Учительская

КОРДОВАЯ МОДЕЛЬ СВЕРХЗВУКОВОГО РЕАКТИВНОГО САМОЛЕТА С ИМПЕЛЛЕРОМ «ЯСТРЕБ»

Воронков Ю.С.

Координационный Совет ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru

Бурное развитие реактивной авиации оказало влияние и на массовое производство за рубежом, фирменных авиамоделей с реактивными двигателями. Российскому же школьнику, желание приобрести такую модель, остается задачей весьма проблематичной и не всегда выполнимой, из-за высокой стоимости таких авиамоделей.

А возможно ли школьнику – авиамоделисту, самому, в домашних условиях, построить летающую модель сверхзвукового реактивного самолета?

Да, возможно. Но только без дорогостоящего реактивного двигателя и конструкции планера модели, требующей сложной и трудоемкой оснастки для формования ее поверхностей двойной кривизны.

Специально разработанная автором конструкция модели реактивного самолета «Ястреб», по силам для выполнения старшими школьниками, имеющими некоторый опыт авиамоделирования. Она выполняется без использования композитов и конструкций двойной кривизны. По описанной технологии возможно проектирование и строительство аналогичной радиоуправляемой реактивной модели с размещением аккумуляторов, приемника, сервоприводов и другого оборудования в носовом обтекателе и хвостовом стекателе фюзеляжа модели. Размеры и масса радиоуправляемой модели с импеллером будут большими, по сравнению с описанной моделью, а её конструктивно-силовая схема (КСС) будет несколько сложнее описанной.

Каркас описываемой модели выполняется из древесины (липы, груши, клена, березы), применяемой в производстве школьных линеек.

Обшивка модели выполняется из синтетических пленок типа «Астролон», «Винипроз», применяемых для расплазовки деталей, узлов и агрегатов на авиационных предприятиях и в авиационных Конструкторских Бюро (КБ). Для обшивки модели, также, применима отработанная рентгеновская ацетатцеллюлозная пленка, используемая в медицине.

Описание и особенности разработки конструкции модели

Модель сверхзвукового реактивного самолета с импеллером (рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4, рис. 5, рис. 6, рис. 7), представляет собой – среднеплан с трехопорным неубираемым в полете шасси с носовой стойкой. Она имеет фюзеляж 1, в котором размещена силовая установка на основе импеллера 2, оснащена треугольным, в плане, крылом 3 и таким же, треугольным передним горизонтальным оперением (ПГО) 4. Модель имеет двухкилевое вертикальное оперение (ВО) 5.

В фюзеляже 1 модели, внутри воздуховода 6, на выходе из выхлопного сопла 7, установлены, отклоняемые горизонтальные рулевые поверхности 8 (рис. 6), способные изменять направление скоростного потока воздуха, что позволяет получить отклоняемый вектор тяги силовой установки модели 2.

В качестве силовой установки 2 аппарата, может быть использован покупной имитатор реактивного двигателя – импеллер типа DS-30-DIA 3-ph, у которого диаметр нагнетающей крыльчатки равен 69 мм. Такой импеллер 2 по силам выполнить и школьнику – авиамоделисту среднего уровня, имеющему некоторый опыт работы с электрическими микродвигателями и воздушными винтами.

Привод импеллера 2 осуществляется коллекторным электродвигателем типа SPEED-400/6,0, питаемым электроэнергией от внешнего источника питания – аккумулятора или специального наземного блока питания. Электроэнергия подается на борт модели по кордам 9, выполненным из одножильного медного провода марки ПЭЛ диаметром 0,5 мм. Внешний диаметр корпуса импеллера, который в нашем случае равен 72,1мм, в дальнейшем, будет определять внутренний диаметр проточной части 10 фюзеляжа 1, т.е. диаметр воздуховода 6. Желательно, чтобы на внешней поверхности приобретаемого импеллера 2 не было выступающих элементов (кронштейнов крепления, ушек, клемм и т.д.) в противном случае, их придется удалять.

Разработка конструкции модели, как обычно, производится с вычерчивания её в 3-х проекциях в масштабе 1:1, и для лучшего понимания представлена следующими чертежами:

рис. 1 – общий вид сбоку модели;

рис. 2 – общий вид сверху модели;

рис. 3 – общий вид модели спереди;

рис. 4 – конструкция модели на ее виде сбоку;

рис. 5 – конструкция модели на виде спереди;

рис. 6 – конструкция модели на виде сверху;

рис. 7 – вид по стрелке А, конструкция вертикального оперения модели.

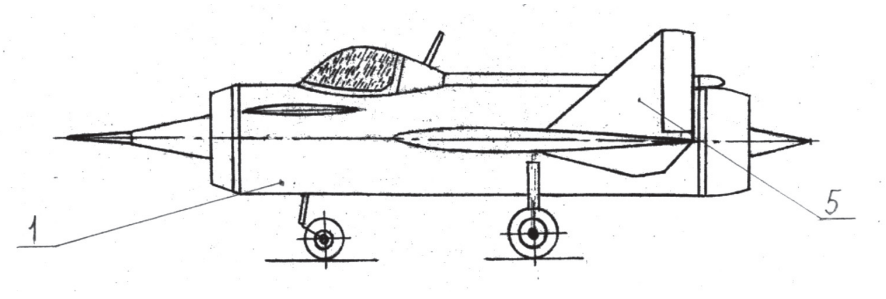

Рис. 1

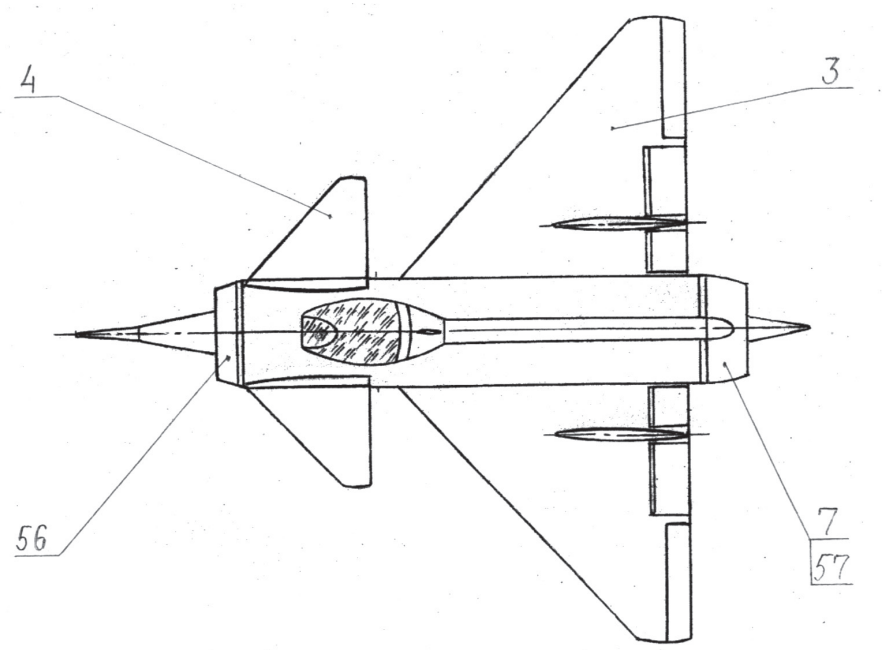

Рис. 2

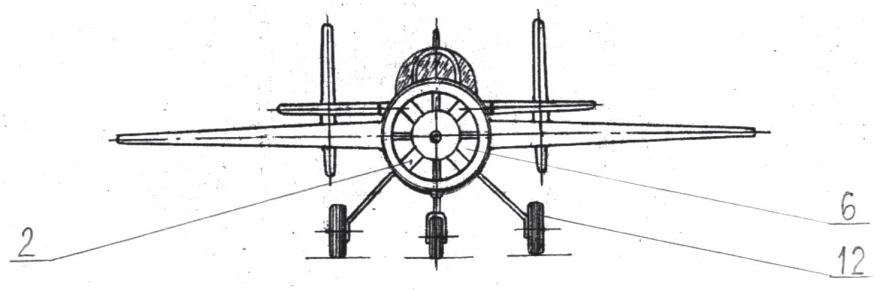

Рис. 3

Длина модели – 520 мм. Диаметр фюзеляжа – 77 мм
Размах крыла – 520 мм. Масса модели – 0,280 кг

На каждой из проекций, прорабатывается её конструктивно – силовая схема (КСС). Так, на чертеже – вид сбоку рис. 4 и вид сверху рис. 6 модели, выполняется разбивка шпангоутов фюзеляжа 1, предполагая, что они установлены в его характерных, наиболее нагруженных, сечениях. Например: шпангоут № 1 – в носовой части фюзеляжа 1, в нашем случае, усиленный, шириной В = 10мм; шпангоут № 2 – в месте

предполагаемой установки ПГО 4, шириной В = 8мм; шпангоут № 3 – в месте размещения импеллера 2, шириной В = 8мм; шпангоут № 4 – в средней части фюзеляжа 1, усиленный, шириной В = 8 мм., в местах стыковки 1-го лонжерона крыла 3 с фюзеляжем 1, а также, установки узлов системы управления 11 и установки шасси 12; шпангоут № 5 – в средней части фюзеляжа 1, усиленный, шириной В = 8 мм., в месте пересечения главной балки крыла 13 (выполненной из алюминиевой спицы) с фюзеляжем 1; шпангоут № 6 – в хвостовой части фюзеляжа 1 (несет выхлопное сопло 7), в нашем случае он усиленный, шириной В = 10мм.

На проекциях, также, прорабатывается компоновка оборудования, проводка и элементы системы управления 11 моделью.

В воздуховоде 6 фюзеляжа 1, перед мотогондолой 12 электродвигателя 13, установлен съемный носовой обтекатель 14 на 8-ми пилонах (2 ряда по 4 пилона) 15. Обтекатель 14 с пилонами 15 позволяет организовать упорядоченный воздушный поток на входе в импеллер 2. При разработке компоновки модели учитывается необходимость расположения пилонов 15 носового обтекателя 14 с опорой на шпангоуты № 1 и № 2 фюзеляжа 1 модели. За мотогондолой 12 электродвигателя 13, установлен хвостовой удлиненный цилиндрический стекатель 16, на 6-ти пилонах (2 ряда по 4 пилона) 17.

Расположение пилонов 17 хвостового стекателя 16 по его длине, также, выполняется с опорой на шпангоуты № 4 и № 6 фюзеляжа 1.

На проекции чертежа конструкции модели «вид сверху» (рис. 6), разрабатывается конструктивно – силовая схема крыла 3 и ПГО 4. В нашем случае, каркас 18 треугольного крыла 3 содержит 6 нервюр 19 толщиной δ = 1,5мм, выполненных из бальзы или липы, и 2 лонжерона 20, выполненных, каждый, из 2-х сосновых реек сечением Вхδ = 2х2мм.

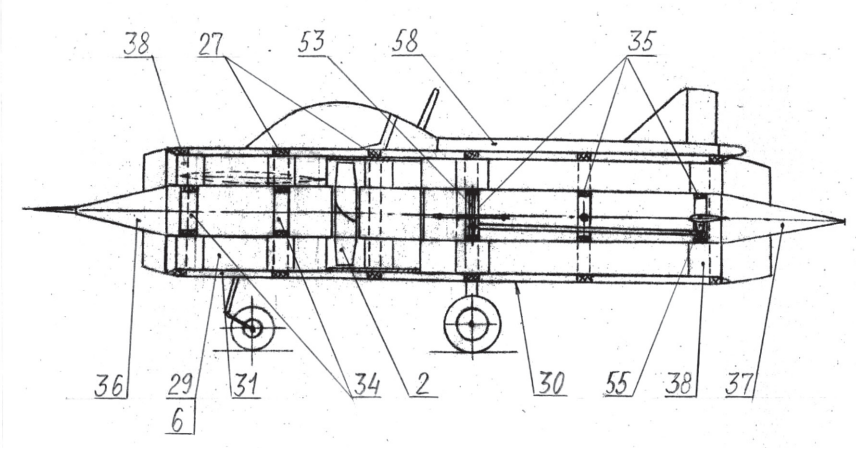

Рис. 4

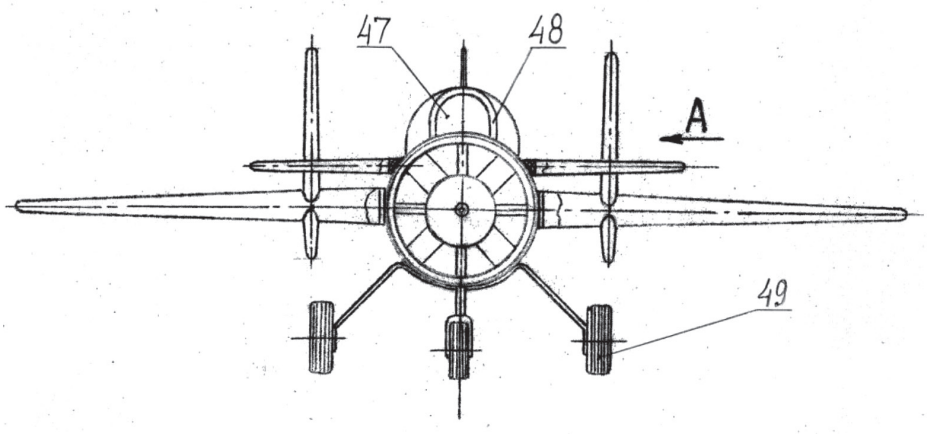

Рис. 5

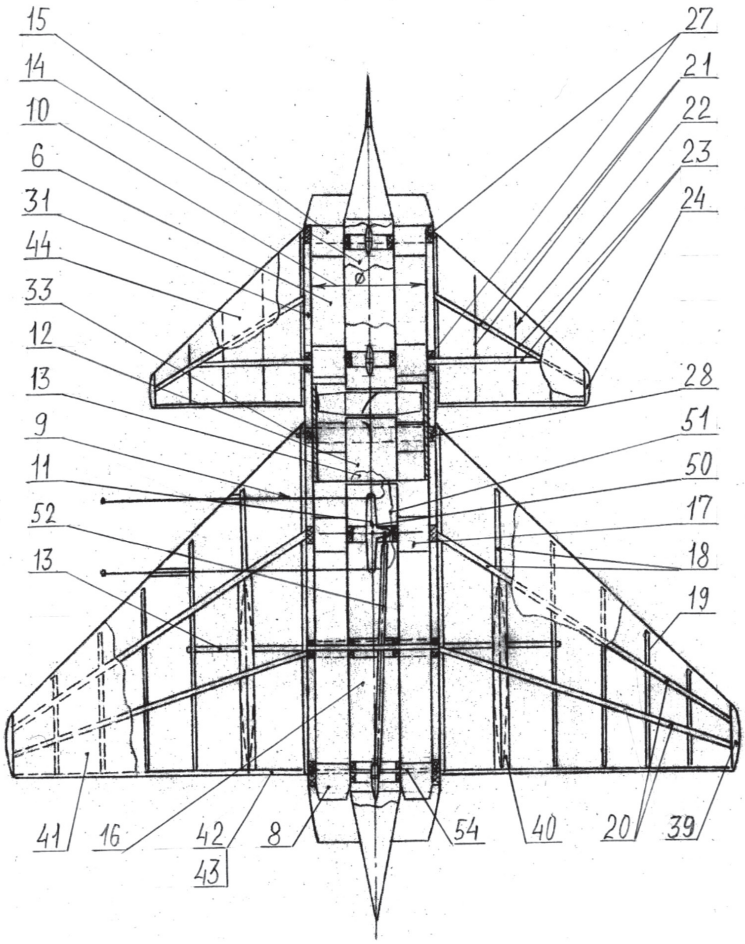

Рис. 6

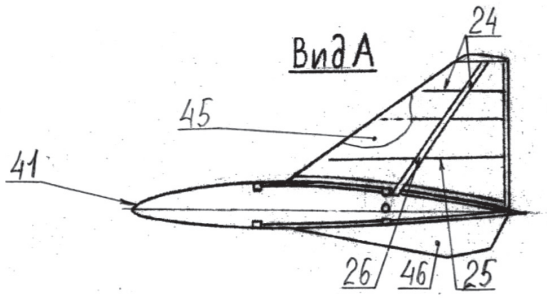

Рис. 7

Каркас 21 ПГО 4 содержит 4 нервюры 22 толщиной δ = 1,5 мм, выполненных из бальзы или липы и два лонжерона 23, выполненных, каждый, из 2-х сосновых реек сечением Вхδ = 2х2мм.

На виде А (рис. 7) чертежа конструкции модели, показана конструктивно-силовая схема (КСС) двухкилевого вертикального оперения (ВО) 5. Каркас 24 каждого из двухкилевого ВО состоит из 5 нервюр 25 толщиной δ = 1,5 мм, выполненных из бальзы или липы и лонжерона 26, образованного 2-мя сосновыми рейками сечением Вхδ = 2х2мм.

Изготовление кольцевых шпангоутов фюзеляжа модели

Каркас 27 фюзеляжа 1 выполнен следующим образом (рис. 4, рис. 6). Кольцевые шпангоуты 28 каркаса 27 фюзеляжа 1 выгнуты из деревянных реек, нарезанных из

школьных линеек, длиной L = 300мм. Заготовки для формования кольцевых шпангоутов 28, в соответствии с их разбивкой на чертеже модели, в количестве 6 штук, имеют равную длину, определяемую по формуле: $L = \pi D+15$; ширину, заданную конструктивно – силовой схемой (КСС) фюзеляжа и одинаковую толщину $\delta = 1{,}8$мм. После нарезания реек, они помещаются на время >24 часов, 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, они, в проветриваемом помещении, на улице, или в школьном вытяжном шкафу, пинцетом извлекаются из раствора, и через 15 минут на болванке или бутылке, им придается форма колец заданного диаметра (внутренний диаметр шпангоута равен внешнему диаметру воздуховода 6). Концы реек обрезаются ножом «на ус», в пределах припуска 15мм, 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 15мм 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).

Дождавшись окончательного высыхания отформованных колец, они окончательно подгоняются и склеиваются цианоакрилатным клеем типа «Монолит», «Супермомент» и т.д. по заданному диаметру, определяемому внешним диаметром воздуховода 6 модели. После склейки полученных колец и подгонки по внешнему диаметру воздуховода 6, их стыки для надежности покрываются тем же клеем повторно. Кольца зачищаются.

Внешним кромкам шпангоута № 1 – воздухозаборника, и шпангоута № 6 выхлопного сопла, придается наждачкой, соответственно, заостренная или закругленная форма.

Технология выполнения фюзеляжа

Цилиндрический фюзеляж 1 модели выполняется по так называемой «двухконтурной конструктивно-силовой схеме» (рис. 4). В основе такой схемы положена конструкция, образованная двумя оболочками из синтетической пленки: внутренней 29 и наружной 30, между которыми размещены кольцевые шпангоуты 28.

Первая, внутренняя оболочка 29, она же воздуховод 6, выполнена из пленки «Астролон» из заготовки, длина которой равна L = 330 мм, ширина B подсчитывается по формуле: $B = \pi D+20$мм; где $\pi = 3{,}14$; D – внешний диаметр импеллера; 20мм – припуск на склейку воздуховода. В нашем случае, B заготовки равно B = 246,4 мм, округленно 250 мм.

Вторая, внешняя оболочка 30, она же обшивка фюзеляжа 1, выполнена из пленки «Астролон» размером L = 330 мм, шириной $B = \pi D+20$мм. В обоих случаях, места склейки пленки следует зачистить мелкозернистой наждачной бумагой.

Фюзеляж 1 можно выполнить двумя способами:

Первый способ основан на выполнении воздуховода 6 фюзеляжа 1 непосредственно по имеющемуся импеллеру 2. В этом случае, импеллер 2, сверху покрывается защитной полиэтиленовой или лавсановой пленкой, предотвращающей приклеивание воздуховода 6 к импеллеру 2. На импеллер 2 накладывается заготовка из пленки размером – 330x250 мм, с последующим плотным натягом, чтобы получилась труба с минимальным зазором относительно внешней поверхности импеллера 2. Также, в качестве оснастки для формирования воздуховода 6, можно использовать подходящую по диаметру 72,1–72,5 мм бутылку, трубу и т.д. При подготовке к склейке внешнего шва полученной трубы (воздуховода 6), следует обратить особое внимание на то, чтобы воздуховод 6 не получился коническим. Подготовленный к склейке шов воздуховода 6, при соединении пленки «внахлест», аккуратно заполняется цианоакрилатным клеем, типа «Монолит», «Супермомент» и т.д. После отверждения клея, воздуховод 6 снимается с импеллера 2 (или с любой другой оснастки) и его внутренний шов, также, аккуратно, заполняется тем же клеем. После отверждения швов воздуховода 6, они зачищается мелкой наждачной бумагой и на швы накладываются полоски шириной 20мм. микалентной или папиросной бумаги на эмалите, или ином нитролаке, для гарантированной прочности шов и чистоты их поверхностей.

В соответствии с порядковой разбивкой шпангоутов 28 на чертеже модели, заранее изготовленные кольцевые шпангоуты № 1, № 2, № 3, № 4, № 5, № 6 нанизываются на воздуховод 6 и по разметке, на нужных дистанциях, закрепляются клеем. Приклейку шпангоутов 28 к воздуховоду 6, желательно выполнять клеем БФ-2, эпоксидным, или иным клеем, дающим минимальную усадку при отверждении.

В соответствии с чертежом, внутри носовой части фюзеляжа 1, внизу, между шпангоутами № 1 и № 2 вклеивается деревянная пластина 31 толщиной δ = 1,8мм, шириной В = 10мм. для последующей установки и крепления носовой стойки шасси 12. В верхней части фюзеляжа 1, между шпангоутами № 1 и № 2 вклеиваются деревянные пластины 32 толщиной δ = 1,8мм, шириной В = 8мм, для усиления узла крепления ПГО 4.

После окончательного отверждения клея, закрепляющего шпангоуты 28 фюзеляжа 1, на воздуховоде 6, наружные поверхности шпангоутов 28, равномерно, покрываются клеем БФ-2, и на них плотно накладывается заготовка внешней обшивки 30 из пленки «Астролон» размером L = 330 мм, шириной В = πD+20. Разглаживая внешнюю обшивку 30 по наружной поверхности шпангоутов 28, аккуратно подводится её край к внешней поверхности обшивки 30 фюзеляжа 1 и производится ее склейка «внахлест» цианоакрилатным клеем. Таким образом, получается цилиндрический фюзеляж 1, состоящий из внутренней 29 и внешней оболочек 30 (обшивок) с деревянным каркасом 27 внутри оболочек.

Снаружи средней части фюзеляжа 1, в шпангоуте № 5, по его горизонтальной оси, сверлятся диаметральнопротивоположные отверстия Ø3мм для крепления крыла 3. В шпангоуте № 3 сверлятся отверстия Ø3мм, и вклеиваются короткие закругленные реечки 33 длиной, примерно, 10мм для последующего крепления крыла 3 к фюзеляжу 1 и восприятия крутящего момента крыла 3.

Второй способ выполнения фюзеляжа 1 состоит в следующем. Заготовка воздуховода 6 скручивается в трубу без склеивания, и на полученную цилиндрическую поверхность, нанизываются кольцевые шпангоуты 28, с корректировкой и фиксацией их установки по разметке дистанций в порядке номеров шпангоутов. Заготовка из синтетической пленки, стремясь распрямиться, сама плотно укладывается внутри каждого из шпангоутов 28. В полученной трубе – воздуховоде 6, соединение пленки 29, как и при первом способе, «внахлест», при котором наружный шов аккуратно заполняется цианоакрилатным клеем. Внутренний шов полученного воздуховода 6, также, заполняется цианоакрилатным клеем, а шпангоуты 28 приклеиваются окончательно к воздуховоду 6 клеем типа БФ-2, дающим малую усадку при отверждении.

Также как и при первом способе, в соответствии с чертежом, внутри носовой части фюзеляжа, внизу, между шпангоутами № 1и № 2 вклеивается деревянная пластина 31 толщиной δ = 1,8мм, шириной В = 10мм. для последующей установки и крепления носовой стойки шасси 12. В верхней части фюзеляжа, между шпангоутами № 1и № 2 вклеиваются деревянные пластины 32 толщиной δ = 1,8мм, шириной В = 8мм, для усиления узла крепления ПГО 4.

Все шпангоуты 28 сверху равномерно покрываются клеем БФ-2, и на них плотно накладывается заготовка внешней обшивки 30 из пленки «Астролон» размером L = 330 мм; шириной В = πD+20, которая разглаживается по наружной поверхности шпангоутов 28. Ее край аккуратно подводится до плотного прилегания к внешней поверхности обшивки 30 фюзеляжа 1 и производится склейка шва «внахлест» цианоакрилатным клеем.

Снаружи средней части фюзеляжа 1, по его горизонтальной оси, сверлятся диаметральнопротивоположные отверстия Ø3мм в шпангоуте № 5. В шпангоуте № 3 сверлятся отверстия Ø3мм и вклеиваются короткие закругленные реечки 33 длиной, примерно, 10 мм, для крепления крыла 3 и восприятия его крутящего момента.

Конструкция воздуховода модели

Внутри воздуховода 6 модели установлены съемный носовой обтекатель 14 и хвостовой удлиненный цилиндрический стекатель 16. Размещенные, внутри цилиндрической части стекателя 16 элементы управления 11, изолированы от скоростного воздушного потока и не создают дополнительного аэродинамического сопротивления в воздушном тракте 10.

Носовой обтекатель 14 и хвостовой удлиненный цилиндрический стекатель 16 выполнены по одинаковой технологии, аналогичной технологии изготовления фюзеляжа. Их цилиндрические части свернуты из пленки типа «Астролон» размерами: (носового обтекателя L = 90мм., Ø30мм.; хвостового стекателя L = 170мм., Ø30мм.), на круглой, в сечении, болванке. Затем, внутрь вклеены, заранее изготовленные, одинаковые по диаметру, ширине и толщине (Ø30мм, В = 5мм, δ = 0,8 мм) кольцевые шпангоуты 34, 35 на дистанциях, в соответствии с их разбивкой на чертеже модели. Носовой обтекатель 14 имеет 2 шпангоута 34, хвостовой стекатель имеет 3 шпангоута 35. Носовой обтекатель 14 на входе воздушного потока, оснащен конической частью 36, хвостовой стекатель 16 – на выходе оснащен конической частью 37. Конические части 36 и 37 свернуты из пленки, с последующей склейкой швов цианоакрилатным клеем без использования оправок. Углы конусов 36, 37 по выбору мо-

делиста в диапазоне 15º÷30º. Только после тщательной подгонки каждого из конусов 36, 37, к торцам цилиндрических частей, обтекателя 14 и стекателя 16, производится их приклейка цианоакрилатным клеем, и последующее наложение на стыки полосок увлажненной микалентной бумаги шириной B = 7,0мм. После просушки полосок микалентной бумаги, она трижды покрывается эмалитом. К хвостовому стекателя 16, конус 37 приклеивается во время общей сборки модели, после завершения монтажа элементов управления 11.

Четырнадцать пилонов 15, 17 крепления в воздушном тракте фюзеляжа 1 обтекателя 14 и стекателя 16, выполняются, также из пленки. Заранее нарезанные заготовки шириной, определяемой по формуле B = Dвнутр. фюзеляжа – dобтекателя, и длиной L = 40мм., по длине перегибаются на две равные части и их концы склеиваются «внахлест» цианоакрилатным клеем. На склеенные стыки накладываются полоски перегнутой микалентной бумаги и она покрываются эмалитом. Внутрь полученных крылообразных, в сечении, оболочек 38 вставляются, примерно в середине их хорд, деревянные реечки, по одной на пилон, сечением 1,5x1,5мм с односторонней длиной на 2мм большей высоты каждого из пилонов. Реечки проклеиваются внутри пилонов цианоакрилатным клеем. В шпангоутах 34 обтекателя и 35 стекателя, предварительно, четко, по разметке под 90º сверлятся отверстия Ø1,2мм. Изготовленные, пилоны 15, выступающими концами реечек плотно вставляются в отверстия шпангоутов, выравниваются и цианоакрилатным клеем приклеиваются к поверхности носового обтекателя 14. То же самое выполняется и для хвостового удлиненного цилиндрического стекателя 16.

Рулевые поверхности 8 выполняются из пленки по технологии аналогичной изготовлению пилонов 15, 17. Они связаны с жесткой проводкой управления 11, аналогичной по конструкции системам управления обычными кордовыми летающими моделями самолетов.

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.

Технология выполнения крыла и оперения

Из разработанных чертежей модели (рис. 6) имеем: конструктивно – силовая схема каждой консоли треугольного крыла 3 содержит каркас 18, образованный 6-ю нервюрами 19 толщиной δ = 1,5мм, выполненными из бальзы или липы и 2-мя лонжеронами 20, выполненными, каждый, из 2-х сосновых реек сечением Bxδ = 2x2мм. К нервюре № 2, каждой консоли крыла 3, с двух сторон, сверху и снизу, в хвостовой части нервюры, до первого лонжерона, приклеиваются усиления 40 шириной B = 7мм. из липового δ = 0,5мм, или бальзового δ = 1,0мм шпона. В каждой из консолей крыла 3 в соответствии с видом сверху чертежа модели, в нервюрах № 1, № 2, № 3, симметрично по высоте каждой из нервюр, сверлятся сквозные отверстия Ø3мм, куда будет вставлена металлическая спица крепления консолей крыла (главная балка крыла13). В носовых частях нервюр № 1 консолей крыла 3 сверлятся отверстия Ø3мм для последующего совмещения их с закругленными реечками крепления 33 крыла 3 на фюзеляже 1.

7й нервюрой каркаса 18 консоли крыла 3, является его законцовка 39 из бальзы или липы, которая устанавливается во время окончательной сборки крыла.

Окончательная сборка крыла 3 выполняется следующим образом. Поскольку передняя кромка крыла 3 сформирована изгибом обшивки 41 из синтетической пленки, то заготовка обшивки, размерами 260x260мм, по диагонали, под линейку, перегибается, и место перегиба придавливается линейкой с грузами. После освобождения заготовок обшивок от линеек с грузами, в каждую из них вставляются готовые каркасы 18 правой и левой консолей крыла 3, наружные поверхности которых, предварительно покрыты клеем БФ-2 или эпоксидным клеем. Разглаживая обшивку 41 рукой, обеспечивается плотное ее прилегание к каркасу 18 крыла 3. Задние кромки 42 крыла 3 при этом, сформированы совмещением верхней и нижней поверхностей обшивки 41 с заполнением их стыка стеклонитями 43, или тонкой бамбуковой рейкой на цианоакрилатном клее. Собранные правая и левая консоли крыла 3, укладываются на ровную поверхность, предварительно защищенную лавсановой пленкой, и сформированные задние кромки 42, каждой из консолей крыла, придавливаются линейкой с грузами до полного отверждения клея. Верхнюю поверхность обшивки крыла можно придавить поролоном с грузами. После отверждения клея БФ-2 и цианоакрилатного клея, полученные консоли крыла 3 можно снять с ровной поверхности (стапеля).

Каркас 21 Переднего Горизонтального Оперения (ПГО) 4 содержащий 4 нервюры 22 толщиной δ = 1,5 мм, выполненные из

бальзы или липы и два лонжерона 23, выполненные, каждый, из 2-х сосновых реек сечением Вхδ = 2х2мм, собирается аналогично каркасу 18 крыла 3. При сборке каркаса 21 ПГО, в соответствии с видом сверху чертежа модели, концы полок лонжеронов должны выступать за корневую нервюру № 1 на 10÷15мм для последующей подгонки и крепления в шпангоуте № 2 фюзеляжа 1 и его усилении 32.

Обшивка 44 ПГО 4 выполняется также как и обшивка крыла 41 из ранее упомянутой синтетической пленки. Заготовка из пленки размерами 115х115мм перегибается по диагонали, под линейку, и место перегиба придавливается линейкой с грузами. После освобождения заготовки от линейки с грузами, в полученную оболочку вставляется каркас 21 консоли ПГО 4, наружные поверхности которого, предварительно покрыты клеем

БФ-2. Место перегиба пленки, также, формирует переднюю кромку ПГО 4. 5-ми нервюрами каркаса 21, ПГО, являются их законцовки 24 из бальзы или липы, которые устанавливаются во время окончательной сборки ПГО.

На виде А (рис. 7) представлена КСС одной из плоскостей двухкилевого вертикального оперения (ВО) 5. Каркас 24 каждого из двухкилевого ВО состоит из 4х нервюр 25, выполненных из бальзы, или липы, и лонжерона 26, образованного 2-мя сосновыми рейками сечением Вхδ = 2х2мм. При сборке каркаса 24 ВО, концы лонжеронов 26 должны выступать за корневую нервюру на 10мм. 5й нервюрой каркаса 24 ВО, является его законцовка из бальзы или липы толщиной δ = 5,0мм, устанавливаемая во время окончательной сборки ВО. Собранный каркас 24 вставляется на клее БФ-2 в заготовку обшивки из пленки, размерами 130х130мм, формируя обшивку ВО 45.

Фальшкиль 46 модели изготовлен из липы или 2мм фанеры по обычной авиамодельной технологии.

Фонарь кабины летчика 47 выдавлен из оргстекла толщиной 1мм., в нагретом состоянии чистообработанным деревянным пуансоном через очко деревянной матрицы. Переплеты фонаря 48 выполнены из обычной писчей бумаги и приклеены на фонарь 47 клеем БФ-2.

Основные стойки шасси 12 выполнены из дюралюминиевой полосы шириной В = 10мм., толщиной δ = 1,2 мм., длиной L = 210мм. Колеса 49 выточены на токарном станке, по общеизвестной технологии, из микропористой резины и их диски, из тонкого дюралюминиевого листа, скреплены развальцованной пластмассовой трубкой. Вращение колес на основных стойках шасси обеспечено посредством их свободного закрепления на винтах М2, (являющимися осями) с гайками, которые контрятся цианоакрилатным клеем.

Предварительная сборка модели

Сборка модели начинается с монтажа системы кордового управления моделью 11, которая размещена в хвостовом, удлиненном цилиндрическом стекателе 16 с приклеенными к нему пилонами 17.

К двум плечам трехплечей качалки управления 50, выполненной из электроизоляционного материала (текстолит, стеклопластик), прикрепляются провода электропитания 51. Необходимо, чтобы провода 51 от трехплечей качалки 50 к импеллеру 2 имели длину, позволяющую их вытянуть из фюзеляжа 1 и произвести подключение к клеммам импеллера 2 при окончательной сборке модели.

К третьему плечу качалки 50 крепится шарнирно – жесткая тяга управления 52 рулевыми поверхностями 8. Трехплечая качалка управления 50 с шарнирно закрепленными проводами 51 и жесткой тягой 52, вставляется в переднюю цилиндрическую часть хвостового, удлиненного стекателя 16. В шпангоуте № 1 стекателя, изнутри, в диаметральнопротивожных отверстиях Ø1,5мм, качалка 50 на металлической оси 53 устанавливается в распор между хлорвиниловыми или фторопластовыми трубками, надетыми на металлическую ось 53. Длина трубок равна или несколько больше диаметра стекателя 16. Внутренний диаметр распорных трубок равен диаметру оси 53 крепления качалки управления 50. Точки крепления оси 53 в стекателе 16 после монтажа качалки 50, фиксируются цианоакрилатным клеем.

На оси поворота рулевых поверхностей 54 закрепляются неподвижно, клеем, поверхности управления 8. Их горизонтальное положение должно соответствовать вертикальному положению кабанчика 55 системы управления 11 и нейтральному положению трехплечей качалки 50.

Через два боковых отверстия Ø4мм в хвостовом стекателе 16 , выпускают провода (корды) управления моделью 9 и заводят их наружу через два отверстия на левом борту фюзеляжа 1 модели. После подтягивания проводов 9 и окончательного их монтажа, хвостовой, удлиненный цилиндрический стекатель 16 вставляется внутрь фюзеляжа 1 модели. Производится окончательное подтягивание проводов 9 и проверка работоспособности системы управления модели 11. Система управления моделью 11 должна обеспечивать легкость поворота по-

верхностей управления на углы +30º, – 30º без напряжений и заеданий. К хвостовой части стекателя 16 (к его шпангоуту № 3) приклеивается конус стекателя 37, и усиливается микалентной бумагой на эмалите.

Через бортовые диаметральнопротивоположные отверстия в шпангоуте № 5 – средней части фюзеляжа 1 и отверстия шпангоута № 2 хвостового, удлиненного цилиндрического стекателя 16, производится прошивка алюминиевой спицей 13 Ø3мм, длиной L = 270мм., которая скрепляет фюзеляж 1 и хвостовой стекатель 16.

Окончательная сборка модели

На правый и левый концы алюминиевой спицы 13 Ø3мм, которая скрепляет фюзеляж1 и хвостовой стекатель 16, надеваются, соответственно, правая и левая консоли крыла 3. Причем в отверстия для корд левой консоли крыла, посредством медной проволоки с крючком, втягиваются провода управления (корды) 9, закрепленные шарнирно в трехплечей качалке 50 системы управления 11, и выводятся через нервюры и обшивку левого крыла наружу. Выпускаются корды 9 из крыла на длину 100÷120 мм и в их места выхода из крыла, вставляются на клее пластиковые трубочки. Каждая из консолей крыла 3 имеющая в нервюре № 1, в ее носовой части отверстие Ø3мм, надевается на короткие закругленные реечки Ø3мм, вклеенные ранее в фюзеляж 1. Затем, после подгонки, консоли крыла 3 притягиваются и приклеиваются к фюзеляжу 1. При этом угол установки крыла 3 должен быть одинаковым для обеих консолей крыла и равным, для кордовой модели, 0º.

Производится монтаж ПГО 4. Его обе консоли, своими выступающими за нервюры № 1 реечками Вхδ = 2х2мм вставляются в отверстия, просверленные в шпангоуте № 2 фюзеляжа и усилении 31. Поскольку реечки ПГО 4 могут выйти в воздуховод 6 модели и мешать в дальнейшем, монтажу импеллера 2, перед данной операцией, реечки подрезаются, и подпиливаются «заподлицо» с внутренней поверхностью воздуховода 6, в соответствии с толщиной стенок фюзеляжа 1. Угол установки ПГО 4 должен быть одинаковым для обеих консолей и равным +1,5º. После монтажа ПГО 4 на фюзеляже 1, производится склейка стыков эмалитом или иным нитроклеем, растворяемым ацетоном, для возможности регулировки угла установки ПГО после летных испытаний модели.

Крепление ВО 5, к каждой из консолей крыла 3, производится следующим образом. В плоскости усиления нервюр № 2, 40 каждой из консолей крыла 3 модели, по чертежу, сверлятся под углом, совпадающим с углом установки лонжерона, отверстия Ø2,0 мм и в них вставляются полки лонжеронов ВО на цианоакрилатном клее. В места контакта ВО 5 и усиления 40 нервюр № 2 крыла 3, наносится цианоакрилатный клей. На виде спереди, необходимо проконтролировать, чтобы между осями ВО 5 и крыла 3 был угол, равный 90º.

Снизу каждой из консолей крыла 3 на поверхности усилений 40 нервюр № 2, приклеиваются фальшкили 46, которые при виде спереди на модель должны быть строго на одной оси с ВО 5.

Провода 51 системы управления 11 вытягиваются к импеллеру 2 из фюзеляжа 1, и производится их подключение к клеммам импеллера 2. Импеллер 2 вставляется в носовую часть воздуховода 6, перемещается в район расчетного положения Центра тяжести модели и фиксируется. Производится предварительный контроль центровки модели.

После монтажа импеллера 2 и его фиксации, в носовую часть воздуховода 6 вставляется съемный носовой обтекатель 14 на 8-ми пилонах 15. Он должен входить в воздуховод 6 с небольшим натягом. Если высота пилонов 15 прослаблена, то по их торцам можно приклеить полоски бальзы или липы, затем подогнать наждачной бумагой до необходимой посадки в воздуховод 6.

На наружную поверхность фюзеляжа 1, в соответствии с чертежом, посредством полосок писчей бумаги на клее БФ-2, приклеивается фонарь кабины пилота 47. Желательно, чтобы фонарь кабины пилота 47, был непрозрачным.

Крепление основных стоек шасси 12 к фюзеляжу 1 выполняется снаружи, на винтах М2 с гайками, через заранее просверленные сквозные отверстия Ø2,0 в фюзеляже 1 (воздуховоде, шпангоуте № 4 и обшивке). Передняя стойка шасси 12 выполнена из стержня шариковой авторучки увеличенного объема, путем вставки в стержень на клее «Монолит» вилки и стойки, выполненных из пружинной проволоки Кл.IIА Ø1.2мм. Стойка крепится в носовой части фюзеляжа 1 на заранее установленную деревянную пластину 31 между шпангоутами № 1 и № 2.

В носовой части фюзеляжа 1 установлена сверхзвуковая передняя кромка 56, выполненная из обрезка пивной пластиковой бутылки, а их стык покрыт полоской увлажненной микалентной бумаги с последующим 3х разовым покрытием эмалитом.

В хвостовой части фюзеляжа 1 установлено, на цианоакрилатном клее, сужающееся сопло 57, выполненное также как и сверхзвуковая передняя кромка 56 воздухозаборника, из обрезка пивной пластиковой бутылки.

Рис. 8. Модель реактивного самолета «Ястреб» в варианте БПЛА

Горгрот 58 модели, выполнен из той же синтетической пленки, что и остальные агрегаты, по краям обклеен писчей бумагой на клее БФ-2 и приклеен сверху фюзеляжа. В торце, в районе сопла 7, горгрот заглушен обтекателем из бальзы, имитируя контейнер для тормозного парашюта.

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 г.

7. Воронков Ю.С., Воронков О.Ю. Техническое творчество – кадровый резерв, Современные наукоемкие технологии, № 10, 2013 г. стр.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. Тарадеев Б.В. Летающие модели-копии. М.: ДОСААФ 1983 г.