

ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО И ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО  
**КОРДОВАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОГО  
 САМОЛЕТА-ИСТРЕБИТЕЛЯ «МЕТЕОР»**

**Воронков Ю.С.**

*ОНТТЭ «Ювенал» г. Таганрога, председатель, профессор РАЕ*

Предлагаемая разработка относится к экспериментальным авиамоделям, которые не предназначены для достижения высоких спортивных результатов полета по установленным правилам и не относятся к какому-либо классу спортивных авиамodelей. Рассматриваемая конструкция модели самолета предназначена для ребят 12 – 17 лет. Она позволяет проводить интересные исследования и демонстрации полетов на уровне школы, двора, группам ребят, интересующихся современными тенденциями развития авиации на пороге ее выхода в Космос. Позволяет расширять технический кругозор и возможности ребят, при создании малозатратных конструкций моделей летательных аппаратов, оснащенных реактивными двигателями или их имитаторами.

Бурное развитие реактивной авиации оказало влияние и на массовое производство, прежде всего, за рубежом, фирменных авиамodelей с реактивными двигателями и их имитаторами – импеллерами. У нас же в России, в авиамodelьных кружках, особенно в провинциальных городах и поселках, модели реактивных самолетов пока остаются «экзотикой». Желание школьника приобрести готовую модель, остается задачей порой не всегда выполнимой, из-за высокой ее стоимости.

Специально разработанная, и построенная автором, конструкция модели реактивного воздушно-космического самолета «Метеор», по силам для выполнения старшими школьниками, имеющими некоторый опыт авиамodelирования.

Модель выполняется без использования композитов и оболочек двойной кривизны. По описанной технологии возможно проектирование и строительство аналогичной радиоуправляемой реактивной модели с размещением аккумуляторов, приемника, сервоприводов и другого оборудования в носовой части фюзеляжа модели и бортовых отсеках. Размеры и масса радиоуправляемой модели с импеллером будут большими, по сравнению с описанной моделью, но её конструктивно-силовая схема (КСС) будет мало отличаться от описанной.

**Общая характеристика разработки**

Модель реактивного воздушно-космического самолета «Метеор» с импеллером,

имитирует летательный аппарат, способный выходить в космос. Такой аппарат взлетает и разгоняется под действием силы тяги турбореактивного двигателя, для работы которого необходим атмосферный воздух. На определенной высоте и скорости полета аппарата, запускаются жидкостные ракетные двигатели (ЖРД), прекращается работа ТРД, и закрываются ковшовые воздухозаборники. Далее, аппарат под действием силы тяги ЖРД, и автономной системы струйного управления, разгоняется с выходом в космическое пространство и там выполняет поставленные перед ним задачи. После их выполнения, планирует с многократными погружениями в атмосферу Земли, по специальным траекториям и снижается. На определенном этапе полета, воздухозаборники аппарата открываются, и запускается ТРД. Аппарат гасит скорость и приземляется, на бетонную ВПП, как обычный самолет. Полет такого аппарата протекает вне зоны «теплового барьера».

Модель реактивного воздушно-космического самолета «Метеор» (Фиг. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), представляет собой – среднеплан, выполненный по схеме «утка», с трехопорным, необираемым в полете, шасси с носовой стойкой.

Модель состоит из следующих основных агрегатов:

Цилиндрического фюзеляжа 1, к которому неподвижно пристыкованы в горизонтальной плоскости ковшовые воздухозаборники 2, переходящие в средней и хвостовой части фюзеляжа 1 в бортоотсеки 3. Носовая часть фюзеляжа 1 снабжена коническим съемным обтекателем 4. В месте стыковки носовой части фюзеляжа 1 с обтекателем 4, на верхней поверхности цилиндрического фюзеляжа 1, расположен фонарь 5, закрывающий кабину экипажа 6, который плавно переходит в гаргрот 7 и контейнер для тормозного парашюта 8.

В плоскости строительной горизонтали фюзеляжа 1 и бортоотсеков 3, ближе к их хвостовым частям, неподвижно крепится трехопорное наборное крыло 9. В передней части ковшового воздухозаборника 2, выше плоскости строительной горизонтали, закреплено подвижно, переднее горизонтальное оперение (ПГО) 10. На каждой из консолей крыла 9, закреплены неподвижно

но плоскости вертикального оперения 11 и фальшкили 12.

В качестве силовой установки 13 модели, использован покупной имитатор реактивного двигателя – импеллер типа EDF 40, у которого диаметр нагнетающей крыльчатки равен 40 мм. Привод импеллера 13 осуществляется бесколлекторным электродвигателем с регулятором хода типа 30ABES фирмы Beatles, с включением в цепь таймера. Это оборудование питается электроэнергией от внешнего источника питания – аккумулятора или специального наземного блока питания. Электроэнергия подается на борт модели по кордам 14, выполненным из одножильного медного провода марки ПЭЛ диаметром 0,5 мм. Внешний диаметр корпуса импеллера 13, который в нашем случае равен  $\varnothing 43$  мм, вписан во внутренний диаметр проточной части 15 цилиндрического фюзеляжа 1, имеющего  $\varnothing 45$  мм. Желательно, чтобы на внешней поверхности приобретаемого импеллера 13 не было выступающих элементов (например, развитых «губ» его воздухозаборника), в противном случае, их придется удалять.

Длина модели – 520 мм. Диаметр фюзеляжа – 50 мм. Ширина по воздухозаборни-

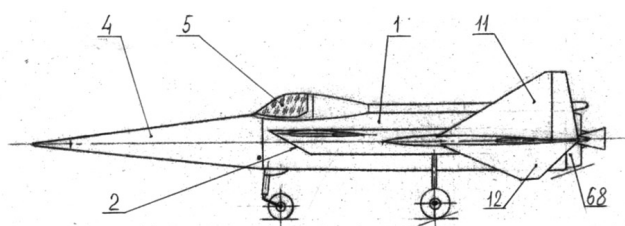
кам – 98 мм. Размах крыла – 400 мм. Масса модели – 0,196 кг.

В фюзеляже 1 модели, на выходе из выхлопного сопла 16, установлены, отклоняемые горизонтальные рулевые поверхности 17 (Фиг. 4, 6), способные изменять направление скоростного потока воздуха, и получать отклоняемый вектор тяги силовой установки 13, что в результате, позволяет выполнять управляемый, в горизонтальной плоскости, полет, без традиционных аэродинамических рулей высоты (Р.В.).

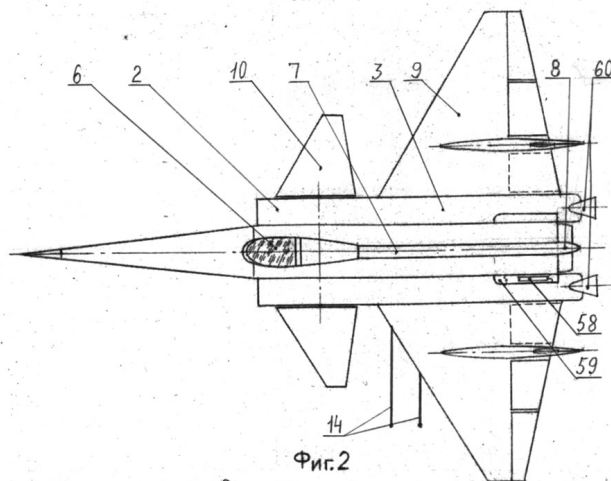
### Графическое оформление конструкции модели

Разработка конструкции модели, как обычно, производится с вычерчивания модели в трех проекциях с необходимыми сечениями и видами.

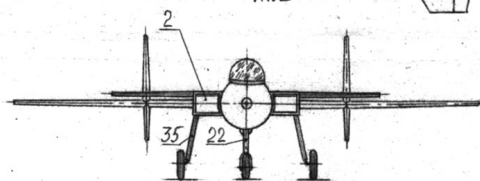
- Фиг. 1 – вид модели сбоку;
- Фиг. 2 – вид модели сверху;
- Фиг. 3 – вид модели спереди;
- Фиг. 4 – компоновка модели на виде сбоку;
- Фиг. 5 – устройство механизма регулировки установочного угла ПГО;
- Фиг. 6 – конструктивно – силовая схема вертикального оперения ВО;
- Фиг. 7 – компоновка модели на виде сверху.



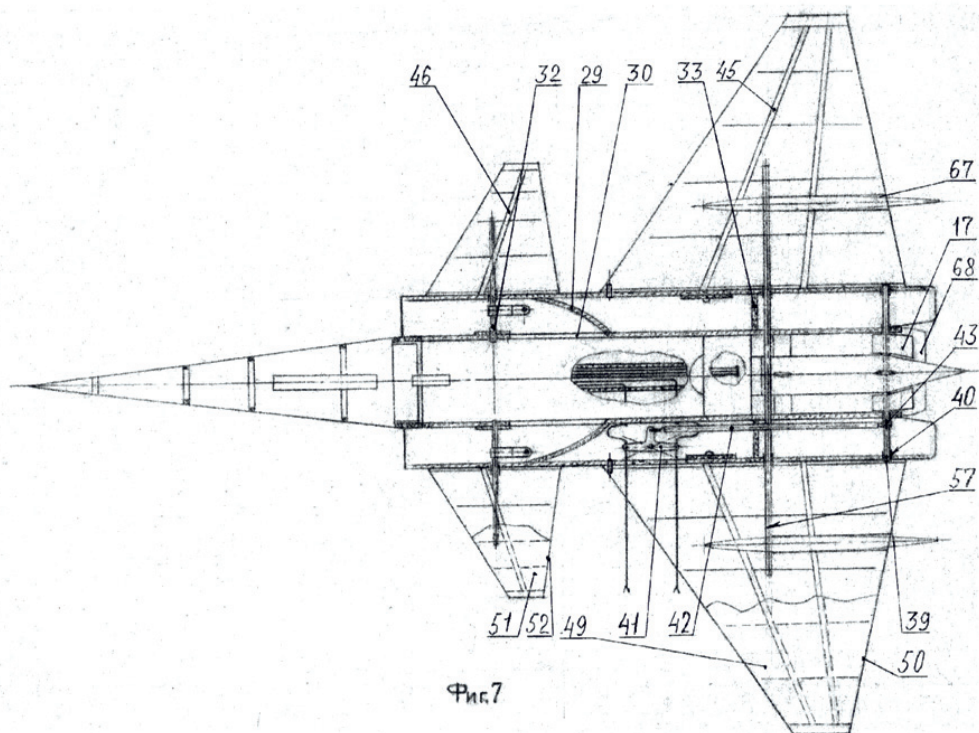
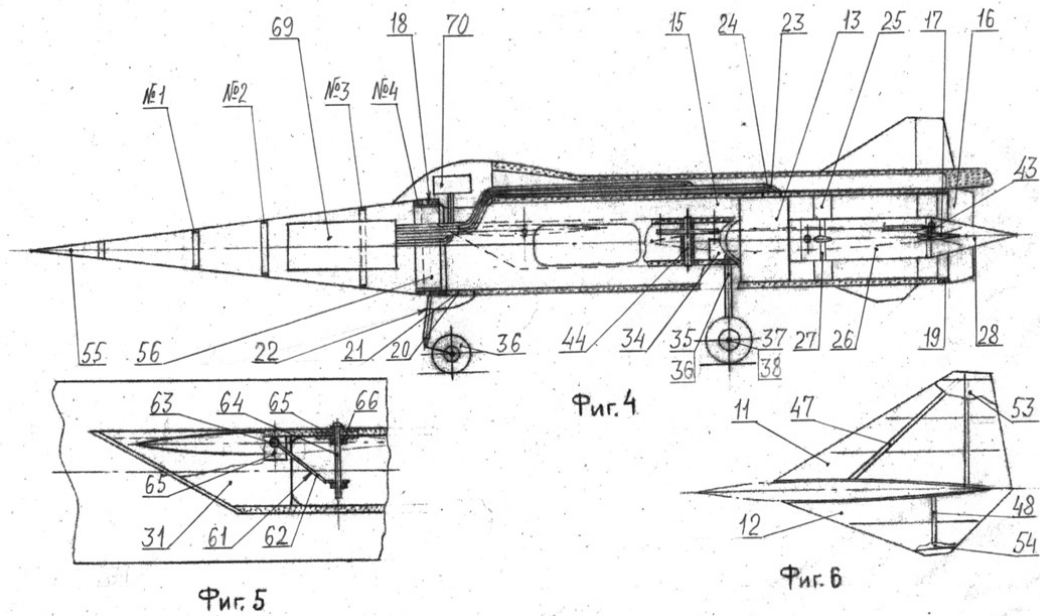
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



На каждой из проекций модели, прорабатывается её конструктивно-силовая схема (КСС) и компоновка оборудования.

Цилиндрический фюзеляж 1 модели, с целью сокращения затрат на его выполнение, изготовлен из цельной пластины бальзы толщиной  $\delta = 2,0 \div 2,2$  мм, путем размачивания листа бальзы в воде и последующего обертывания им оправки  $\varnothing 45$  мм. Перед наложением листа бальзы на оправ-

ку, она, в зоне стыка, покрывается скотчем для защиты от приклеивания при стыковке сторон. В качестве оправки можно использовать баллончики, подходящего диаметра, от аэрозоля. После плотного обертывания оправки листом мокрой бальзы, стык, предварительно, подгоняется ножом и цилиндрическая поверхность листа бальзы на оправке, фиксируется бинтом, скотчем или электроизоляционной лентой. Заготовка на

оправке просушивается, снимаются фиксирующие бинты, и производится стыковка сторон цианоакрилатным клеем, получая в результате, бальзовый цилиндр. После выдержки, цилиндра на оправке в течение двух – трех дней, он снимается с оправки, и обрабатываются по размеру, его торцы.

Изготовление первого и последнего (носового 18 и хвостового 19) кольцевых шпангоутов фюзеляжа 1 модели, которые усиливают и удерживают форму, полученного из бальзы, цилиндра, производится следующим образом.

Шпангоуты 18, 19 гнутся из деревянных реек длиной  $L = 150$  мм, шириной, заданной конструктивно – силовой схемой (КСС) фюзеляжа 1 и они имеют одинаковую толщину  $\delta = 1,8$  мм. После нарезания реек с припуском на их длину, они помещаются в бутылку с раствором аммиака в воде (нашатырный спирт), и герметично закрываются пробкой. Бутылка, при этом, переводится в горизонтальное положение, чтобы деревянные рейки были полностью погружены в раствор. По окончании вымачивания реек в растворе аммиака не менее 24 часов, они, в проветриваемом помещении, на улице, или в школьном вытяжном шкафу, пинцетом извлекаются из раствора. Через 10 минут на оправке, рейкам придается форма колец заданного диаметра (внутренний диаметр шпангоутов 18, 19 равен внешнему диаметру оправки). Концы реек обрезаются ножом «на ус», в пределах припуска 10 мм, и прихватываются цианоакрилатным клеем или перевязываются нитками. В принципе, после такой обработки реек в аммиаке более 24 часов, им можно придать любую форму диаметром менее 15 мм без опасения сломать рейку. При неудавшихся попытках склеивания концов реек, следует немного подождать до окончательного испарения водного раствора аммиака и повторить попытку. Также можно размочить рейки в воде, но при больших затратах на это времени (2–3 суток).

Полученные, таким образом, кольцевые шпангоуты 18, 19, цианоакрилатным клеем устанавливаются по торцам бальзового цилиндра (фюзеляжа 1) и обрабатываются наждачной бумагой. Причем, первому шпангоуту 18 придается коническая поверхность для будущей стыковки с коническим обтекателем 4.

В соответствии с чертежом, внутри бальзовой обшивки носовой части фюзеляжа 1, внизу, ножом прорезается прямоугольный лючок 20, размерами  $8 \times 15$  мм, прилегающий к шпангоуту 18, и в него клеивается деревянная пластина 21 толщиной  $\delta = 1,8$  мм, шириной  $B = 8$  мм, дли-

ной  $L = 15$  мм для последующей установки и крепления носовой стойки шасси 22.

Цилиндрический – фюзеляж 1, сверху обклеивается микалентной бумагой на эмалите, несколько раз покрывается жидким эмалитом с последующей просушкой на оправке, для закрепления формы. Внутри хвостовой части фюзеляжа 1, в соответствии с чертежом, размещается и закрепляется импеллер 13, а его провода электропитания 23, выводятся в лючок 24 сверху фюзеляжа 1, для их последующего закрытия гаргротом 7 при дальнейшей сборке модели.

### Стекатель 26

Для уменьшения аэродинамических потерь воздушного тракта 15 цилиндрического фюзеляжа 1 за импеллером 13, установлен, на шести пилонах 25, удлиненный цилиндрический стекатель 26 диаметром, равным диаметру электродвигателя импеллера 13. Стекатель 26 выполняется из синтетической пленки типа «Винипроз» или из рентгеновской пленки, на круглом в сечении пуансоне, с клееными, внутри, кольцевыми шпангоутами 27 и конической насадкой 28 на конце. Угол конуса насадки, по выбору моделиста в диапазоне  $15\text{--}30^\circ$ . Только после тщательной подгонки конуса 28, к торцам цилиндрической части, стекателя 26, производится их склейка цианоакрилатным клеем, и последующее наложение на стык полоски увлажненной микалентной бумаги шириной  $B \approx 7,0$  мм. После просушки полосок микалентной бумаги, она трижды покрывается эмалитом. Кольцевые шпангоуты 27 выполняются по аналогии с кольцевыми шпангоутами 18, 19 фюзеляжа 1. Пилоны 25 крепления стекателя 26 в воздушном тракте 15 фюзеляжа 1, выполняются, также из пленки. Заранее нарезанные заготовки шириной, определяемой по формуле  $B = D$  внутр фюзеляжа –  $d$  стекателя, и длиной  $L = 30$  мм, по длине перегибаются на две равные части и их концы склеиваются «внахлест» цианоакрилатным клеем. На склеенные стыки накладываются полоски перегнутой микалентной бумаги, и она покрывается эмалитом. Внутри полученных крылообразных, в сечении, оболочек 25 вставляются, примерно в середине их хорд, деревянные реечки, по одной на пилон, сечением  $1,5 \times 1,5$  мм с односторонней длиной на 2 мм большей высоты каждого из пилонов. Реечки проклеиваются внутри пилонов цианоакрилатным клеем. В шпангоутах 27 стекателя 26, предварительно, четко, по разметке под  $90^\circ$  сверлятся отверстия  $\varnothing 1,2$  мм. Изготовленные, пилоны 25, выступающими конца-

ми реечек плотно вставляются в отверстия шпангоутов 27 стекателя 26, под  $90^\circ$ , выравниваются и цианоакрилатным клеем приклеиваются к его поверхности.

Рулевые поверхности 17 выполняются из пленки по технологии аналогичной изготовлению пилонов 25.

Все наружные стыки «внахлест» деталей из синтетической пленки, перед склейкой, обрабатываются мелкозернистой наждачной бумагой, как и стыки крылообразных оболочек. После склейки, стыки покрываются полосками микалентной бумаги на жидком эмалите.

### **Ковшовые воздухозаборники 2, переходящие в бортовые отсеки 3**

Ковшовые воздухозаборники 2, переходящие в бортовые отсеки 3, выполняются как отдельные агрегаты. По шаблонам, вид сбоку, вид сверху, вид снизу – вырезаются из бальзы толщиной  $\delta = 2,0 \div 2,2$  мм верхние панели, нижние панели и боковые панели. Панели склеиваются, образуя открытую с одной стороны «коробочку». Через открытую часть каждой из «коробочек», внутрь ее, по касательной к бортовой панели, вклеиваются дугообразные элементы 29, отделяющие ковшовый воздухозаборник 2 от бортовых отсеков 3. Эти элементы 29, направляют воздушный поток внутрь фюзеляжа 1, и они должны в местах стыка иметь минимальные щели. Крайние части элементов 29 при примерочной стыковке ковшовых воздухозаборников 2 с фюзеляжем 1, подгоняются плотно к его поверхности. В фюзеляже 1, с двух сторон, вырезаются прямоугольные окна 30, шириной равной высоте воздухозаборника 2 и длиной, примерно, равной длине дугообразного элемента 29.

В носовых частях воздухозаборников вклеиваются замыкающие «коробочку» силовые панели 31, позволяющие осям 32 ПГО 10 иметь вторую шарнирную опору. Внешняя часть силовых панелей 31 обрабатывается наждачной бумагой, чтобы они при стыковке бортов отсеков 3 с фюзеляжем 1, имели форму эквидистантную его поверхности. В зоне крепления крыла 9, в бортовом отсеке 3 вклеены шпангоуты 33, повышающие жесткость бортов отсеков 3.

В нижней части бортов отсеков 3, заподлицо с их внутренними поверхностями, прорезаются щели 34, через которые, вставляются на клею пластины из 1мм. фанеры, к которым прикреплены (нитками на клею) основные стойки шасси 35.

Стойки шасси 35 выполняются из алюминиевой трубки  $\varnothing 4$  мм, с последующей вставкой внутрь элемента 36 из пружинной

проволоки  $\varnothing 1,5$  мм. Из этого элемента формируются оси шасси 37 и узлы крепления шасси в бортов отсеках 3. На стойки опор шасси, переднюю 22 и основные 35, надеваются резиновые колеса 36, 38, выполненные из микропористой резины с облегченными металлическими ступицами, и они фиксируются на своих осях пластиковыми трубками на клею, с обеспечением возможности их свободного вращения.

После сборки и подгонки, ковшовых воздухозаборников 2, переходящих в бортовые отсеки 3, не надо спешить соединять их неподвижно с фюзеляжем 1.

Все наружные поверхности ковшовых воздухозаборников 2, переходящих в бортовые отсеки 3, обклеиваются микалентной бумагой на эмалите и 3 раза покрывается эмалитом.

### **Система управления моделью посредством корд**

В качестве исполнительных органов управления моделью по тангажу, применены отклоняемые «вверх» – «вниз» рулевые поверхности 17, установленные внутри проточной части 15 фюзеляжа 1. Рулевые поверхности 17 имеют единую ось 39, закрепленную шарнирно в алюминиевых втулках 40 боковых панелей бортов отсека 3 и стенках хвостовой части фюзеляжа 1, проходя свободно в отверстиях стекателя 26.

Под действием знакопеременных сил, действующих на корды управления 14, которые закреплены шарнирно на двух плечах трехплечей качалки управления 41, передаваемые усилия, посредством тяги управления 42 отклоняют рычаг 43, закрепленный неподвижно на оси 39. Трехплечая качалка 41 выполнена из электроизоляционного материала (текстолит, стеклопластик). На оси 39, также неподвижно, закреплены рулевые поверхности 17. В результате отклонения рулевых поверхностей 17 отклоняется скоростной поток воздуха, создаваемый импеллером 13, внутри фюзеляжа 1, что позволяет получить отклоняемый вектор тяги модели.

Сама качалка 41 крепится внутри левого бортов отсека 3, между его верхней и нижней панелями, в противоположных, усиленных целлулоидными накладками отверстиях, металлической осью 44, установленной в распор между хлорвиниловыми или фторопластовыми трубками, надетыми на нее. Внутренний диаметр распорных трубок равен диаметру оси 44 крепления качалки управления 41. Точки крепления оси 44 в панелях бортов отсека 3, после монтажа качалки 41, фиксируются цианоакрилатным клеем.

### Конструкция каркасов крыла и оперения модели

На проекции чертежа конструкции модели «вид сверху» (Фиг. 7) показана конструктивно – силовая схема крыла 9 и ПГО 10. В нашем случае, каркас 45 треугольного крыла 9 содержит 6 нервюр толщиной  $\delta = 1,0$  мм, выполненных из бальзы, и 2 лонжерона, выполненных, каждый, из 2-х основных реек сечением  $B \times \delta = 2 \times 2$  мм. В бортовую нервюру крыла, в его носовой части, вклеиваются короткие закругленные реечки  $\varnothing 2$  мм длиной, примерно, 5 мм для последующего крепления крыла 9 к фюзеляжу 1 и восприятия крутящего момента крыла 9.

Каркас 46 ПГО 10 содержит 5 нервюр толщиной  $\delta = 1,0$  мм, выполненных из бальзы и один лонжерон, выполненный, из 2-х основных реек сечением  $B \times \delta = 2 \times 1,5$  мм.

На (Фиг. 6) чертежа конструкции модели, показана конструктивно-силовая схема (КСС) двухкилевого вертикального оперения (ВО), состоящего из килей 11 и фальшкиля 12. Каркас 47 каждого из килей 11 ВО, состоит из 4 нервюр толщиной  $\delta = 1,0$  мм, выполненных из бальзы и 2-х лонжеронов, образованных 2-мя сосновыми рейками сечением  $B \times \delta = 2 \times 1,5$  мм.

Каркас фальшкиля 48 состоит из 3-х бальзовых нервюр, толщиной  $\delta = 1,0$  мм. и лонжерона, образованного 2-мя сосновыми рейками сечением  $1,5 \times 1,5$  мм.

Крыло, ВО, фальшкили и ПГО имеют законцовки, выполненные из бальзы, которые устанавливаются после сборки агрегатов с обшивкой.

### Окончательная сборка крыла

Окончательная сборка каждой из консолей крыла 9 выполняется следующим образом. Поскольку передняя кромка каждой из консолей крыла 9 сформирована изгибом их обшивки 49 из синтетической пленки, то заготовка обшивки, под линейку, перегибается, и в нее вставляется готовый каркас 45, наружные поверхности которого, предварительно покрыты клеем БФ-2 или

БФ-6. Разглаживая обшивку 49 рукой, обеспечивается плотное ее прилегание к каркасу 45. Задние кромки 50 крыла 9 при этом, сформированы совмещением верхней и нижней поверхностей обшивки 49 с заполнением их стыка цианоакрилатным клеем. Собранные, таким образом с обшивкой, правая и левая консоли крыла 9, укладываются на ровную поверхность, предварительно защищенную лавсановой пленкой, и прижимаются линейкой с грузами до полного отверждения клея. Верхнюю поверхность обшивки крыла 49 можно придавить поро-

лоном с грузами. После отверждения клея БФ-2 на каркасе, и цианоакрилатного клея на задней кромке 50 крыла 9, полученные консоли крыла 9 можно снять с ровной поверхности (стапеля).

### Окончательная сборка ПГО

Окончательная сборка Переднего Горизонтального Оперения (ПГО) 10 выполняется так же, как и сборка крыла 9. Каждая из заготовок обшивки консолей ПГО 51, из ранее упомянутой синтетической пленки, перегибается под линейку и в полученную оболочку вставляется каркас 46 консоли ПГО 10, наружные поверхности которого, предварительно покрыты клеем БФ-2 или БФ-6. Разглаживая обшивку 51 рукой, обеспечивается плотное ее прилегание к каркасу 46. Задние кромки 52 ПГО 10 при этом, сформированы совмещением верхней и нижней поверхностей обшивки 51 с заполнением их стыка цианоакрилатным клеем. Собранные, таким образом, с обшивкой 51, правая и левая консоли ПГО 10, укладываются на ровную поверхность, предварительно защищенную лавсановой пленкой, и прижимаются линейкой с грузами до полного отверждения клея.

### Окончательная сборка плоскостей ВО

Окончательная сборка ВО и фальшкилей выполняется по аналогии с окончательной сборкой крыла 9 и ПГО 10.

Собранный каркас 47 каждой из плоскостей ВО вставляется на клею БФ-2, или БФ-6, в перегнутую заготовку обшивки из пленки, формируя обшивку ВО 53.

Каркасы фальшкилей 48 вставляется на клею БФ-2, или БФ-6, в перегнутые заготовки обшивки из пленки, формируя обшивки фальшкилей 54.

### Изготовление носового конического съемного обтекателя

Конический съемный обтекатель 4 изготовлен из рентгеновской пленки, по шаблону, полученному в результате развертки конуса с припуском для склеивания. Заготовка из пленки сворачивается без оправки в конус, и по образующей конуса производится склеивание цианоакрилатным клеем. После отверждения клея, вершина конуса отрезается и с его внутренней стороны вклеивается эластичный наконечник 55 (например, из резины), для обеспечения безопасности эксплуатации модели. Для жесткости полученного конуса, внутрь его, вклеиваются 4 кольцевых шпангоута. В нашем случае, кольцевые шпангоуты имеют следующие наружные диаметры: шпангоут № 1 –  $\varnothing 18$  мм, шпангоут № 2 –  $\varnothing 28$  мм,

шпангоут № 3 – Ø40 мм, шпангоут № 4 – Ø45 мм.

Технология изготовления кольцевых шпангоутов из деревянных реек, аналогична, описанной выше.

Металлическое стыковочное кольцо 56 съемного конического обтекателя 4, выполнено путем отрезания кольца от аэрозольного баллончика, аналогичного используемому для оправки, на которой формовался цилиндр из баллы фюзеляжа 1. Ширина стыковочного кольца 56 выполнена несколько превышающей ширину носового шпангоута 18 фюзеляжа 1. Стыковочное кольцо 56, с использованием хлопчатобумажных ниток, вклеивается внутрь конического съемного обтекателя 4, стыкуясь с его шпангоутом № 4 на клее БФ-2. После просушки клея, конический съемный обтекатель 4, с некоторым небольшим натягом, надевается на коническую поверхность носового шпангоута 18 цилиндрического фюзеляжа 1. Устраняются возможные перекосы и засверливаются отверстия крепления обтекателя 4 к фюзеляжу 1. Внутри стыковочного кольца 56, по винтам крепления, смазанным, например вазелином, к внутренней обезжиренной поверхности кольца 56, приклеиваются обмотанные нитками, по периметру, гайки на цианоакрилатном клее.

### Общая сборка модели

Подготовленные к сборке агрегаты: консоли крыла 9, фюзеляж 1 с размещенным внутри стекателем 26, ковшовые воздухозаборники 2 переходящие в бортоотсеки 3, предварительно стыкуются между собой при помощи стержня или тонкой алюминиевой трубки (например, вязальной спицы Ø3 мм) 57.

В хвостовой части левого бортоотсека, на его верхней панели, выполняется щель 58, через которую на ось 39 будет крепиться рычаг 43 цианоакрилатным клеем при нахождении всех элементов управления в положение нейтралей.

На поверхности подвижной оси 39, в месте крепления рычага 43, надфилем выполняется лыска на глубину 0,2÷0,3 мм.

В местах предполагаемого закрепления рулевых поверхностей 17, на поверхности подвижной оси 39, также выполняются, но уже с двух сторон, лыски на глубину ≈ 0,2 мм.

Поскольку в левом бортоотсеке смонтирована система управления и закреплена шарнирно во втулках 40 подвижная ось 39, она первой при сборке должна войти в отверстие рычага 43, через заранее установленные втулки 40 в левом бортоотсеке 3. Пройдя стенку фюзеляжа 1, она входит

в левую рулевую поверхность 17, и через заранее просверленные отверстия в стекателе 26, ось 39 входит в правую рулевую поверхность 17, достигая втулки 40 правого бортоотсека 3. Обеспечив подгонкой, легкость поворота оси 39 и необходимым прилеганием бортоотсеков 3 к фюзеляжу 1, в заранее подготовленные отверстия в бортоотсеках 3 и в фюзеляже 1, вставляется стыковочный стержень 57.

Очень аккуратно приклеивается цианоакрилатным клеем рычаг 43 к оси 39 в положении нейтралей. Также, аккуратно, через небольшие отверстия, в рулевые поверхности 17, шприцем, в положении нейтралей, вводится цианоакрилатный клей. Обеспечивается и неоднократно проверяется легкость поворота рулевых поверхностей 17, в том числе от поводков системы кордового управления 14.

Собранный воедино с ковшовыми воздухозаборниками 2, переходящими в бортоотсеки 3 фюзеляж 1 на нитроцеллюлозном клее, окончательно проклеивается по местам стыков агрегатов полосой микалентной бумаги на эмалите. Проводятся соединения и укладка электрических проводов системы управления и питания силовой установки модели. Щель 58 рычага 43 закрывается на клее специальным обтекателем 59 из баллы и на правом бортоотсеке устанавливается его копия. В законцовках бортоотсеков 3 выполняются конические вырезы и в них вставляются макеты сопел ЖРД 60, выполненные из синтетической пленки.

Снаружи фюзеляжа 1 по его горизонтальной оси, сверлятся диаметрально противоположные отверстия ≈ 2 мм для крепления крыла 9.

Каждая из консолей крыла 9 имеющая в бортовой нервюре реечку Ø2 мм, насаживается с двух сторон на стыковочный стержень 57 и реечка Ø2 мм направляется в отверстия Ø2 мм фюзеляжа 1. Затем, после выставления необходимого угла установки крыла 9, правки и подгонки, консоли крыла 9 притягиваются и приклеиваются неподвижно к левому и правому бортоотсекам 3. При этом угол установки крыла 9 должен быть одинаковым для обеих консолей крыла 9 и равным, для кордовой модели, 0°.

Производится монтаж ПГО 10 и механизма регулировки установочного угла ПГО 61. Основным элементом каждого из механизмов регулировки ПГО, является рычаг 62, выполненный из полосы нержавеющей стали толщиной  $\delta = 0,5$  мм и шириной  $b = 5$  мм. При этом, заготовка одной стороны плотно обернута вокруг подвижной оси 63, а с другой стороны имеет отверстие не-

сколько большего диаметра, чем припаянная к ней гайка.

На подвижных осях 63, в зонах фиксации рычагов регулировки 62, выполняются лыски. Подвижные оси 63 вставляются в заранее установленные втулки 40 в боковых панелях ковшовых воздухозаборников 2, и через отверстия рычагов регулировки 62, сформированных осью 63, направляется во втулки 40 силовых панелей 31. Каждый из рычагов регулировки 62, аккуратно приклеиваются цианоакрилатным клеем к подвижным осям 63 в зоне лыски. На регулировочный винт 64 насаживается шайба, и винт 64 вставляется в усиленное, целлулоидной накладкой 65 отверстие, на верхней панели ковшового воздухозаборника 2 и вкручивается в гайку с шайбой 66, которая вставлена с внутренней стороны воздухозаборника 2. При достижении гайки с шайбой внутренней поверхности воздухозаборника 2, гайка, аккуратно фиксируется цианоакрилатным клеем на резьбе винта 64. Тем самым, обеспечено свободное вращение регулировочного винта 64 в отверстии верхней панели воздухозаборника 2. Совмещая конец регулировочного винта 64 с гайкой закрепленной на рычаге 62, образуется винтовая регулирующая пара. Монтаж механизма регулировки установочного угла ПГО 61, желательнее производить до окончательного приклеивания ковшовых воздухозаборников 2, переходящих в бортоотсеки 3 к фюзеляжу 1.

Обе консоли ПГО 10, насаживаются на подвижные оси 63, установленные во втулках воздухозаборника 2 и силовых панелях 31, и в нейтральном положении, фиксируются цианоакрилатным клеем. Угол установки ПГО 10 обеспечивается регулировочным винтом 64 и должен быть одинаковым для обеих консолей и равным  $+1,5^\circ$ . Дegrаdацию углов установки ПГО, может выполнять и сам моделист в соответствии с условиями полета модели.

Крепление вертикального оперения ВО 11 к каждой из консолей крыла 9, производится следующим образом. В плоскости усиления нервюры № 2, № 3 67 каждой из консолей крыла 9 модели, по чертежу, сверлятся отверстия  $\varnothing 2$  мм и в них вставляются реечки  $\varnothing 2$  мм на цианоакрилатном клее. На реечки насаживаются плоскости ВО 11 с заранее просверленными в нервюрах отверстиями  $\varnothing 2$  мм и фиксируются цианоакрилатным клеем. На виде спереди, необходимо проконтролировать, чтобы между осями ВО 11 и крыла 9, был угол равный  $90^\circ$ . Снизу каждой из консолей крыла 9 на поверхности усиления 67 приклеиваются фальшкили 12, которые при виде спереди

на модель должны быть строго на одной оси с ВО 11.

Гаргрот 7 выполнен из бальзовых пластин полым внутри и закрывает провода питания и управления моделью. С одной стороны он плавно сопрягается с фонарем кабины экипажа 5, с другой стороны, переходит в контейнер для тормозного парашюта 8.

Фонарь кабины экипажа 5 выдавлен из оргстекла толщиной 1 мм, в нагретом состоянии, чистообработанным деревянным пуансоном через очко деревянной матрицы. Переплеты фонаря 5 выполнены из обычной писчей бумаги и приклеены на фонарь клеем БФ-2. Установка фонаря кабины экипажа 5 выполнена подвижной, на текстильной ленте и позволяет открывать кабину 6 для проведения электромонтажных, проверочных и ремонтных работ.

В хвостовой части фюзеляжа 1 установлено, на цианоакрилатном клее, сужающееся сопло 68, выполненное из обрезка баллончика от аэрозоля. Регулятор хода 69 импеллера 13 типа 30ABEC фирмы Beatles, установлен в носовой части модели, в носовом съемном обтекателе 4. Таймер 70 установлен внутри фонаря 5 кабины экипажа 6 и имеет хороший доступ.

Модель покрыта акриловой эмалью и на ее поверхность нанесены декали.

#### Список литературы

1. Гаевский О.К. Авиамоделирование – М.: Изд-во ДОСААФ, 1964, 1990.
2. Макаров Ю.В. Летательные аппараты МАИ. – М.: Изд-во МАИ, 1994.
3. Шмитц Н.В. Аэродинамика малых скоростей: пер с немецкого. – М.: ДОСААФ, 1963.
4. Болонкин А.А. Теория полета летающих моделей. – М.: ДОСААФ, 1962.
5. Миклашевский Г.В. Летающие модели. – М.: Главная редакция авиационной литературы, 1946.
6. Программы для внешкольных учреждений и общеобразовательных школ. Министерство просвещения СССР. 1988.
7. Воронков Ю.С., Воронков О.Ю. Техническое творчество – кадровый резерв // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 10. С. 148–151.
8. Материалы заслуженного учителя школы РСФСР Г.К. Бардашева, г. Таганрог, школа № 3 им. Ю.А. Гагарина.
9. Материалы Благотворительного общества научно-технического творчества и экологии «Ювенал» города Таганрога.
10. Воронков Ю.С. Кордовая модель сверхзвукового реактивного самолета с импеллером «Ястреб» // Международный школьный научный вестник. – 2017. – № 3-1. – С. 214-223.
11. Воронков Ю.С. Профессия – авиационный конструктор (записки инженера-изобретателя). – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2018. – 338 с. ISBN 978-5-91327-534-9.
12. Воронков Ю.С. Общество «Ювенал» – молодым авиаконструкторам: монография. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 316 с.