

Управление образования администрации Озерского городского округа
Челябинской области

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного образования детей
«Станция юных техников»



Пилотажная модель самолета
(Методическое пособие по теме «Кордовые модели»)

Составил педагог дополнительного
образования Думенек В. Л.

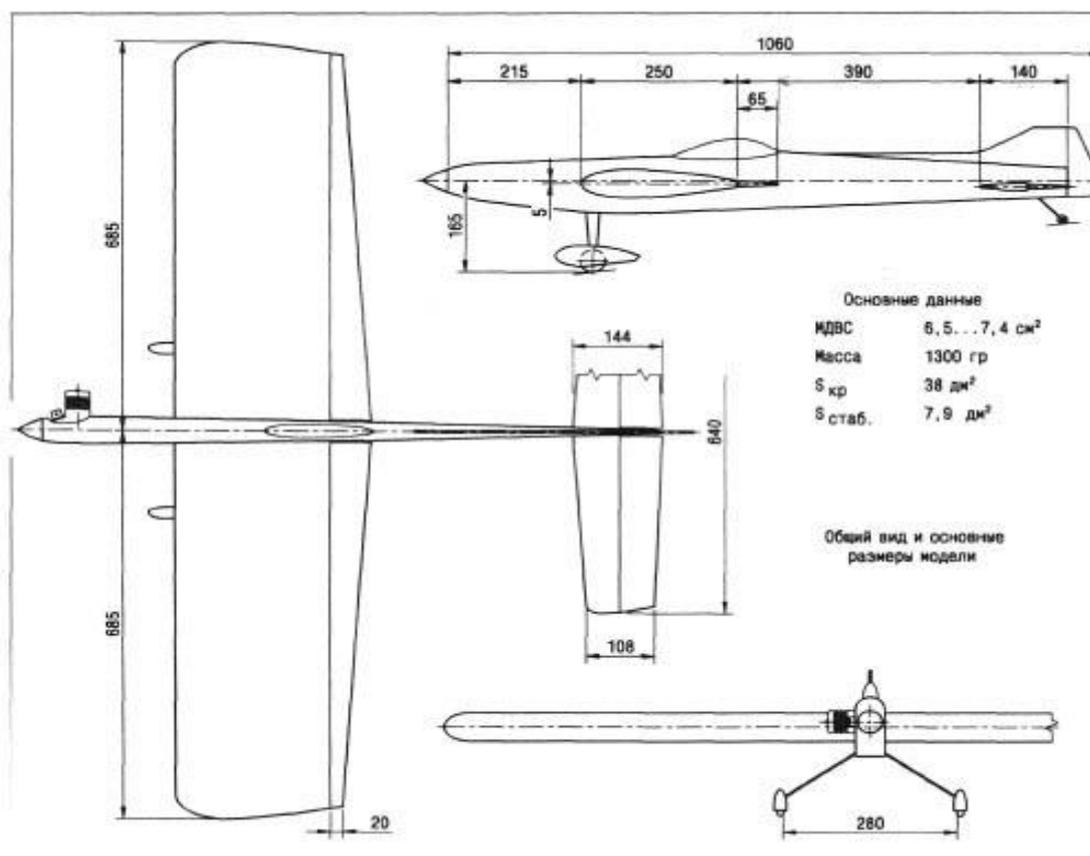
г. Озерск
2014 г.

Пилотажная модель самолета

На современную пилотажную модель спортсмен тратит громадное количество времени, сил и ресурсов. К очередному спортивному сезону, как правило, он успевает подготовить лишь одну модель, попытавшись потом быстро познать все ее летные достоинства и недостатки в процессе первых тренировок. При кардинальной же смене конструкции модели неизбежно приходится долго и скрупулезно подстраивать и регулировать пилотажные свойства нового аппарата под свой индивидуальный стиль пилотирования, на что порой уходит половина сезона. При этом вполне понятная боязнь разбить новую машину заставляет спортсмена «подтормаживать». Иногда на освоение новой техники уходит недопустимо большое время. А в спорте это очень важный фактор. Если по каким-либо причинам не удастся быстро и благополучно пройти этап освоения, сезон «пропадает». В итоге — снижение спортивных результатов (и как следствие падение спортивного рейтинга). Либо спортсмен вынужден временно пропускать зачетные соревнования (что также приводит к снижению рейтинга и появлению разговоров о нестабильности спортсмена).

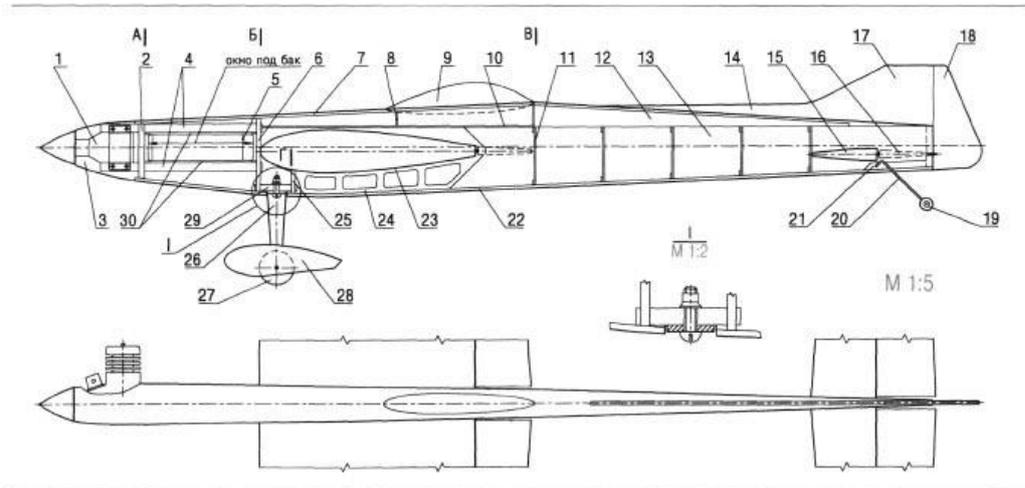
Поэтому у тех, кто серьезно увлекается кордовыми пилотажными моделями, периодически появляется мысль о необходимости иметь помимо основной «боевой чемпионатной» машины специализированную модель для сезонных тренировок (которая, возможно, станет потенциальной заменой на непредвиденный случай).

Именно такой технике и посвящена сегодняшняя публикация. Предлагаемая вашему вниманию пилотажка является желанным компромиссом, удовлетворяющим требованиям высоких летных свойств при весьма высокой технологичности и общей простоте конструкции. Эта модель создавалась с учетом опыта ведущих чешских и российских спортсменов. Применения особо дефицитных материалов и сложных технологий в ней удалось избежать.



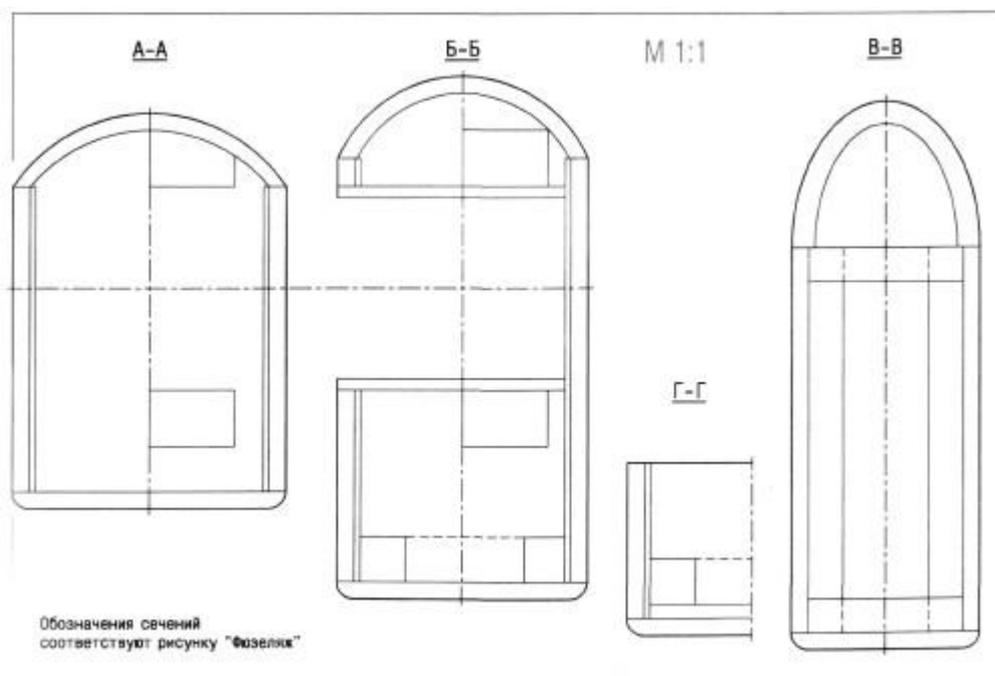
Крыло постоянной толщины и основной хорды (без закрылка). Силовая схема классическая, — с зашитым носиком кесонного типа. Все нервюры обработаны в одной

пачке. Затем пачка разобрана, и каждая нервюра последовательно пронумерована и облежена. Далее следует сборка на лонжеронах, клейка передней кромки и стенки между лонжеронами. Стенка выполняется из бальзовых пластин с вертикальным расположением волокон. В четырех корневых секция толщина стенки 3 мм, на остальных частях консолей 2 мм. В центральной же секции стенка лонжерона изготовлена из 4 мм березовой фанеры. К этой стенке приклеиваются на эпоксидном клее две фанерные пластины, на которых смонтирован готовый узел качалки. Завершает сборку каркаса монтаж задней кромки в не сформированном по профилю виде (бальзовая рейка сечением 14x10 мм). Затем можно приступить к зашивке носика крыла пластинами бальзы.



Фюзеляж:

- 1- двигатель,
- 2 - моторный шпангоут (фанера 1,2 + 3 + 3 мм),
- 3 - носовой обтекатель,
- 4 - моторама (буковые бруски 10 x 15 x 185 мм),
- 5 - топливный ба (жесть, габариты 32 x 45 x 105 мм),
- 6 - опорный шпангоут (фанера 1,2 + 3 мм),
- 7 - гаргрот носовой части (бальза 2 мм),
- 8 - полушпангоут (бальза 2 мм),
- 9 - фонарь кабины,
- 10 - горизонтальная стенка центральной части фюзеляжа (бальз. 2 мм),
- 11 - наборный шпангоут (бальза 6x3 мм),
- 12 - задний гаргрот (бальза),
- 13 - борт (бальза 3 мм),
- 14 - форкиль (бальза 4 мм),
- 15 - стабилизатор,
- 16 - руль высоты,
- 17 - киль (бальза 4 мм),
- 18 - руль поворота (бальза 4 мм),
- 19 - хвостовое колесо Ø15 мм,
- 20 - стойка (проволока ОВС 02 мм),
- 21- бобышка (липа),
- 22 - нижняя обшивка (бальза 3 мм),
- 23 - крыло,
- 24 - накладка (фанера 1,2 мм),
- 25 - силовой полушпангоут (фанера 4 мм),
- 26 - стойка шасси (Д16Т толщиной 2,5-3 мм),
- 27 - колесо d=40 мм,
- 28 - обтекатель колеса (стеклопластик),



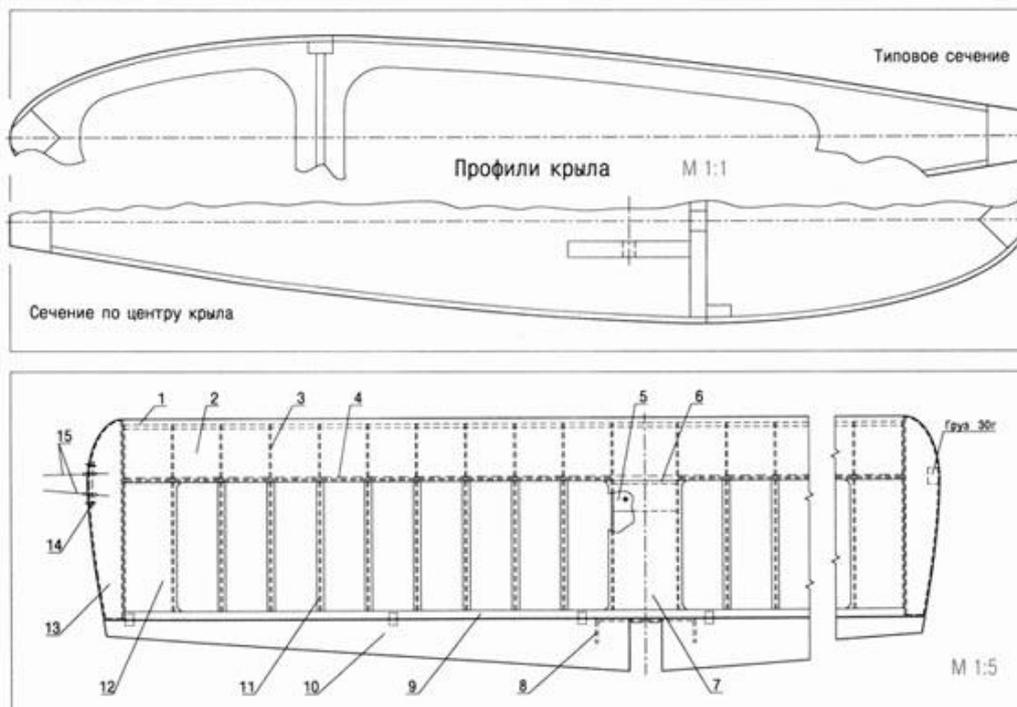
На этом этапе настоятельно советуется почаще контролировать отсутствие круток каркаса, а при их появлении своевременно исправлять крыло. Иначе после зашивки лобика устранить перекосы будет невозможно! Следует хорошо просушить собранный каркас, прежде чем приступать к наклейке полочек на нервюры и панелей обшивки центроплана. При применении клея типа ПВА нужно выдержать крыло не менее 12 часов в помещении с постоянной температурой около $+20^{\circ}$. На высохшем каркасе допрофилируются передняя и задняя кромки.

Вообще при сборке используется в основном клей типа ПВА «строительного» сорта, так как он жестче, чем канцелярский, не желтеет в швах. Очень важно разбавлять его не водой, а этиловым спиртом (примерно на 30%) от первоначального состояния. Очевидные преимущества от этого — предотвращение загнивания клея при хранении, быстрая сушка, очень малое коробление и резко сниженное набухание древесины в узлах склейки.

Законцовки крыла вырезаны из упаковочного пенопласта и оклеены в два слоя стеклотканью толщиной 0,1 мм на эпоксидной смоле. Однако представляется, что проще изготовить из дерева болван и на нем отформовать стеклопластиковые законцовки. Кстати — на тренировках и при перевозке частенько страдает от забоин внешняя законцовка и для ее замены проще иметь под рукой готовые полуфабрикаты, чем затевать процесс обработки пенопласта. Кроме того, внутренняя законцовка, выполненная в виде достаточно прочной пустотелой оболочки, позволит при желании элементарно просто оформить на ней регулируемый узел вывода тросиков управления. Не забудьте на внешней крайней секции крыла заклеить груз массой 30-40 грамм. Обтяжка — лавсановая пленка толщиной не менее 25 мкм. Обтянутое крыло откладывается до начала совместного монтажа с фюзеляжем.

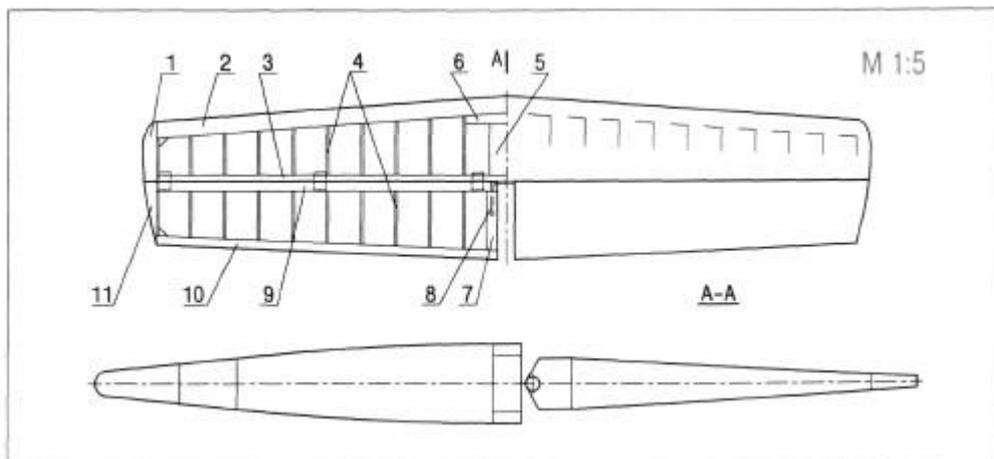
Закрылки выструганы из цельных бальзовых пластин толщиной 10 мм. Их корневые торцы усилены накладками из миллиметровой фанеры. После обработки отверстий под петли навески и скобу привода они грунтуются жидким нитролаком в один слой и оклеиваются цветной термопленкой типа Solarfilm или аналогичной ей по свойствам. Закрылки навешиваются на обычных покупных пластиковых петлях (по три петли на каждый закрылок) после окончания сборки и отделки всей модели.

Стабилизатор и руль высоты цельнобальзовые сборной конструкции. Характерный уступ в профиле горизонтального оперения объясняет появление очень интересного и нужного аэродинамического эффекта. При малых отклонениях руля высоты (до 7"-10"), на спрофилированном таким образом оперении появляется своеобразная зона нечувствительности. Теперь не нужно будет с идеальной точностью возвращать рули в нейтральное положение после резкого маневра, так как «нулевая» зона сильно расширена. По эффекту утолщение задней кромки стабилизатора близко к применявшемуся в свое время другому приему, также облегчавшему пилотирование модели (речь о намеренно закладываемых в систему управления значительных люфтах, достигающих на рулях и закрылках б'). Эффект, обусловленный наличием уступа между стабилизатором и рулем высоты, хорошо проявляет себя не только при выводе модели из маневра, но и при вводе в прямолинейные участки квадратных и треугольных фигур. Однако есть и одна негативная сторона применения подобного оперения. Привыкнув к управлению такой моделью, потом будет крайне сложно перейти к обычной. Если вы сторонник обычной профилировки горизонтального оперения, настоятельно рекомендуем отойти от предлагаемой схемы, и утолстить рули высоты до толщины стабилизатора.



Крыло:

- 1- передняя кромка (бальза 10 x 10 мм),
- 2 - обшивка лобика (бальза 1,5 мм),
- 3 - нервюра (бальза 2 мм),
- 4 - полка лонжерона (сосна 6x3 мм),
- 5 - опора оси качалки (фанера 4 мм),
- 6 - стенка центроплана (фанера 4 мм),
- 7 - обшивка центроплана (бальза 1,5 мм),
- 8 - скоба (проволока ОВС d=3 мм),
- 9 - задняя кромка (бальза 10 x 14 мм),
- 10 - закрылок (бальза 10 мм),
- 11- накладка нервюры (бальза 1,5 x 8 мм),
- 12 - обшивка концевой секции (бальза 1,5 мм),
- 13 - законцовка (стеклопластик);
- 14 - узел вывода корд,
- 15 - поводки корд (проволока ОВС d=0,8 мм).



Горизонтальное оперение:

- 1- законцовка стабилизатора (бальза),
- 2 - передняя кромка (бальза 8x15 мм),
- 3 - лонжерон (сосновые полки 2x5 мм и бальзовая стенка 5 мм),
- 4 - нервюры (бальза 2 мм),
- 5 - центральная бобышка (бальза),
- 6 - усиление стыка передней кромки (10 x 10 x 80 мм),
- 7 - корневая нервюра руля (бальза),
- 8 - соединительная скоба (проволока ОВС d=2,5 мм),
- 9 - передняя кромка руля (бальза 8 x 10 мм),
- 10 - задняя кромка (бальза 3x8 мм),
- 11 - законцовка руля (бальза).

Имейте в виду, что на чертежах предложен вариант, соответствующий конструкторской и спортивной логике автора (правда, совпадающий с мнением многих российских и зарубежных спортсменов).

Обратите внимание на лонжерон стабилизатора, выполненный в виде сборки из сосновых полок и бальзовой стенки. Заменять этот узел цельнобальзовым недопустимо, — такой вариант был опробован на предыдущей модели и показал недостаточную прочность бальзы на смятие от возникающих нагрузок. В том варианте в корневой части лонжерона возникла потеря устойчивости древесины (дефект был замечен по вспучиванию обтяжки у корня стабилизатора).

Обшивка горизонтального оперения — лавсановая пленка толщиной около 25 мкм. Навешивается руль высоты так же, как и закрылки — по три петли на консоль. Для отделки крыла и оперения используются разноцветные куски пленки типа Solarfilm.

Фюзеляж стремительной формы, деревянной конструкции. Основой для монтажа являются борта, вырезанные из бальзовых пластин. Рекомендуется использовать бальзу с плотностью не менее 0,12 г/см³. К бортам изнутри приклеиваются усиливающие накладки из миллиметровой фанеры, которые начинаются у моторного шпангоута и заканчиваются около задней кромки крыла. На этом этапе можно разметить и начерно выпилить окна под крыло. Так как край контура профиля крыла вплотную подходит к верхнему краю борта, в этом месте подклейте технологические бальзовые брусочки, которые после установки крыла нужно будет срезать. Ось крыла расположена ниже оси двигателя на 5 мм, а ось горизонтального оперения расположена выше оси мотора на 10 мм. По правому борту в носовой части вырезается отверстие под топливный бак. Длина этой ниши может быть равна расстоянию между шпангоутами, что дает возможность перемещать бак вдоль оси модели для тонкой регулировки рабочего режима двигателя на эволюциях.

Для успешной работы необходимо заранее собрать в единый конструкционный узел мото–раму с двумя силовыми шпангоутами (поз. 2, 4 и 6), а также смонтировать «в шип» детали опоры основной стойки шасси (поз. 29 и 25). Строго контролируйте размеры и осевое расположение деталей, так как от этого будет зависеть точность всей дальнейшая работа над корпусом модели. Сборку узла лучше всего выполнить на эпоксидной смоле. Пока отверждается клей, следует точно разметить местоположение наборных шпангоутов хвостовой части и наклеить на борта их вертикальные рейки.

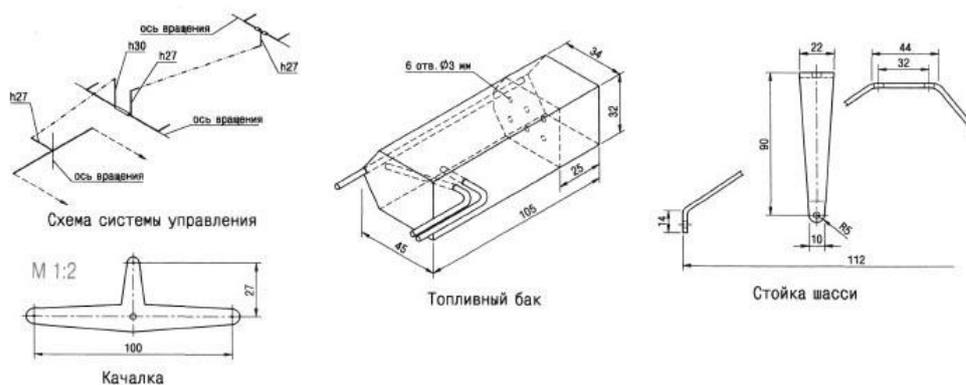
Для правильной сборки деталей с бортами, на стапеле закрепляют чертеж фюзеляжа «вид сверху». С внешних сторон контура фюзеляжа булавками прикалывают две рейки сечением 6х6 мм. Они образуют шаблон, который поможет избежать осевого искривления. Теперь выставьте вертикально внутри шаблона бортовые панели, точно скоординируйте их друг относительно друга и прикрепите на местах булавками. Приступайте к образованию хвостовых шпангоутов, клеивая их поперечные элементы, начиная от хвостового оперения. Затем вклейте готовый носовой узел. Соберите узел хвостовой опоры шасси и вклейте его на место. На этом этапе можно смонтировать не фюзеляже и стабилизатор (не забудьте установить скобу, соединяющую консоли руля высоты, с припаянным кабанчиком).

Далее наклеивается днище в носовой части до опоры шасси. Полученный «полуфабрикат» фюзеляжа снимается со стапеля.

Вклейте крыло. Изготовьте и полностью смонтируйте в фюзеляже систему управления. Тяга от закрылков до руля высоты выстругана из бальзы, хвостовики ее выполнены из кусков стальной спицы $d=2$ мм. Теперь можно зашить днище до конца и приступить к изготовлению заднего гаргрота и вертикального оперения. Гаргрот делается из П-образного переклея пластин или же выдалбливается из цельного клиновидного бруска бальзы. Верхняя часть отсека над крылом зашивается пластиной бальзы, и на ней монтируются дополнительные формообразующие шпангоуты. Формуется и приклеивается передний гаргрот. Получившийся корпус модели можно подшпаклевать, прошкурить и загрунтовать перед отделкой. Носовой обтекатель моторного отсека образован методом наклеивания подогнанных по месту бальзовых брусков и пластин, с последующим вышкуриванием полученной заготовки по форме. Другой вариант — выклеить капот из стеклоткани по деревянной или гипсовой болванке.

Фонарь кабины может быть прозрачным, тонированным или окрашенным (непрозрачным). Он монтируется на модели лишь после полного завершения ее отделки.

Стойка шасси представляет собой рессорную пластину из Д16Т толщиной 2,5 или 3 мм. Она крепится к фюзеляжной опоре на двух винтах М6. Колеса — фирмы «Термик», 040 мм. Обтекатели выклеены из стеклопластика.



Еще во время проектирования пилотажки планировалось установить на ней Савеловский моторчик МДС-40, и первое время модель была оснащена именно им.

Но случай позволил приобрести двигатель Thunder Tiger 46. Установив самодельный диффузор $d=6,5$ мм взамен разбитого радиокарбюратора, и опробовав мотор на модели, стало ясно, что это «на голову» лучше МДС. Результат очень понравился. Двигатель ровно и устойчиво работает с деревянным воздушным винтом 300 x 120 мм в любой точке полусферы, в настройке некапризен. Несмотря на его больший рабочий объем, чем у МДС-40 (7,4 см³ против 6,5 см³) время работы двигателя почти не уменьшилось (разница составила не более 12-15 секунд). Параметры же воздушного винта, устанавливаемого на МДС-40, таковы:

- в тихую погоду 290 x 140 мм,
- в ветреную погоду 282 x 150 мм.

Самодельный диффузор для МДС имеет проходное сечение $d=6,1$ мм.

Рекомендуемое положение центра тяжести модели находится в 80 мм от передней кромки крыла, — практически на лонжероне. Рекомендуемые углы отклонения закрылков $\pm 18...20^\circ$ от положения нейтрали, руля высоты — $\pm 27...30^\circ$ от нейтрали.