*Техническое творчество*

**Тема 8. АВИАМОДЕЛИРОВАНИЕ. (12 ЧАСОВ)**

**Лекция 8.3. Общее устройство авиамоделей. Материалы для авиамоделирования. Изготовление деталей из композитных материалов.**

**Устройство авиамоделей.**

Моделирование летательных аппаратов является ответственной и сложной задачей. Ответственной потому, что в полете, ошибка конструк­тора может вызвать гибель или поломку модели, в которую было вложено много труда. Сложность же задачи заключается в том, что летающая мо­дель имеет свои специфические особенности полета.

Если первые летающие модели строились на основании изобрета­тельской интуиции, без точного знания сил и законов, которым подверже­на модель, то в настоящее время теория и практика авиамоделизма дают возможность конструктору не только заранее знать летные свойства моде­ли, но и те силы, которые действуют и на отдельные ее части и на всю мо­дель в целом.

Самолет наших дней (рис. 32) представляет собой сложнейшее инженерное сооружение. Он состоит из пла­нера, одной или нескольких двигательных установок и шасси.

*Планер* – безмоторный летательный аппарат, в принцип устройства которого положена способность птиц летать с не­подвижно распростертыми крыльями. Он включает в себя фюзеляж, крыло и оперение, состоящее из стабилизатора и киля.

*Фюзеляж* – главная часть планера. Он служит для разме­щения экипажа, пассажиров, оборудования и грузов. Форма фюзеляжа обычно сигарообразная. Каркас фюзеляжа набира­ется из стрингеров – элементов продольной жесткости и шпан­гоутов – элементов поперечной жесткости. Снаружи каркас покрывается обшивкой. Она может быть матерчатой или ме­таллической. Матерчатая обшивка укрепляется на каркасе клеем, а металлическая – заклепками. Внутренними перего­родками фюзеляж может быть разделен на несколько кабин. В зависимости от функции обшивки фюзеляжи бывают раз­личных типов: ферма, полумонокок и монокок. Фюзеляж ти­па «ферма» имеет легкую обшивку, служащую только для придания ему хорошо обтекаемой формы, а действие различ­ных сил воспринимается целиком каркасом. Полумонокок по­крыт обшивкой из прочных легких металлических листов, воспринимающих небольшую часть нагрузки, действующей на фюзеляж. Монокок имеет металлическую обшивку, воспринимающую значительную часть нагрузки на фюзеляж. Осталь­ная часть нагрузки приходится на каркас.

*Крыло* –основная несущая поверхность планера, создаю­щая подъемную силу, необходимую для полета. Оно может быть цельным или составным. Составное крыло обычно имеет среднюю часть – центроплан, жестко связанный с фюзеляжем, и две отъемные части консоли.

Каркас крыла состоит из элементов продольной и попе­речной жесткости. К продольным относятся лонжероны, воспринимающие основную нагрузку на крыло, и стрингеры, а к поперечным – нервюры. Кромка крыла, встречающая в полете набегающий поток воздуха, называется передней или ребром атаки, а кромка, по которой сбегает воздушный поток – задней или кромкой обтекания. С целью повышения устойчивости в полете концы крыла приподнимают или опу­скают относительно середины, т.е. крылу придают попереч­ную V-образность.

Важнейшей характеристи­кой крыла является форма по­перечного сечения, называемая профилем. Прямая линия, со­единяющая носок с хвостом профиля, называется хордой крыла. Крыло к фюзеляжу крепится так, чтобы между хордой и продольной осью са­молета был некоторый угол, называемый установоч­ным. Если крыло крепится к фюзеляжу без каких-либо; дополнительных подкосов или растяжек, *а* только теми элементами, которые входят в конструкцию крыла, то оно назы­вается свободнонесущим.

К важным характеристикам крыла относится его удли­нение, т.е. отношение раз­маха крыла к его хорде. Если крыло не прямоугольное, а овальное или другой сложной формы, то для определения удлинения пользуются средней аэродинамической хордой (САХ). Ее находят делением площади крыла на размах.

Рис. 32. Спортивный самолет:

*I* — крыло- *2* — элерон; J — фюзеляж; *4* — стабилизатор; 5 — руль высоты;

*6* — киль;

7 —руль направления; 8— вспомогательная стойка шасси; *9* — стрингер фюзеляжа;

*10 —* шпангоут; *11 —* нервюра крыла; *12—* лонжерон крыла; *13 —* амортизационная

стойка; *14* — двигатель; *I5* — винт.

*Оперение* планера (рис. 33) служит для сохранения задан­ного направления полета. Оно может быть одно-, двухкилевое или бескилевое, с нижним, средним или верхним располо­жением стабилизатора. Кар­кас киля и стабилизатора со­стоит из набора лонжеронов, стрингеров и нервюр. Киль имеет симметричный двояко­выпуклый профиль. Стабили­затор в основной проекции обычно прямой, а в плане имеет те же формы, что и кры­ло. Кроме характерных для крыла стабилизатор может иметь перевернутые плоско­выпуклые и двояковыпуклые несимметричные профили.

К важным характеристикам крыла относится его удлинение, т. е. отношение раз­маха крыла к его хорде. Если крыло не прямоугольное, а овальное или другой сложной формы, то для определения удлинения пользуются средней аэродинамической хордой (САХ). Ее находят делением площади крыла на размах.

Рис. 33. Оперение:

*а* — однокилевое; *б* — двухкилевое; в — бескилевое; 1 — с нижним расположением стабилизатора; 2 — со средним располо­жением стабилизатора; *3* — с верхним расположением стабилизатора; *4*—с шай­бами на концах стабилизатора; 5 — с шайбами не на концах стабилизатора; *6* — с V-образным стабилизатором.



*Двигательная установка* предназначена для создания силы тяги и может быть винтомоторной, реактивной или турбовин­товой.

Винтомоторная установка состоит из поршневого двигателя внутреннего сгорания и воздушного винта – движи­теля, превращающего вращательное движение вала двигателя в силу тяги. Винт состоит из ступицы и двух, трех или четырех лопастей. Иногда один двигатель приводит в движение два соосных винта, вращающихся в противоположные стороны. С возрастанием скорости полета КПД винта уменьшается.

Реактивный двигатель является одновременно и движителем, в котором сила тяги возникает в результате ре­акции струи газов, вытекающих через сопло двигателя с боль­шим ускорением. В некоторых реактивных двигателях воздух перед подачей в камеры сгорания топлива подвергается сжа­тию с помощью газовой турбины и компрессора. Такие двига­тели называются турбокомпрессорными. Они получили наи­большее распространение. Характерной особенностью реактивных двигателей является возрастание КПД с увеличением ско­рости полета.

Турбовинтовая установка состоит из реактивного двигателя и винта, т.е. имеет два движителя. Сочетание ре­активной тяги с тягой воздушного винта дает значительные выгоды, так как их коэффициенты полезного действия по-раз­ному зависят от скорости полета. При перемещении по земле и полете на малых скоростях винт работает с наибольшим КПД, при нарастании скорости КПД винта снижается, но воз­растает КПД реактивного двигателя, а вся турбовинтовая ус­тановка оказывается более экономичной.





***а***

***в***





Рис. 34. Стойки шасси:

а— с одним колесом; б —с двумя колесами; в —с четырьмя колесами; *г —* многоколесные.

*Шасси* служит для передвижения самолета по земле или воде. В первом случае используется колесное шасси, во вто­ром – поплавковое. Для уменьшения воздушного сопротивле­ния у большинства самолетов шасси убирается в полете. Наи­большее распространение получили колесные шасси (рис. 34), состоящие из трех амортизационных стоек с пневматическими колесами. Количество колес и их размеры зависят от полет­ного веса самолета. Две основные амортизационные стойки размещаются по обе стороны фюзеляжа и одна облегченная – в носовой части фюзеляжа. На самолетах тяжелого типа ос­новные стойки помещаются под фюзеляжем одна за другой и имеют по четыре и более колес каждая, а вспомогательные устанавливаются под концами консолей крыла для предотвра­щения касания ими земли при грубой, неточной посадке са­молета.

В авиамоделировании условно можно выделить три направления: моделирование объекта авиационной техники по внешнему виду, модели­рование полета и комплексное моделирование, сочетающее точное вос­произведение внешнего вида и устройства модели с их полетом.

Модель может быть схематической и фюзеляжной.

Схематическая модель планера представляет собой моноплан-верхнеплан со свободнонесущим крылом и нижним расположением стабилиза­тора. Киль и стабилизатор не профилированы.

Фюзеляжная модель имеет развитой фюзеляж, хорошо профилирован­ное крыло, стабилизатор и киль. Каркас фюзеляжа набирают из шпангоутов и стрингеров и оклеивают пергаментом или тонкой микалентной бумагой.

**Общие технические характеристики авиамоделей.**
Если не предписано иное, авиамодели должны соответствовать следующим основным техническим требованиям:

|  |  |
| --- | --- |
| Максимальный полётный вес с топливом | 25 кг |
| Максимальная площадь несущей поверхности | 500 дм2 |
| Максимальная нагрузка | 250 г/дм2 |
| Максимальный рабочий объём цилиндра(ов) поршневого двигателя(лей) | 250 см3 |
| Максимальное напряжение источника питания электродвигателя без нагрузки | 72 вольта |
| Максимальная, полная тяга реактивных турбин | 25 кг |

Для всех категорий авиамоделей с двигателями применяется ограничение уровня шума. Уровень шума не должен превышать 96dB(A) на расстоянии 3 метра от работающего двигателя, если не действуют другие правила. Конкретные методы измерения уровня шума должны быть разработаны соответствующими подкомитетами для своей категории моделей.

Для электромоторов и реактивных турбин ограничение уровня шума не применяется.

**Материалы, используемые для постройки летающих моделей.**

***Сосна*** – самый распространённый материал, идущий на изготовление многих частей моделей планеров, самолётов и воздушных змеев; обладает высокими механическими свойствами хорошо обрабатывается режущим инструментом. Применяют сосну мелкослойную (расстояние между её волокнами не превышает 1 мм) и прямослойную (волокна прямолинейны и параллельны друг другу. Из сосны делают рейки фюзеляжей для моделей планеров и самолётов, грузики, законцовки, нервюры, кромки крыльев и стабилизаторов, лонжероны и распорные рейки воздушных змеев. Плотность её – 0,54 г/см3.

***Липа*** – мягкая, лёгкая и пористая древесина. Плотность её – 0,48 г/см3. Она однороднее сосны и обрабатывается лучше. Из липы делают винты моделей самолётов, грузики, широко применяют для изготовления макетов.

***Бамбук*** произрастает в субтропических странах. 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. Хорошо колется вдоль волокон, строгается рубанком, обрабатывается напильником. Легко изгибается над огнём, если глянцевая поверхность внешняя. Обрабатывать рейки бамбука необходимо осторожно, чтобы об их рёбра не поранить руки.

***Бальза*** – редкая порода древесины, в сухом виде чрезвычайно мягкая и лёгкая. Её родина Южная Америка. Бальза просто и легко обрабатывается. При одной и той же массе конструкции из бальзы более жёсткая, чем из липы или сосны. Обрабатывают бальзу инструментом и малым углом заострения и тонким лезвием. В последнее время бальзу используют для изготовления почти всех частей летающих моделей. Плотность и физико-механические свойства бальзы очень неоднородны. Свежесрубленная она очень тяжёлая, содержит до 95% воды. Однако быстро теряет её после валки и сушки дерева. 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 прочность, поэтому авиамоделисты очень внимательно относятся к подбору сечений реек и деталей летающих моделей.

***Чий*** – многолетний злак, растёт в Средней Азии. У стебля толстые стенки, внутри он заполнен мягкой пористой массой. Прочный и упругий материал. Можно применять на кромки, нервюры, распорки и другие детали схематических моделей. Недостатки – узловатость и непостоянная толщина.

***Папиросную бумагу*** употребляют для обтяжки схематических моделей, изготовления парашютов, воздушных шаров. Фюзеляжные модели обтягивают ***микалентной бумагой***. Белой папиросной и микалентной бумаге легко придать любой цвет аниловым красителем, разведённым в воде. Полоски бумаги протягивают через раствор, высушивают и разглаживают тёплым утюгом. Для постройки бумажных моделей можно использовать ***чертёжную*** и ***плакатную бумаги***.

***Фанера*** – склеенные листы шпона (3 и более) с взаимно перпендикулярным расположением слоёв. Изготовляют фанеру из шпона следующих пород: берёзы, бука, ольхи и сосны. Для летающих моделей желательно использовать только берёзовую, авиационную фанеру. Средняя её плотность – 0,8 г/см3. Из фанеры изготовляют нервюры фюзеляжных моделей самолётов и планеров.

Кроме перечисленных материалов, в авиамоделизме применяют: ***резину*** для резиновых двигателей в виде лент или нитей диаметром 1 мм; разные ***нитки***; различные ***лаки***, в частности авиационные нитролаки А-1-Н (эмалит); ***листовые металлы*** (например, жесть, латунь, алюминий); ***стальную проволоку*** диаметром 0,5-3 мм; ***столярный*** и ***казеиновый клеи*** и т.п.

**Изготовление деталей из композитных материалов**

Для изготовления крупногабаритных и высоконагруженных частей моделей часто применяются так называемые композиционные материалы, состоящие из «наполнителя» и «связующего». Наполнителем, выполняющим основные силовые функции, обычно является стеклоткань, углеткань или кевлар (материал из синтетических волокон). В качестве связующего выступают эпоксидные или полиэфирные смолы. Если для изготовления тонких фюзеляжей радиоуправляемых планеров и многих частей свободнолетающих моделей технология выклейки из композиционных материалов является единственно приемлемой (по соображениям прочности), то в остальных случаях, как правило, есть возможность выбора между композитной и бальзовой конструкцией. Если предстоит разовая работа, то, наверное, стоит отдать предпочтение дереву. Тогда общие трудозатраты и вес модели получаться меньше. В случае же «мелкосерийного производства» лучше овладеть техникой работы с композитом.

Рассмотрим основные приемы выполнения деталей для авиамоделей из композиционных материалов. Сразу отметим, что предлагаемый материал предназначен тем, кто только знакомится с новой для них технологией. Поэтому статья основана на описании упрощенных методик, распространенных среди моделистов «средней руки». При более же профессиональной работе выбор исходных материалов и способы работы с ними настолько специфичны, что в каждом конкретном случае требуют отдельных описаний.

Вначале несколько слов о «сырье». Поскольку тонкостенные детали нередко воспринимают значительные нагрузки, для предотвращения растрескивания связующего в смолы добавляют пластификатор (или при возможности используют специализированные, высокопрочные и не слишком «стеклотвердые») смолы. Чтобы эпоксидку было легче наносить, ее разбавляют растворителем, спиртом или ацетоном. Для тонирования детали можно добавить в смесь типографскую краску или алюминиевую пудру. Неплохие результаты дает и вмешивание в «сырую» смолу художественных масляных красок. Кроме пигментирования, такая краска еще и немного пластифицирует исходную смолу. Стеклоткань, как правило, приходится прокаливать над электрической плиткой или в электродуховке для удаления парафина, которым она пропитывается на заводе.