренировок и соревнований рекомендуется подготовить 10–12 двигателей.

Чтобы определить максимальное число витков, на которое можно закручивать резиноmotor данной длины и сечения, испытывают один из них, доводя жгут до разрыва. Зная предельно допустимое число витков (для данного двигателя оно составляет 360–370 оборотов), остальные резиноmotory подвергают динамической формовке. Самый простой способ выполнения этой операции – последовательное закручивание и раскручивание жгута, начиная с 20% допустимого числа оборотов с добавлением по 10–15%. Для двигателей названной длины формовку проводят в пять этапов, закручивая их на 70, 125, 175, 225, 280 оборотов. После формовки резиноmotory снова промывают, смазывают и упаковывают. Устанавливать их на модели рекомендуется через 7–10 дней (время так называемого «отдыха»). Желательно на каждый резиноmotor завести простейший технический паспорт с указанием условий эксплуатации, числа оборотов закрутки и периодичности использования.

После циклов максимальной закрутки резиноmotory обычно вытягиваются – их следует перемотать. На ответственных стартах соревнований в каждом туре лучше устанавливать на модели новые двигатели, так как при повторном использовании значительно уменьшается энергоотдача резинового жгута.

Регулировку модели проводят в два этапа: при планирующем и моторном полете.

После сборки модели (полностью укомплектованная модель должна иметь массу 140 г) проверяют, нет ли перекоса плоскостей и нарушения взаимного положения элементов (крыла, стабилизатора и киля) при видах спереди и сверху. Центр тяжести модели

с установленным резиноmotorом должен находиться перед задней кромкой крыла на расстоянии 30 мм от нее. Если положение ЦТ отличается от указанного, загружают носовую или хвостовую часть фюзеляжа.

Добившись нужной центровки аппарата, проводят регулировку планирования. Держа модель за фюзеляж, плавно толкают ее. Если модель кабрирует, опускают вниз заднюю кромку стабилизатора, немного уменьшив высоту упора, если переходит в пикирование – поднимают кромку. Подбирать высоту упора удобнее, если он сделан с запасом: во время регулировки нужно лишь понемногу подрезать его. Хорошо отрегулированная модель должна пролетать по прямой 25–30 м. После отработки режима планирования руль направления немного отгибают, задавая полет по кругу.

Второй этап – регулировка моторной фазы полета. Двигатель закручивают на 80–85 оборотов и легким толчком в горизонтальном направлении пускают модель. Она должна понемногу набирать высоту (угол набора около 15°) с правым виражом. Постепенно увеличивая закрутку (прибавляя по 50 оборотов), доводят ее до максимальной допустимой. При этом время работы воздушного винта (время выработки закрученного резинового жгута) должно составить 28–32 с. Если оно окажется меньше – увеличивают шаг винта, а если больше – уменьшают его. Шаг лопастей подбирают путем подгиба проволоки штанги.

Все обнаруженные при запусках недостатки моторного полета (нет набора высоты, полет без нужного виража и т. п.) устраняют только смещением оси вала винта, подпиливая торец моторной части фюзеляжа. Для данной модели смещение оси составляет 1° вправо и 1° вниз.

ТЕМА 6. КОРДОВАЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНАЯ МОДЕЛЬ

Цель. Рассчитать и построить кордовую модель самолета.

Методические рекомендации. Первое теоретическое занятие целесообразно начать с объяснения особенностей кордовой модели, а затем рассчитать типовую учебно-тренировочную модель.

Кордовая модель – это модель, летающая по кругу и управляемая посредством стальных нитей – корд. Воздействуя на органы управления модели с помощью корд, пилот может заставить ее лететь горизонтально или выполнять различные фигуры над землей в пределах полусферы, радиусом которой является длина корд. Аэродромом для кордовых моделей может служить ровная площадка диаметром 40–50 м.

Первые полеты кордовых моделей в нашей стране осуществил М. Степченко в 1945 г. Позже кордовые модели были включены в программу авиамodelных соревнований.

На втором занятии кружковцы выполняют чертеж модели.

Цель практических занятий – изготовление кордовой модели. Можно рекомендовать постройку одной модели двум кружковцам,

сразу же составляя экипажи. При запусках модели каждый из них попеременно будет механиком и пилотом.

Обучению технике пилотирования рекомендуется посвятить одно теоретическое и четыре-пять практических занятий.

Основы расчета модели. При выборе конструкции и расчете учебной кордовой модели необходимо учитывать следующие требования: простота изготовления, использование доступных материалов (сосны, липы, фанеры), достаточный запас прочности (при первых полетах не исключены грубые посадки). Центр тяжести модели размещается в пределах 15–20% САХ (средней аэродинамической хорды).

Самый простой способ конструирования такой модели — определение ее размеров в зависимости от рабочего объема двигателя. В практике авиамоделизма на 1 см³ рабочего объема двигателя приходится 200 г массы модели.

Если оснастить модель авиамодельным двигателем с рабочим объемом 2,5 см³ (МАРЗ-2,5, «Метеор», КМД), то ее масса получится равной 500 г. Учитывая технологию постройки модели, выбираем удельную грузоподъемность 20–29 г/дм².

Общую площадь несущей поверхности вычисляют по формуле

$$S = m/p,$$

где p — удельная грузоподъемность (нагрузка на крыло), г/дм²; m — масса, г. $S = (500/24,5) \text{ дм}^2 = 20,4 \text{ дм}^2$.

У кордовых пилотажных моделей площадь крыла в 5–6 раз больше площади стабилизатора. Получаем: $S_{\text{кр}} = 17,1 \text{ дм}^2$; $S_{\text{ст}} = 3,3 \text{ дм}^2$.

Ширина крыла постоянна по всему размаху. С учетом удлинения, равного 5–6, она составит 190 мм, размах крыла 900 мм. Аналогично определяют размеры стабилизатора.

Площадь киля должна быть в 3–4 раза меньше площади горизонтального оперения (стабилизатора).

Рассчитав размеры модели, вычерчивают ее эскиз, уточняют данные и выполняют рабочий чертеж (рис. 39).

Постройка модели. Крыло модели состоит из 14 нервюры, 2 лонжеронов, 2 законцовок, передней и задней кромок. Для первой учебно-тренировочной модели рекомендуется изготовить 2–3 крыла, поскольку при неудачных посадках обычно ломается крыло.

Нервюры крыла выполняют из фанеры толщиной 1 мм. Собирают в пакет и закрепив между шаблонами 14 пластин, их обрабатывают напильником в тисках. Пазы для лонжеронов выпиливают ножовкой по металлу. После этого на каждой нервюре делают облегчения.

Лонжероны изготавливают из сосновых реек сечением 8X4 мм, переднюю кромку — из рейки сечением 5X5 мм, заднюю — из липовой пластины. Задняя кромка в сечении должна иметь форму вытянутого треугольника, так как продолжает контур нервюры крыла.

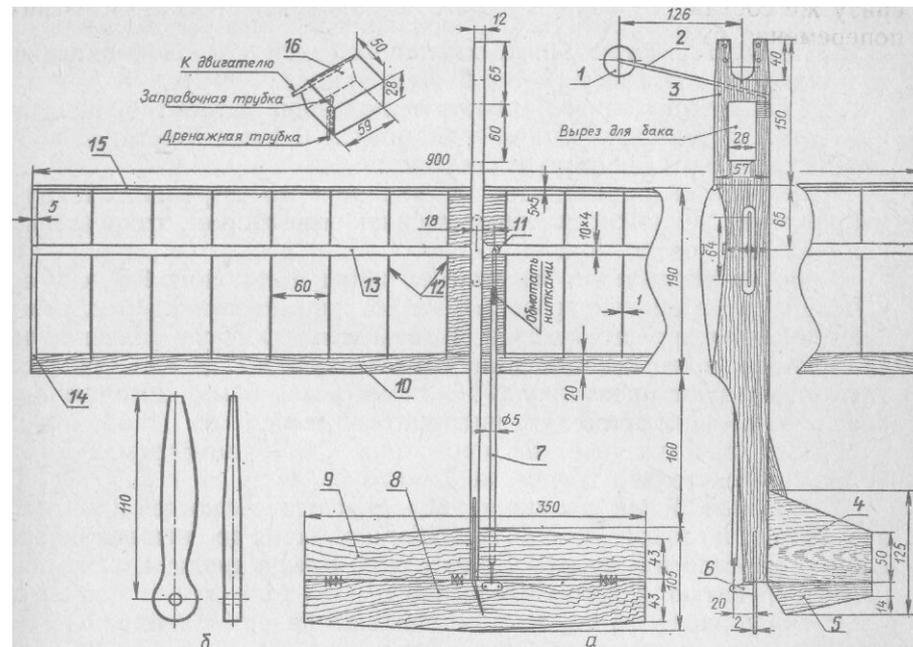


Рис. 39. Кордовая учебно-тренировочная модель самолета (а) и шаблон винта (б): 1 — колесо; 2 — стойка шасси; 3 — фюзеляж; 4 — киль; 5 — руль направления; 6 — кронштейн руля высоты; 7 — тяга; 8 — руль высоты; 9 — стабилизатор; 10 — задняя кромка; 11 — качалка; 12 — нервюра; 13 — лонжерон; 14 — законцовка; 15 — передняя кромка; 16 — топливный бак.

Перед сборкой крыла размечают по чертежу лонжероны и переднюю кромку и пропиливают в задней кромке пазы на глубину 5 мм. Сначала на один лонжерон устанавливают все нервюры, потом другой лонжерон. После этого нитками прикрепляют к нервюрам переднюю, а затем заднюю кромку. Если нет перекосов, все стыки промазывают клеем. После высыхания клея нитки снимают и приклеивают законцовки из липовой пластины толщиной 4–5 мм. Центральную часть крыла обшивают тонким липовым шпоном, чтобы резина при креплении крыла к фюзеляжу не продавливала обтяжку. К внешней законцовке для уравнивания массы корды прикрепляют груз массой 20–25 г, а к внутренней приклеивают планку для выхода корды. Обработанное шлифовальной шкуркой крыло оклеивают микалентной бумагой и покрывают 5–6 слоями эмали.

Фюзеляж модели вырезают по контуру из липовой (сосновой) пластины толщиной 12 мм и делают пазы для бака и качалки. Носовую часть усиливают фанерными накладками, хвостовую сужают до толщины 6–7 мм. При вырезании поверхности под крыло нужно следить за тем, чтобы его хорда была параллельна продольной оси модели. Пропил для стабилизатора выполняют ножовочным полотном.

.Фюзеляж обрабатывают шлифовальной шкуркой и клеивают стабилизатор, изготовленный из липовой или сосновой пластины толщиной 2,5 мм в середине и 2 мм в конце.

Руль высоты из липовой пластины подвешивают к стабилизатору на петлях из рыболовной лески диаметром 0,3 мм. Жестяной кронштейн крепят к рулю двумя заклепками.

Фанерный киль клеивают в фюзеляж на двух шипах. Руль направления немного отклоняют во внешнюю сторону относительно направления полета модели.

Качалка управления из дюралюминия толщиной 1,5 мм, ось качалки из стальной проволоки ОВС диаметром 2,5 мм. Тягу, соединяющую кронштейн руля высоты и качалку управления, выполняют из соснового стержня диаметром 6 мм. В качестве осей тяги используют проволоку ОВС диаметром 1,5 мм, которую прикрепляют к деревянной тяге нитками с клеем.

Шасси одностоечное, из проволоки ОВС диаметром 2,5 мм; колесо из текстолита толщиной 5 мм.

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

Ручку управления можно изготовить из фанеры толщиной 10 мм, оргстекла или текстолита.

В качестве корды используют стальную проволоку ОВС диаметром 0,3–0,35 мм; можно также свить трос из стальной проволоки диаметром 0,1 мм. Для крепления корды к ручке управления и к качалке на концах последней надо закрепить карабины, которые можно изготовить из проволоки ОВС диаметром 0,6–1,0 мм. Хранить корды следует на дисках диаметром 150–250 мм. Диски обычно клеивают из фанеры и обрабатывают на токарном станке. Корды должны быть сухими и чистыми. Перед полетом их желательно протереть чистой тряпкой.

В комплект стартового оборудования, кроме корд и ручки управления, входят заправочная колба объемом 200–250 см³ и необходимый инструмент. Хранить и транспортировать стартовое оборудование желательно в специальном ящике.

Регулировка и запуск. Перед полетом определяют ЦТ модели. Он должен располагаться на расстоянии, равном 15–20% длины хорды крыла от передней кромки. Длину корды для первых запусков выбирают 12–15 м. Совершать полеты желательно при слабом ветре (не более 1–2 м/с). В первый полет модель запускает руководитель кружка или спортсмен, имеющий опыт пилотирования кордовой модели. После этого можно приступить к обучению.

Во время первых запусков обязательна страховка: инструктор или опытный спортсмен производит взлет модели, обучаемый подходит к нему в круг, и запускающий аккуратно передает ему ручку управления, а свою руку кладет на руку обучаемого. Это следует делать, когда модель набрала высоту 4–5 м. В течение полета

инструктор при необходимости корректирует положение ручки управления. Во время полета модели рука пилота должна быть вытянута и составлять с кордой прямую линию; рука должна чувствовать, как реагирует модель на отклонение ручки управления.

Продолжительность обучения зависит от индивидуальных особенностей кружковца. Постепенно инструктор дает возможность обучаемому действовать самостоятельно. Если модель летит устойчиво по горизонту, первые навыки приобретены.

Совершив несколько таких полетов, можно доверить обучаемому выполнить взлет с земли. При взлете следует немного отклонить руль высоты вверх и оставить его в таком положении в течение всего взлета. Первый самостоятельный взлет не всегда получается. Часто бывают поломки воздушного винта, поэтому рекомендуется иметь запас винтов. Если взлет удался, горизонтальный полет выполнить нетрудно — все операции управления уже известны.

При посадке действия пилота такие же, как и при взлете. После остановки двигателя не следует вмешиваться в управление: модель плавно снизится и коснется земли. Если двигатель при наборе высоты заглох, следует немного отклонить руль высоты вниз, дав модели набрать необходимую скорость для планирования.

Отрабатывая взлет-и посадку, не надо полностью заполнять бачок топливом, чтобы горизонтальный полет не занимал много времени. Освоив эти приемы, можно выполнять небольшие горки, повороты на горке, затем разучивать «петлю Нестерова».

ТЕМА 7. АВИАМОДЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Цель. Ознакомить учащихся с принципом работы авиамodelьных двигателей и привить навыки грамотной их эксплуатации.

Методические рекомендации. Для изучения этой темы потребуются два занятия. На первом следует ознакомить учащихся с классификацией авиамodelьных двигателей, устройством и принципом работы двигателей внутреннего сгорания, рассказать об основных компонентах топливных смесей, дать рецепты и объяснить способы их приготовления.

На втором занятии составляют топливные смеси и тренируются в запусках авиамodelьных двигателей МАРЗ-2,5, «Ритм», КМД.

Классификация авиамodelьных двигателей. В авиационном моделизме широко используют микролитражные двигатели внутреннего сгорания, преобразующие тепловую энергию топлива в механическую. Топливо сгорает внутри цилиндра двигателя. Двигатели внутреннего сгорания универсальны (их успешно применяют на любых моделях), просты в эксплуатации, имеют высокую частоту вращения. Авиамodelьные двигатели работают на жидком топливе и относятся к карбюраторным, так как горючая смесь у них образуется в специальном устройстве — карбюраторе.

По способу зажигания рабочей смеси авиамодельные двигатели бывают калильные — с зажиганием от калильной свечи и компрессионные — с самовоспламенением горючей смеси от сжатия.

Степень сжатия в компрессионных авиамодельных двигателях регулируется контрпоршнем, перемещающимся в верхней части цилиндра с помощью регулировочного винта под действием давления газов в цилиндре.

По рабочему объему цилиндра авиамодельные двигатели делятся на 3 спортивные категории: I — с рабочим объемом до 2,5 см³; II — от 2,5 до 5,0 см³; III — от 5,0 до 10,0 см³. Деление двигателей на категории позволяет сравнить летные качества различных моделей и создает одинаковые условия соревнований.

Чтобы рассказать об устройстве двигателей, топливных смесях и ответить на другие вопросы, предусмотренные программой, руководителю следует обратиться к специальной литературе.

ТЕМА 8. ВОЗДУШНЫЕ ВИНТЫ АВИАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Цель. Рассчитать и изготовить воздушные винты для кордовых моделей.

Методические рекомендации. На первом занятии руководитель объясняет принцип работы воздушного винта и предлагает кружковцам простейший способ его расчета для кордовой учебно-тренировочной модели с двигателями МАРЗ-2,5. На втором занятии учащиеся изготавливают воздушные винты для кордовых моделей, построенных ранее.

Расчет воздушного винта. Чтобы обеспечить поступательное движение модели самолета, необходимо приложить к ней силу тяги. Ее создает воздушный винт, приводимый во вращение авиамодельным двигателем. Лопасти винта, вращаясь, отбрасывают поток воздуха назад — в сторону, противоположную направлению полета. Чем больше масса и скорость воздушного потока, отбрасываемого винтом, тем больше сила тяги винта.

Воздушные винты имеют различные геометрические характеристики. Важнейшими из них являются диаметр и шаг винта.

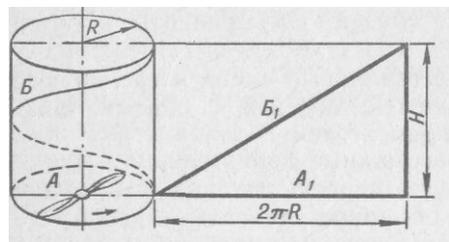


Рис. 41. Развертка винтовой линии: А — окружность, описываемая лопастью винта; А₁ — ее развертка на плоскости; В — винтовая линия лопасти; В₁ — ее развертка на плоскости; Н — теоретический шаг винта.

Диаметр винта D_B — это диаметр окружности, описываемой при вращении концами лопастей.

Теоретический шаг винта Н — это расстояние, проходимое элементом лопасти в направлении полета за 1 оборот винта, движущегося поступательно с определенной скоростью; при этом предполагается, что винт вращается в неподатливой (твердой) среде (рис. 41). Но так как винт вращается в воздухе, частицы которого про-

скользывают по поверхности винта, то за 1 оборот он проходит меньшее расстояние. Фактически пройденное расстояние называется **действительным шагом** или **поступью винта**, а разница между теоретическим (расчетным) шагом и действительным — **скольжением**. Действительный шаг винта можно вычислить по формуле $Y = v/n$, где v — скорость модели, м/с; n — частота вращения, с⁻¹.

Для сравнения различных винтов введено понятие **относительного шага**: $h = H/D_B$, у кордовых пилотажных моделей относительный шаг воздушных винтов равен (0,4—0,6) D_B . Для получения полной мощности двигателя модели нужно правильно подобрать размеры винта — диаметр, шаг, ширину лопасти.

Рассмотрим упрощенный способ расчета воздушного винта для кордовой тренировочной модели с двигателем МАРЗ-2,5: скорость полета 80 км/ч (22 м/с), частота вращения винта 10000 об/мин (166 с⁻¹).

За 1 оборот винт пройдет расстояние $H = v/n = (22/166)$ м = 0,13 м, т. е. шаг винта $Y = 130$ мм.

Как показала практика, диаметр винта следует выбирать в пределах 210—220 мм, а ширину лопасти 8—12% от его диаметра. При диаметре 210 мм ширина лопасти составит 24 мм.

На миллиметровой бумаге проводят осевую линию и вычерчивают вид лопасти спереди (рис. 42); затем делят длину лопасти на несколько отрезков (например, 0,3; 0,45; 0,6; 0,75 и 0,9) и проводят перпендикуляры к осевой линии. Чем больше точек сечения лопасти, тем точнее будет выполнен винт. Параллельно осевой линии наносят еще одну линию для построения вида сбоку и делят ее на столько же сечений. От центра винта вверх откладывают размер В, найденный по формуле $B = H/2l$, = (130/6,28) мм = 20,7 мм.

Из полученной точки проводят наклонные линии, пересекающие точки сечения лопасти, а на них измерителем переносят с вида спереди ширину соответствующих сечений лопасти. Соединяя точки, получают вид лопасти воздушного винта сбоку.

Изготовление воздушного винта. Шаблоны лопасти винта вырезают из тонкой фанеры или целлулоида. Для изготовления воздушного винта кордовой модели рекомендуется использовать заготовки из березы или бука.

На верхней стороне бруска отмечают центр и через него проводят осевую линию. Наложив верхний шаблон лопасти, обводят его по контуру остро отточенным карандашом. Ножом, а затем

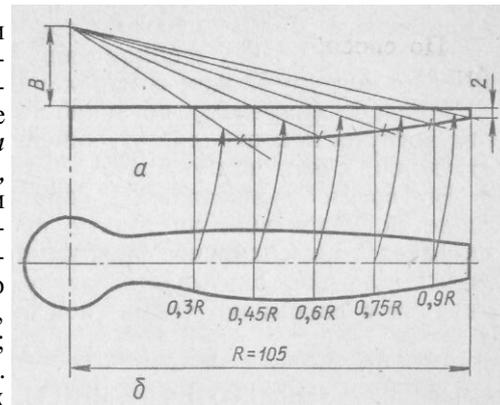


Рис. 42. Построение шаблонов винта: а — вид сбоку; б — вид спереди.

напильником обрабатывают брусок по намеченному контуру. Накладывают на заготовку шаблон вида сбоку, обводят его и обрабатывают по контуру ножом и напильником.

Рабочую (нижнюю) поверхность лопасти делают слегка вогнутой; вогнутость контролируют линейкой. Верхняя поверхность (спинка) должна быть выпуклой.

Во время окончательной обработки проверяют балансировку лопастей, надев винт на тонкую проволоку. Уравновешенный винт занимает горизонтальное положение, у неуравновешенного более тяжелая лопасть оказывается внизу. Винт зачищают шлифовальной шкуркой и покрывают тремя слоями нитролака.

КРУЖОК ТРЕТЬЕГО ГОДА ЗАНЯТИЙ

Цель занятий кружка третьего года — дальнейшее расширение знаний в области аэродинамики, конструирование и расчет сложных моделей, проведение экспериментов с летающими моделями самолетов. Тематика занятий охватывает обширный круг вопросов и рассчитана на подготовленных кружковцев и на квалифицированного руководителя кружка. Учащиеся работают в кружке в спортивном и экспериментальном направлениях. Спортивное направление авиамоделизма немыслимо без экспериментально-исследовательской работы.

Перечень моделей, рекомендуемых для постройки, может быть обширным. Чтобы не сужать кругозор кружковцев, желательно строить модели всех существующих категорий: свободнолетающие модели чемпионатных классов — планер (F1A), резиномоторная (F1B), таймерная (F1C); кордовые — пилотажная, контурная копия, «воздушного боя»; радиоуправляемые модели планеров и самолетов. Можно рекомендовать и так называемые экспериментальные модели: типа «летающее крыло», модели вертолетов и получившие в последнее время широкую популярность модели электролетов. Не нужно ограничиваться определенными классами моделей — это сковывает творческую инициативу ребят, однако при выборе объектов следует учитывать местные условия. Так, если в городе или в селе нет кордодрома (специально оборудованной площадки), с некоторыми классами кордовых моделей работать будет трудно.

В третий год занятий основное время следует отвести практической работе. Это вызвано тем, что учащиеся строят сложные модели. В ходе практических работ рекомендуется для укрепления знаний провести два-три доклада, пригласив для этого авиационного инженера или опытного авиамоделиста-спортсмена.

Всю работу кружка третьего года занятий целесообразно направить на приобретение кружковцами навыков самостоятельного конструирования, на развитие интереса к экспериментально-исследовательской работе.

Для проведения экспериментов и исследований можно рекомендовать такие направления: влияние профиля крыла и формы фюзеляжа на качество планирования модели; действие турболизатора крыла на качество полета; форсирование авиамоторных двигателей; подбор винтомоторной группы для резиномоторных моделей; разработка технологии изготовления моделей с применением пенопласта и стеклопластика; создание учебно-наглядных пособий и приспособлений для эксплуатации микродвигателей и запуска моделей и др.

В основу авиамodelьных кружков третьего года занятий положен индивидуальный метод работы над моделями, при котором каждый кружковец или звено из 2—3 учащихся выполняют определенную модель. Работу кружка надо строить так, чтобы каждый школьник стремился передать полученные знания и навыки своим товарищам, оказывал им помощь.

Плодотворная работа в кружке третьего года занятий немыслима без умения правильно пользоваться технической и справочной литературой (руководитель должен позаботиться о достаточном ее количестве), творчески решать поставленные задачи, четко формулировать свои мысли, выполнять технические требования к изготавливаемым моделям.

На первом занятии руководитель, спросив учащихся об их работе летом, рассказывает о спортивных соревнованиях, в которых участвовали кружковцы, их достижениях, делает обзор по авиамodelьному спорту за прошедший спортивный сезон. Необходимо осветить итоги всесоюзных и международных соревнований, разобрать технические данные моделей-победителей и оригинальных конструкций. Для этого можно использовать журналы «Крылья Родины», «Моделист-конструктор», «Информационный бюллетень» ЦСТКАМ ДОСААФ СССР. Возможно, некоторые кружковцы выберут какую-либо модель для изготовления.

После 10—15-минутного перерыва руководитель знакомит учащихся с Правилами проведения соревнований по авиамodelьному спорту в СССР, подробно рассказывает о категориях и классах авиационных моделей, которые будут строить в данном кружке. В заключение он объясняет правила безопасности при работе на станках и с режущим инструментом.

На организационной части выбирают старосту, уточняют расписание.

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ ЗАНЯТИЙ

Сообщение теоретических сведений необходимо чередовать с практической работой. Так, на изучение темы «Аэродинамика и летающая модель» отводится 9 ч, но проводить подряд три теоретических занятия нецелесообразно — это утомительно для кружковцев. Теоретические занятия по данной теме следует совмещать с практической работой по другим темам (например, заготовка материалов, расчет профиля крыла).

Тема «Аэродинамика и летающая модель» включает основные вопросы теории полета самолетов и моделей: аэродинамическое качество крыла, спектры обтекания различных тел, условия устойчивого полета, основные свойства воздуха. Так как в настоящем пособии нет конкретного материала по данной теме, руководителю кружка необходимо пользоваться другими источниками. Хорошо освещена аэродинамика летающих моделей в следующих книгах, выпущенных издательством ДОСААФ: Ш у л ь ц е Х. Аэродинамика и летающая модель (1963), Г о т т е с м а н В. Профили для летающих моделей (1965), Б а б а е в Н. и др. Авиационный моделизм (1960), С м и р н о в Э. Как сконструировать и построить летающую модель (1970), Ж и д к о в С. Секреты высоких скоростей кордовых моделей самолетов (1972), С и р о т к и н Ю. В воздухе — пилотажная модель (1972), М е р з л и к и н В. Радиоуправляемые модели планеров (1982).

По теме «Конструкция и технология изготовления авиационных моделей» рекомендуется провести два-три занятия, на которых рассматриваются наиболее распространенные категории моделей и их конструктивные отличия. Можно предложить кружковцам рассчитать на прочность некоторые элементы конструкции модели, но это будет посылно только для учеников IX—X классов.

Во время объяснения технологии изготовления моделей важно подчеркнуть целесообразность использования современных материалов, научить кружковцев правильным и наиболее рациональным приемам их обработки. Так, в авиамоделизме в последнее время широко применяют пенопласт, стеклоткань, стеклопластик для изготовления фюзеляжей, мотогондол и т. д. Следует напоминать кружковцам о правилах безопасности при работе с этими материалами, особенно при изготовлении моделей-копий.

По теме «Расчет моделей» рекомендуется провести четыре-пять занятий. Руководитель должен подготовить несколько схем и чертежей по классам моделей, предлагаемых учащимся для изготовления. Обычно выбирают модели чемпионов. Следует предложить кружковцам проанализировать технические данные этих моделей (размах, длина хорды крыла, длина плеча, центровка). Затем каждый кружковец выполняет эскиз своей модели и обсуждает его с руководителем. Разобрав достоинства и недостатки проекта, выполняют рабочий чертеж модели и рассчитывают профили для крыла и стабилизатора. Уже на этом этапе работы можно рекомендовать поставить некоторые эксперименты. Пусть два кружковца делают одинаковые модели планера, но с различным профилем крыла: один применит профиль В-6356, другой — профиль Х. Хансенса. В процессе запусков они будут фиксировать и сравнивать летные качества названных моделей.

Предметом исследований может быть влияние различных факторов: турбулизаторов крыла на характер полета модели, угла поперечного V на ее устойчивость, удлинения крыла на качество планирования и т. д. Очень важно в процессе эксперимента вести

дневник или журнал, в котором фиксируют данные о летных испытаниях модели. Результаты исследования необходимо обработать и по его итогам сделать доклад или сообщение в конце учебного года. Цель исследований достигнута, если авиамodelисты практически убедятся в преимуществах или недостатках исследуемой конструкции.

Основная форма занятий по теме «Постройка, регулировка и запуски моделей» — практическая работа. Выполнив рабочий чертеж модели, изготовив шаблоны и заготовив материал, приступает к ее постройке. Руководитель помогает кружковцам, направляет работу, выявляет и развивает их склонности.

Кружковцы с увлечением строят фюзеляжные модели планеров и самолетов, кордовые «воздушного боя», пилотажные и копии. Модели-копии относятся к одному из самых сложных классов авиамodelей, и учащиеся проявляют к ним большой интерес. Однако вначале лучше копировать несложные самолеты, а иногда строить и контурные копии. В работе над моделями-копиями поможет литература издательства ДОСААФ: Д е м и н В., К о с т е н к о И. Советские самолеты. Альбом (1973), Ш а в р о в В. Самолеты Страны Советов (1973) и Т а р а д е е в Б. Летающие модели-копии (1983). Чертежи и описания самолетов для постройки копий регулярно публикуются в журналах «Моделист-конструктор» и «Крылья Родины».

В план работы кружка желательно включить тему «Сообщения и доклады» (два занятия). Тематика бесед может быть такой: «Н. Е. Жуковский — основатель гидроаэродинамики», «Современная авиация», «Перспективы развития авиации», «Новинки авиамodelьной техники», «Правила соревнований по авиамodelьному спорту в СССР». На этих же занятиях сообщают результаты исследований и экспериментов с авиамodelями. Проводить занятия по этой теме можно в течение всего учебного года. Продолжительность бесед, докладов не должна превышать 1,5 ч.

На заключительном занятии подводят итоги работы за учебный год. Рекомендуется организовать выставку моделей кружковцев, дать задание пионерам-инструкторам для занятий в пионерском лагере, наметить план подготовки авиамodelистов, выполнивших нормативы разрядников к соревнованиям, вручить спортивные квалификационные книжки.

Предлагаем чертежи и описания моделей, рекомендуемых для работы кружка третьего года занятий.

МОДЕЛЬ «ВОЗДУШНОГО БОЯ» (КЛАСС F2D)

Кордовые модели «воздушного боя» наиболее популярны у авиамodelистов. Аэродромом для них может служить стадион, любая ровная площадка или лесная поляна диаметром 40—50 м. Одно из основных требований, предъявляемых к таким моделям, — простота изготовления, ведь во время «воздушной схватки» неизбежны столкновения и, как следствие, поломки.

Предлагаемая модель (рис. 43) отвечает этому требованию, а применение недефицитных материалов и несложная конструкция позволяют закончить постройку за сравнительно короткий срок. Как показывает опыт, за учебный год кружковцы успевают построить 2—3 модели, а в пионерском лагере для ее постройки вполне достаточно одной смены.

Крыло состоит из 10 нервюр, 2 лонжеронов, передней и задней кромок.

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

Лонжероны изготавливают из сосновых реек сечением 8X3 мм, переднюю кромку — из рейки 4X4 мм, а заднюю — из липовой пластины (в сечении она должна иметь форму вытянутого треугольника, так как продолжает контур нервюры крыла).

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

Проверив, нет ли перекосов, все стыки смазывают клеем. После высыхания нитки снимают и приклеивают законцовки из липовой пластины толщиной 4—5 мм. Для компенсации массы корд внешней часть крыла загружают, укрепляя в законцовке 15—20 г свинца.

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

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

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

Крыло модели оклеивают длинноволокнистой бумагой и 5 раз покрывают эмалитом.

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

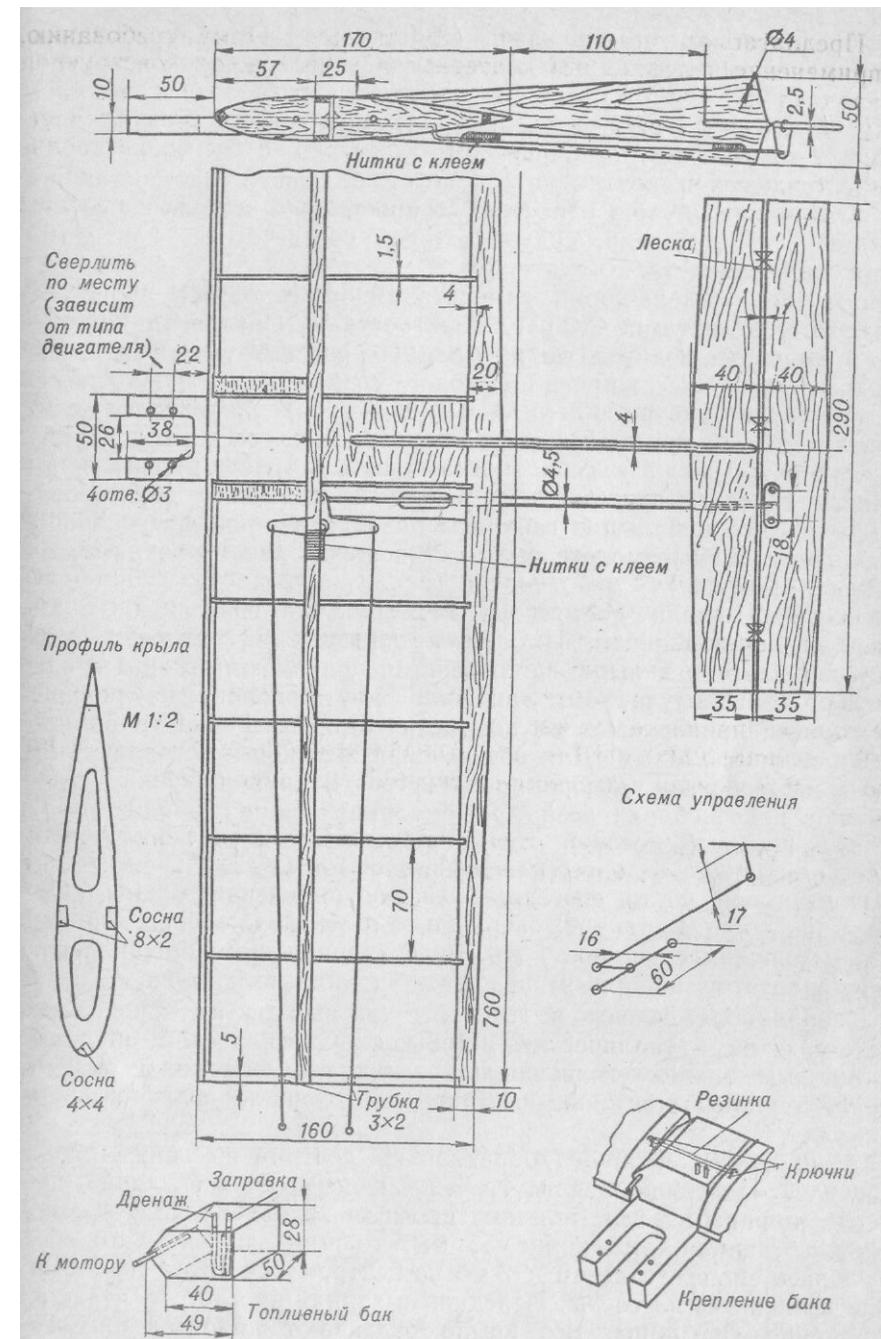


Рис. 43. Кордовая модель «воздушного боя» (класс F2D).

Рекомендуется устанавливать двигатель ЦСТКАМ-2,5 или МАРЗ-2,5. Масса модели без двигателя 190—200 г.

КОНТУРНАЯ МОДЕЛЬ-КОПИЯ

Изготовление моделей-копий требует большого мастерства и опыта. Начинать лучше с постройки простейшей модели-копии - контурной, т. е. модели, силуэт которой соответствует контурам какого-либо самолета.

Контурная модель-копия самолета Бе-30 (рис. 44) разработана авиамоделистами СЮТ г. Электростали. Предлагая какую-либо модель, руководитель должен немного рассказать о прототипе. Бе-30 — легкий пассажирский самолет, создан под руководством главного конструктора Г. М. Бериева. Он предназначался для перевозки 14—16 пассажиров, багажа, почты на местных воздушных линиях, сочетал в себе экономичность и комфорт, высокую скорость полета и возможность взлета и посадки с грунтового аэродрома. Его небольшие габариты позволяли пользоваться бортовым трапом. На самолете были установлены два турбовинтовых двигателя ТВД-10.

Фюзеляж модели состоит из двух пластин, выполненных из фанеры толщиной 1 мм. Их форма показана на чертеже (вид сбоку). В пластинах вырезают отверстия под иллюминаторы и закрепляют их целлулоидом. Закрепив одну боковину на ровной поверхности, приклеивают по периметру липовые рейки толщиной 6 мм и шириной 14 мм. Для обеспечения жесткости вставляют на клею 5 поперечных распорок-шпангоутов. Вторую боковину приклеивают после сборки всей модели: закрепления стабилизатора, крыла и передней носовой стойки шасси. Остекление пилотской кабины выполняют из оргстекла толщиной 1 мм.

В хвостовой части фюзеляжа сверху приклеивают киль. Он наборный, состоит из трех нервюр и двух лонжеронов, обшит липовым шпоном толщиной 1 мм. Руль направления неподвижный.

Стабилизатор наборный: переднюю и заднюю кромки, 7 нервюр, законцовки делают из липы. Рули высоты из пенопласта подвешены на металлических петельках. Стабилизатор обшивают липовым шпоном и вклеивают в прорезь фюзеляжа. Место вклейки усиливают вставками. Длина плеч качалки рулей высоты 19 мм.

Крыло формы двойного обратного V состоит из центроплана и консолей. Центроплан прямоугольной формы в плане, длина его 330 мм, ширина 125 мм, толщина профиля 20 мм. Консоли трапециевидные, ширина на конце 55 мм, толщина профиля 10 мм. Два лонжерона сечением 10 X 3 мм на центроплане и 5 X 1,5 мм на конце выполнены из сосны. Передняя и задняя кромки, 18 нервюр, законцовки — из липы. Все крыло оклеивают липовым шпоном толщиной 1 мм и крепят к фюзеляжу на эпоксидной смоле. Усиливающие место стыка «зализы» из липы приклеивают сверху.

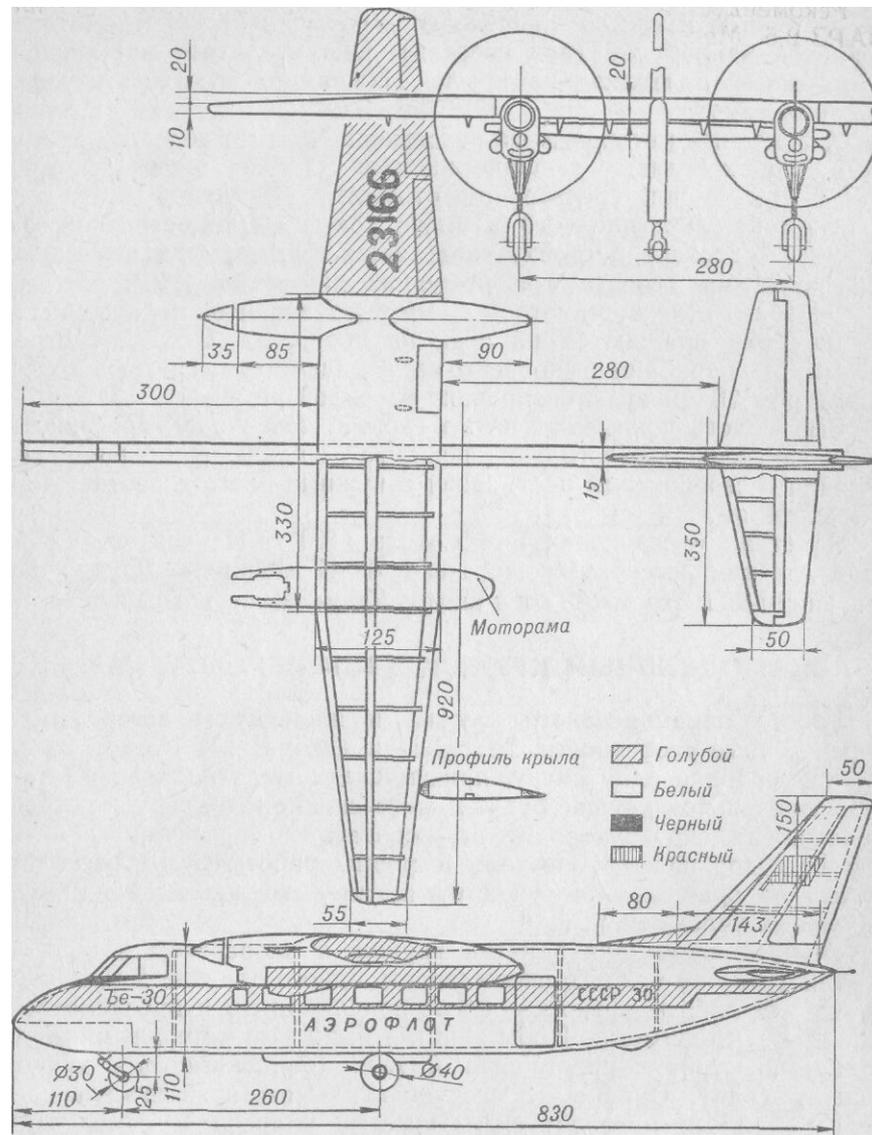


Рис. 44. Контурная модель-копия самолета Бе-30

В середине центроплана между лонжеронами на проволочной стойке укрепляют качалку из дюралюминия толщиной 1,5 мм с запрессованными бронзовыми или латунными втулками. Размеры плеч 17 и 60 мм.

Основание мотогондолы — фанерная пластина толщиной 5 мм, которая служит силовой рамой для крепления двигателя. Сверху

на мотораму и крыло наклеивают «вершушку», форма которой показана на чертеже (вид спереди). Она усиливает мотогондолу и переходит в «зализ» на крыле. Нижняя часть гондолы имеет съемный капот.

К фанерным моторам на расстоянии 70 мм от передней кромки крыла прикрепляют дюралюминиевые стойки шасси диаметром 8 мм. В них просверлены отверстия диаметром 6 мм для хода штока, закрепленного в вилке колеса. Шток стальной, закаленный; посадка в стойку скользящая. Подкосы дюралюминиевые, соединены штифтами из проволоки диаметром 1 мм.

Основные колеса диаметром 40 мм вытачивают из мелкопористой резины; они вращаются на осях из проволоки ОВС диаметром 2,5 мм. Их барабаны выполнены из дюралюминия. Носовое колесо диаметром 30 мм вулканизировано из сырой резины.

Всю модель покрывают пятью слоями клея Ак-20, просушивая после нанесения каждого слоя, зачищают, шпаклюют и окрашивают сначала в серебристый цвет, затем в нужные цвета в соответствии с прототипом.

Полетная масса копии Бе-30 около 1100 г. На ней устанавливают два компрессионных двигателя Мк-17 «Юниор». Двухлопастные винты диаметром 180 мм и шагом 100 мм изготовлены из березы.

АВИАМОДЕЛЬНЫЙ КРУЖОК В ПИОНЕРСКОМ ЛАГЕРЕ

Работа авиамodelьного кружка в пионерском лагере имеет определенные особенности. Школьники находятся в лагере недолго, как правило одну смену, причем среди желающих заниматься в авиамodelьном кружке будут и начинающие и те, кто уже строил модели. Задача руководителя — сделать интересными занятия для всех кружковцев. Поэтому и формы работы будут несколько иными по сравнению с существующими в кружках школ и внешкольных учреждений.

Учебное время для занятий кружка в пионерском лагере составляет 35—40 ч; продолжительность одного занятия 2 ч, лучшее время для работы кружка — после полдника, что и предусмотрено типовым распорядком. Чтобы занятия были занимательными, целесообразно строить простейшие модели (описанные для кружка первого года). Однако не следует исключать и изготовление и более сложных моделей: схематических планера и самолета, а также кордовых. Ведь полеты кордовых моделей наиболее эффектны и зрелищны.

Основной акцент в работе кружка пионерского лагеря следует перенести на практические занятия, игры с летающими моделями и соревнования. Теоретические сведения лучше излагать в игровой форме — это может быть тематическая викторина, КВН и пр.

Организацию лагерного авиамodelьного кружка надо начать с демонстрации полетов моделей. Для этого руководитель должен заранее подготовить несколько моделей. Это могут быть и воз-

душные змеи, и кордовые модели. При комплектовании кружка необходимо учитывать возраст и степень подготовки пионеров к практической работе. Можно разделить ребят на бригады и звенья, а учащихся, уже занимавшихся в авиамodelьном кружке, прикрепить к каждой бригаде в качестве инструкторов. Совет инструкторов поможет проводить массовую работу в лагере (выставки, соревнования).

Единой программы для авиамodelьного кружка пионерского лагеря не существует. Объем работы, последовательность занятий определяются конкретными условиями (например, квалификацией руководителя, наличием материалов и инструмента). Иногда возни-

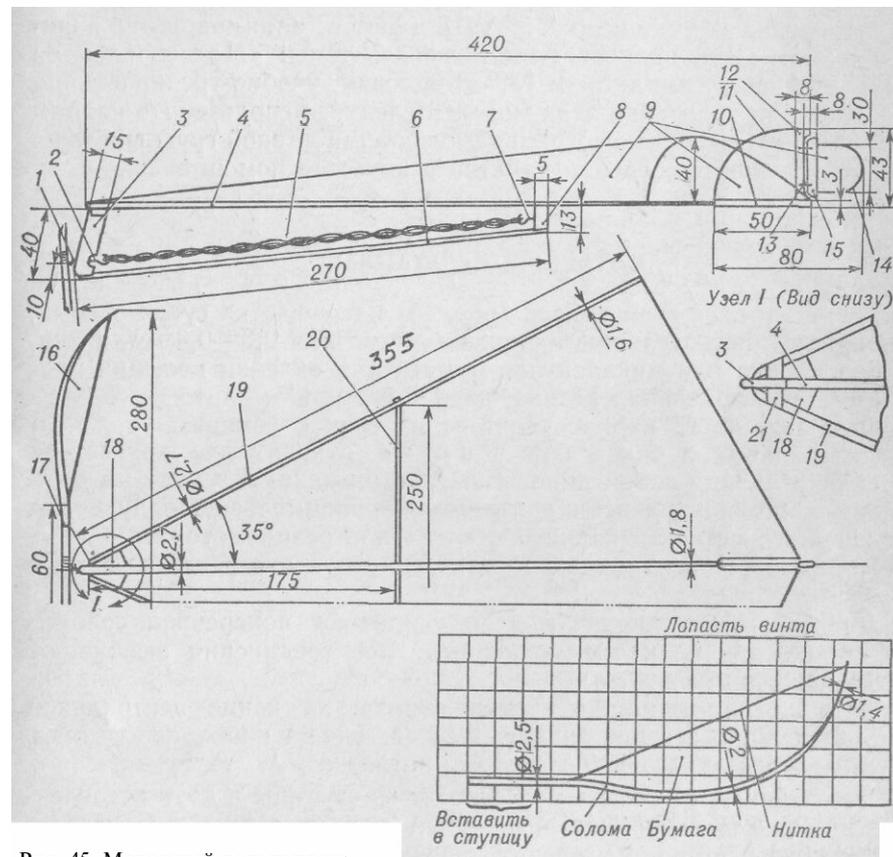


Рис. 45. Моторный дельтаплан:

1—шайбы (целлулоид); 2—вал винта (проволока диаметром 0,8 мм); 3—передняя стойка (брусок из липы 3X5X40 мм); 4—основная балка (солома); 5—резиномотор (четыре резиновые нити); 6—нижняя балка (солома); 7—крючок (проволока диаметром 0,8 мм); 8—задняя стойка (брусок из липы 3 X 5 X 13 мм); 9—обтяжка (авиамodelьная бумага); 10—основание киля (липа); 11—киль; 12—кромка киля (липа); 13—нитяные петли; 14—руль направления; 15—кромка руля (липа); 16—винт; 17—ступица винта (солома); 18—уголок; 19—боковая балка (солома); 20—поперечная балка (солома); 21—косынка.

На узле I деталь 6 не показана.

кает необходимость разбить кружок на несколько групп в зависимости от численности, навыков, умений и возраста школьников. Комплектовать группы на организационном занятии следует так:

1-я группа — учащиеся III—V классов, не занимавшиеся авиа-моделизмом. В план работы группы рекомендуется включить темы: «Бумажные летающие модели», «Воздушный змей», «Воздушные шары», «Модели ракет».

2-я группа — учащиеся III—V классов, занимавшиеся авиа-моделизмом. Кроме перечисленных для 1-й группы, можно включить темы: «Модели планеров», «Модели самолетов».

3-я группа — учащиеся VI—VIII классов, не занимавшиеся авиа-моделизмом. Занятия можно проводить по теме 2-й группы.

4-я группа — учащиеся VI—VIII классов, занимавшиеся авиа-моделизмом. Для них советуем включить темы: «Модель планера А-1», «Модель самолета В-1», «Кордовая учебно-тренировочная модель». Для постройки этих моделей следует использовать наборы полуфабрикатов. Кроме того, авиамоделистов данной группы можно привлекать при проведении занятий в качестве помощников.

МОТОРНЫЙ ДЕЛЬТАПЛАН

Для постройки этой модели (рис. 45) потребуются сухая солома, пенопласт, липа, стальная проволока диаметром 0,6—0,8 мм, нитки, тонкая пленка или микалентная бумага для оклейки несущих плоскостей, авиамоделельная резина, клей БФ-2 или эмалит.

Основная часть каркаса состоит из трех соломенных балочек: от центральной с боков под углом 35° отходят две другие; их скрепляют между собой липовыми треугольниками. Снизу на двух основных стойках клеят к центральной солоmine еще одну—для увеличения жесткости каркаса и крепления резиномотора.

В нижней части передней стойки делают отверстие для вала винта.

Для прочности каркас модели усиливают поперечной соломиной, прикрепив ее к трем основным. Все соединения выполняют с помощью ниток и клея.

Киль крепят к планке, установленной на конце центральной соломины. Узел состоит из двух частей: одна из них, поворотная, соединена с неподвижной нитяными петлями.

Винт делают из соломы; он состоит из ступицы и двух вставленных в нее лопастей. Вал, изогнутый под углом 90°, вставляют в отверстие в ступице и крепят нитками. На вал надевают целлюлоидные шайбочки. Лопастей винта изгибают над лампой или спиртовкой.

Резиномотор изготавливают из четырех нитей сечением 2 X 1 мм, причем в свободном состоянии они должны слегка провисать. Обтяжку каркаса выполняют так, чтобы бумага провисала в конце на 40 мм.

Дельтаплан летает и с незаведенным мотором. Чтобы модель при этом хорошо планировала, утяжеляют нос, прикрепляя к концу центральной соломины кусочек пластилина.

Резиномотор закручивают на 160—200 оборотов. Перед запуском дельтаплана вал и подшипники смазывают касторовым маслом.

ЛИТЕРАТУРА

- Программы для внешкольных учреждений и общеобразовательных школ. Подготовительные технические кружки. Спортивно-технические кружки. Производственно-технические кружки. М.: Просвещение, 1982.— 240 с.
- Авиамодельный спорт. Правила проведения соревнований М • ЦСТКАМ ДОСААФ 1986.
- Васильев А. Я., Куманин В. М. Летающая модель и авиация. М.: Изд-во ДОСААФ, 1968.— 64 с.
- Гаевский О. К. Авиамодельные двигатели. М.: Изд-во ДОСААФ, 1973.— 206 с.
- Готтесман В. Л. Профили для летающих моделей. М.: Изд-во ДОСААФ, 1958.— 96 с.
- Дузь П. Д. История воздухоплавания и авиации в России. М.: Машиностроение, 1981.— 272 с.
- Ермаков А. М. Простейшие авиа-модели. М.: Просвещение, 1984.— 160 с.
- Калина И. Двигатели для спортивного моделизма. М.: Изд-во ДОСААФ 1983.— 160 с.
- Канев В. И. Ключ на старт. М.: Молодая гвардия, 1972—136 с.
- Лети, модель! / Сост. М. С. Лебединский; Под общ. ред. Б. Л. Симакова М.: Изд-во ДОСААФ, 1970,—160 с.
- Мерзлякин В. Е. Радиоуправляемые модели планеров. М.: Изд-во ДОСААФ 1982.— 160 с.
- Рожков В. С. Спортивные модели ракет. М.: Изд-во ДОСААФ, 1984.— 160 с.
- Столяров Ю. С. Развитие технического творчества школьников: опыт и перспективы. М.: Просвещение, 1983.— 176 с.
- Тарадеев Б. В. Летающие модели-копии. М.: Изд-во ДОСААФ, 1983.— 160 с.
- Техническое моделирование и конструирование / Под общ. ред. В. В. Колотилова. М.: Просвещение, 1983.— 256 с.
- Шульце Х. Аэродинамика и летающая модель. М.: Изд-во ДОСААФ, 1959,— 48 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.	
Организация и содержание кружковой работы	5
Материально-техническая база кружка	
Кружок первого года занятий	
Тем-а 1. Вводное занятие	20
Тема 2. Основы безопасности труда	
Тема 3. Бумажные летающие модели	25
Тема 4. Парашют	
Тема 5. Воздушный змей	34
Тема 6. Воздушный шар	42
Тема 7. Вертолет. Модели вертолетов	48
Тема 8. Планер. Модели планеров	
Тема 9. Самолет. Модели самолетов	62
Тема 10. Ракета. Модели ракет	76
Тема 11. Организация и проведение соревнований	
Кружок второго года занятий	89
Тема 1. Вводное занятие. Авиамоделизм в СССР	
Тема 2. Категории и классы авиационных моделей	96
Тема 3. Аэродинамика и летающие модели	101
Тема 4. Модель планера А-1	106
Тема 5. Модель самолета В-1	115
Тема 6. Кордовая учебно-тренировочная модель	125
Тема 7. Авиамодельные двигатели	129
Тема 8. Воздушные винты авиационных моделей	130
Кружок третьего года занятий	132
Основные темы занятий	133
Модель «воздушного боя» (класс F2D)	135
Контурная модель-копия	138
Авиамодельный кружок в пионерском лагере	140
Моторный дельтаплан	142
Литература	143