

ОТ ВИНТА



Shadow200 RQ-7 Василя Орлова

БАЛЪЗА

лист

брус

рейка

задняя кромка

уголок

АССОРТИМЕНТ

С о д е р ж а н и е

5-й этап Кубка России

Маленькое воздушное приключение

Карбон

Тяги – сделай это правильно

Маленькие хитрости

Спрашивали – отвечаем

Shadow200 RQ-7, FPV-вариант

Дайджест форума

Фотогалерея

От винта, 2(21) 2012

Журнал
для увлеченных
авиамоделлизмом

Периодичность выхода журнала:
не реже 1 раза в 3 месяца

Над номером работали

*Иванов Александр
Крутьков Евгений
Мельников Алексей
Митев Олег
Мясников Виктор
Орлов Василий
Семченко Алексей
Субботин Валентин
Трынкин Сергей*

Мнение авторов может не совпадать с
точкой зрения редакции.
При перепечатке материалов ссылка на
журнал обязательна.

administrator@aviamodelka.ru

WWW: <http://aviamodelka.ru>

Обсудить журнал в теме
номера на нашем форуме

От винта (с) 2006-2012
www.Aviamodelka.ru

5-й этап Кубка России, F-2-D

Иванов Александр

С 23 по 25 марта в селе Кочубеевское Кочубеевского района Ставропольского края прошли соревнования 5 этапа Кубка России по авиамodelьному спорту в классе моделей воздушного боя F-2-D. Теперь, когда всё состоялось и вновь ко мне вернулся сон (я был организатором), можно с удовлетворением сказать: старты состоялись.

Своеобразностей данному мероприятию хватало. Для начала многих удивляло, как это - этап Кубка России, а проводится в селе, да ещё и по виду спорта, о существовании которого до недавнего времени не знали не только рядовые жители района, но и многие представители спорткомитета, ДОСААФ, администрации. Удивиться им пришлось не на шутку. Старты оказались весьма представи-



Поднятие флага соревнований



Открытие соревнований

тельными. В соревнованиях приняли участие 24 экипажа из Карачаево-Черкесской Республики, Республики Северная Осетия Алания, Ставропольского края, Астраханской области, Ростовской области, города Москвы. Очень порадовало, что было 10 экипажей юниоров, которые выступили очень достойно, воевали с именитыми спортсменами на очень высоком уровне.



Дмитрий Дущенко и Алексей Иванов поднимали флаг, а потом сражались в финале.



*Представители администрации, превратившиеся
через полчаса в ярых болельщиков*

То, что соревнований по воздушному бою на территории Кочубеевского района до настоящего времени не проводились, сыграло положительную роль и облегчило многие организационные моменты. Удалось заинтересовать, по-хорошему заинтриговать местные власти. Спортсмены с большим турнирным опытом с удовлетворением отметили слаженную работу всей администрации, спортивных структур, ДОСААФа. Для проведения состязаний был выделен центральный стадион, организовано торжественное открытие. Моделисты из Ставрополя провели показательные выступления моделей вертолётов, а гости из Краснодарского края показали бои на радиоуправляемых моделях. Имелось всё нужное оборудование. На обед участникам с кавказским гостеприимством был предложен горячий шулюм, что было

очень кстати, если учитывать погодные условия.

В первый стартовый день погода, прямо скажем, не баловала. С утра ветер метров 12, дождь. Но к началу стартов ветер подул до 7-ми метров, да и интенсивность дождя снизилась до морозящего. В общем, погода соревновательной настрой никому не испортила. В первый день было проведено 3 тура и жеребьёвка четвёртого тура. Погода распугала зрителей, но не помешала спортсменам выступать соответственно статусу соревнований. Местных болельщиков очень порадовало, что местный юниор Алексей Иванов по результатам 3-х туров идёт без поражений. Но по жеребьёвке в 4-м туре ему предстояло встретиться с очень опытным соперником, мастером спорта Валерием Акбашевым. Эмоциям зрителей не было предела, когда Лёше



Очередной перелёт Иванов-Акбашев

в результате 4-х перелётов удалось одержать победу. Вообще, второй день соревнований оказался более зрелищным. Погода наладилась, ветер с дождём больше не мешал состязательному процессу. Серьёзная борьба развернулась за 2-е и 3-е места среди юношей и 3-е место среди

спортсменов. Тут спортивное счастье оказалось на стороне Московских юниоров Алексея Верстунина и Дениса Есаулкова, а также спортсмена из Будённовска Дениса Купаева. Соревновательный день закончился финальным боем за 1-е и 2-е место между Алексеем Ивановым и Дмитрием Дущенко. Победил спортсмен АСК МАИ мастер спорта Дмитрий Дущенко, чего и следовало ожидать. Завершились соревнования торжественным награждением победителей.

Завершился первый сельский Этап кубка России. Первый блин, к счастью, не оказался комом. Хочется надеяться, что старты в Селе Кочубеевское оставят у всех гостей и у принимающей стороны только положительные эмоции и в дальнейшем станут традиционным ежегодным стартом.



Результаты соревнований

Юноши

- 1 место: Иванов Алексей и Иванова Яна, с. Кочубеевское.
- 2 место: Верстунин Алексей и Борчаев Дагиб, г. Москва.
- 3 место: Есаулков Денис и Стегний Павел, г. Москва.

Спортсмены

- 1 место: Дущенко Дмитри и Стегний Павел, г. Москва.
- 2 место: Иванов Алексей и Иванова Яна, с. Кочубеевское.
- 3 место: Купаев Денис и Нестраткин Евгений, г. Будённовск.

Команды

- 1 место: АСК МАИ, г. Москва
- 2 место: СЮТ с. Кочубеевское.
- 3 место: "Сапсан", г. Будённовск.

На фотографии: 1 место: победители на пьедестале почёта - команда АСК МАИ: Валерий Акбашев, Дмитрий Дущенко, Денис Есаулков, Павел Стегний; 2 место: Кочубеевское: Алексей и Яна Ивановы; 3 место: Будённовск: Денис Купаев, Евгений Нестраткин.

Также на фото, глава администрации с. Кочубеевское Ермолов А.И, председатель МО ДОСААФ Белоцерковец А.В, главный судья соревнований Гавриленко П.Я, глава АКМР Клевцов А.П. Все эти люди оказали огромное содействие в проведении соревнований.

ФАКТЕРА

авиационная

АССОРТИМЕНТ



**Очки солнцезащитные,
антибликовые, поляризационные**

Маленькое воздушное приключение



Сергей Трынкин

Сегодня первый раз слетал в облака!

Сидел дома, и, взглянув на небо из окна, увидел, что облачность начала редеть. Надо ловить момент!

Быстрые сборы - и вот я уже выкруливаю на ближайшее за городом поле.

На сборку Изика и видеооборудования, как обычно, ушло не более пяти минут.

Выносной ВЧ-блок передатчика управления (2,4 МГц) с антенной примагничен к крыше Матиза, там же разместился и видеоприёмник. От них провода идут в кабину, где на крышке бардачка закрепил ЖК-телевизор, а на откинутом солнцезащитном козырьке - MiniDV камеру для записи полёта.

Тем временем на небе образовались великолепные кучевые облака с хорошими просветами - то, что надо!

Но определить высоту до них на глаз невозможно, предположил, что около двух километров - посмотрим...

Включаю питание видеоприёмника, телевизора и видеокамеры, но камеру на запись пока не ставлю, чтобы не тратить зря плёнку (вдруг полёт затянется).

Включаю передатчик управления и затем бортовое питание Изика. Теперь надо подождать, пока автопилот опре-

делит и запомнит GPS-координаты точки взлёта. Через пару минут на экране телевизора появляются координаты - можно взлетать!

Определяю направление ветра и после проверки мотора и рулей лёгким толчком отправляю свой Изи Стар в рекордный для него и меня полёт!

После отлёта метров на двести от себя и на столько же по высоте делаю пробу автопилота выключением питания передатчика управления. Изик резво разворачивается в мою сторону и летит точно на меня. Слежу за показаниями датчика высоты на экране - высота должна приближаться к заданным ста метрам. Так и происходит значит, с автопилотом всё нормально и можно спокойно лететь, куда захочу. А хочу я в этот раз только вверх!!!

Даю полный газ. Из динамика телевизора слышно, как мотор быстро



набирает обороты (микрофон на борту), ток мотора начинает расти и останавливается на двенадцати амперах - так и полетим.

Плавно разворачиваю самолёт против ветра и направляю его вверх. Показания высотомера начинают увеличиваться. Довольно быстро запрыгиваю на четыреста метров, делаю короткую остановку на этой высоте, чтобы определиться, где я нахожусь. Поворачиваю камеру вправо и вниз и вижу, что меня здорово снесло в сторону города. То есть я летел не строго против ветра. Выправляю курс и одновременно начинаю продолжать подъём. Прошло примерно четыре минуты от начала подъёма. Высота около километра.

Решаю попытаться ускорить подъём с помощью прыжков. Периодически выравниваю самолёт, разгоняю до

максимальной скорости (40 -45 км/час), резко задираю нос и прыгаю метров на шесть-семь вверх. Этот метод позволяет увеличить среднюю скорость подъёма, но требует чёткой координации действий. Надо не передержать горизонтальный полёт и не провалиться после прыжка. Полностью погрузившись в эту операцию, я залетаю почти на полтора километра. И вот уже вижу рядом с собой облака!

Но, увлёкшись, я забыл проследить за курсом и удалением и когда догадался глянуть на индикатор расстояния до "базы", там было уже больше трёх с половиной километров! Покрутив камерой и осмотрев местность подо мной, я понял, что меня всё-таки развернуло и унесло по ветру. То есть возвращаться придётся против ветра, а это уже экстрим! На такое удаление я ещё никогда не залетал, но радиосвязь

по управлению была отличной, а по видео хотя и ухудшалась иногда, но ненадолго и не сильно, и это внушало относительное спокойствие. Правда, тревогу вызывали показания напряжения ходовой батареи - на моторное возвращение её наверняка не хватит. Но с такой высоты можно попытаться спланировать до дома и без мотора.

Короче - пора возвращаться. Но перед этим не могу отказать себе в удовольствии потратить ещё немного миллиамперчасов из аккумулятора на то, что бы полетать между облаками. А иначе - ради чего всё это?

Да, вот это здорово! Подлетаю к небольшому, но довольно плотному облачку, оно прямо надо мной. Иногда самолёт заходит в нижний край облака и тогда всё вокруг окутывается пеленой. Но я боюсь сыростью повредить бор-

товую электронику и стараюсь не врезаться глубоко. Вот впереди просвет и голубое небо. Поддаю газку и делаю несколько хороших прыжков вверх между облаками. И вот уже подо мной открывается изумительная по своей красоте картина! Розоватые на солнце, пушистые комочки простираются далеко вперёд. Между ними видна земля. И я медленно парю над всем этим!!! Высота примерно тысяча шестьсот метров!

Ну, теперь всё - домой (если доберусь). Вариант посадки в незнакомом месте свербит в мозгу, но не сильно беспокоит - зная координаты и с машиной Изика я всё равно найду, но лучше долететь.

Нырять в очередной просвет и осматриваюсь, крутя камерой во все стороны. Подо мной какие-то поля, пытаюсь разглядеть в дали знакомые



SP-AVB14G
VIDEO BOOSTER
POWER SOURCE: UNIVERSAL CONTROL
DC IN
DC OUT
12V
1.5A

RFI 25C
BATTERY

места, но безуспешно - всё неузнаваемо с такой высоты и дали. Удаление по приборам три четырёхста. Доверяюсь приборному указателю "на базу" и лечу по нему. Ветерок приличный, и приходится дать газку для ускорения процесса, скорость по GPS (относительно земли) немного увеличивается - примерно 25 км/час.

Дистанция до дома медленно начала уменьшаться, но это длилось недолго - батарея всё-таки разрядилась до напряжения отсечки мотора и регулятор его отключил. Можно, конечно, вручную сбросить блокировку мотора и выжать батарею полностью, но делать этого не стоит - тогда откажет и управление рулями. Будем планировать без мотора...

Удаление - два километра восьмьсот метров, высота - километр. Изик с его аэродинамическим качеством около семи должен легко покрыть с такой вы-

соты это расстояние... если бы не встречный ветер.

Дистанция уменьшается, но очень медленно, примерно 1-2 метра в секунду - кошмар! С такой скоростью полёт продлится очень долго и батарея сядет и без мотора.

Увеличиваю угол пикирования - скорость резко возрастает, но и высота также резко начинает падать. Решаю продолжать полёт в этом режиме - по крайней мере, если и сяду, не долетев до базы, так хоть не так далеко и в знакомых местах. То и дело порывы ветра пытаются свернуть Изика с прямого пути, и это сильно замедляет продвижение к дому.

Удаление полтора километра, высота пятьсот метров. Пролетаю над хорошо знакомыми местами - на душе полегчало.

И тут мой взгляд падает на дисплей

видеокамеры, которая должна записывать весь полёт и координаты на случай аварийной посадки. О, Боже! Запись не включена. Нажимаю кнопку записи, но какой теперь от неё толк - полёт не записан. Хорошо ещё аварийно не пришлось садиться - вот было бы прикольно без координат искать самик на просторах Подмосковья...

В расстроенных чувствах, но без проблем долетаю до места взлёта и сажусь с первого захода рядом с машиной. Под впечатлением увиденного в высоте решаю тут же повторить восхождение за облака и наконец-то заснять это! Быстро меняю ходовой аккумулятор на свежий. Видеоаккумулятор ещё живой - может поработать! Тщательно проверяю всё оборудование, чтобы не опростоволоситься ещё раз, и в небо!

Подъём на полтора километра про-



шёл без проблем. На этот раз я чётко следил за удалением и летел всегда против ветра. Правда в этом нашёлся и минус. Я крутился на небольшом расстоянии от базы и на большой высоте, а при этом ухудшается качество видео.

В общем, до облаков я долетел и заснял их, но проблема в том, что облака уже были другими - размазанными и не такими красивыми, как в первом полёте.

Видео одного из полетов можно посмотреть [здесь](#).

Вот такое было приключение!





A vertical splash of water is centered in the image, creating a column of water that tapers at the top and bottom. The splash is set against a background of concentric ripples on a blue surface. The overall color palette is various shades of blue, from light to dark.

ЭПОКСИДНАЯ СМОЛА

LARIT, смола низкой вязкости “L”,
КДА, К-153, ЭД-20

КРЕПЕЖ



Болты пластиковые
Винты металлические
Гайки

АССОРТИМЕНТ

Карбон

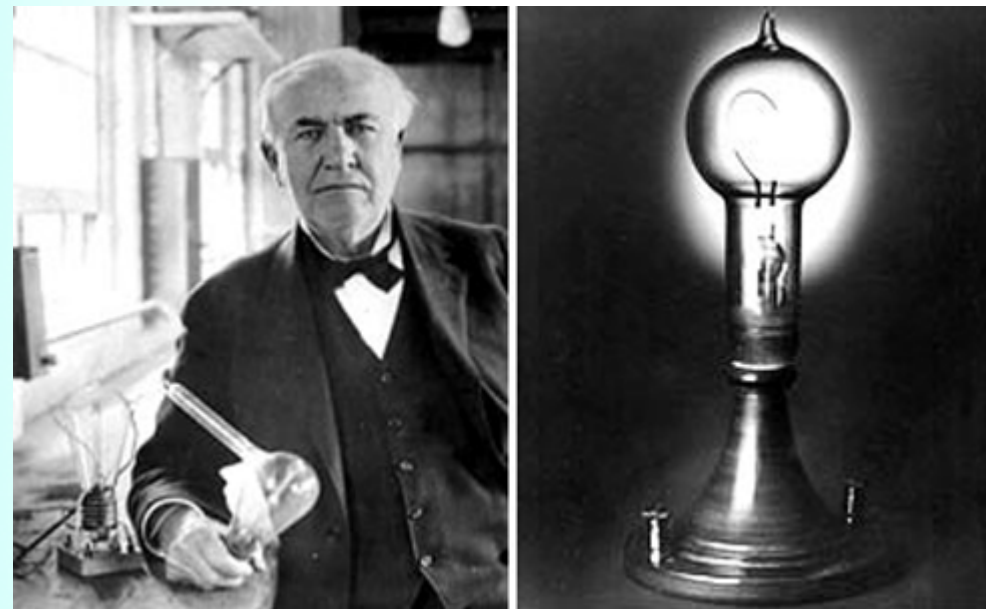
Субботин Валентин

Слово *карбон* - это профессиональный жаргонизм, точнее сокращение от английского *Carbon Fiber* (углеродное волокно), под эгидой которого в общем понимании объединилось огромное количество самых разных материалов. Примерно как тысячи различных веществ с различающимися физическими, химическими и техническими свойствами носят название «пластмасса». В случае с карбоном общим для материалов стал углеволоконный наполнитель, но не связующее вещество, которое может быть разным. Даже полиэтиленовая плёнка с впаянными в неё угольными нитями с полным правом может носить это гордое имя. Просто сложившейся классификации углепластиков ещё нет. Большинство современных материалов, применяемых в технике и особенно в автомобильной области, доходят до рядового потребителя по схожему сценарию. Новшества появляются в научных лабораториях обычно для нужд «оборонки». Затем, исполнив почётную обязанность по защите Отечества, они прокладывают себе дорогу через спорт и, как следствие, тюнинг, к конвейеру. Так произошло и в случае с углеродными материалами.



Углеродное волокно - материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 15 микрон, образованных преимущественно атомами углерода. Атомы углерода объединены в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу. Выравнивание кристаллов придает волокну большую прочность на растяжение. Углеродные волокна характеризуются высокой силой натяжения, низким удельным весом, низким коэффициентом температурного расширения и химической инертностью.

Впервые получение и применение углеродных волокон (точнее, нитей) было предложено и запатентовано известным американским изобретателем Томасом Эдисоном в 1880 г. в качестве нитей накаливания в электрических лампах.



Эти волокна получались в результате пиролиза хлопкового или вискозного волокна, отличались хрупкостью и высокой пористостью и впоследствии были заменены вольфрамовыми нитями. В течение последующих 20 лет Эдисон предложил получать углеродные и графитированные волокна на основе различных природных волокон.

Вторично интерес к углеродным

волокнам появился в середине XX в., когда велись поиски материалов, пригодных для использования в качестве компонентов композитов для изготовления ракетных двигателей. Углеволокна по своим качествам оказались одними из наиболее подходящих для такой роли армирующими материалами, поскольку они обладают высокой термостойкостью, хорошими теплоизоляционными свойствами, коррозионной стойкостью к воздействию газовых и жидких сред, высокой удельной прочностью и жесткостью.

В 1958 г. в США были получены углеволокна на основе вискозных волокон. При изготовлении углеродных волокон нового поколения применялась ступенчатая высокотемпературная обработка гидратцеллюлозных (ГТЦ) волокон (900 °С, 2500 °С), что позволи-

ло достичь значений предела прочности при растяжении 3301030 МПа и модуля упругости 40 ГПа. Несколько позднее (в 1960 г.) была предложена технология производства коротких монокристаллических волокон («усов») графита с прочностью 20 ГПа и модулем упругости 690 ГПа. «Усы» выращивались в электрической дуге при температуре 3600 °С и давлении 0,27 МПа (2,7 атм). Совершенствованию этой технологии уделялось много времени и внимания на протяжении ряда лет, однако в настоящее время она применяется редко ввиду своей высокой стоимости по сравнению с другими методами получения углеродных волокон.

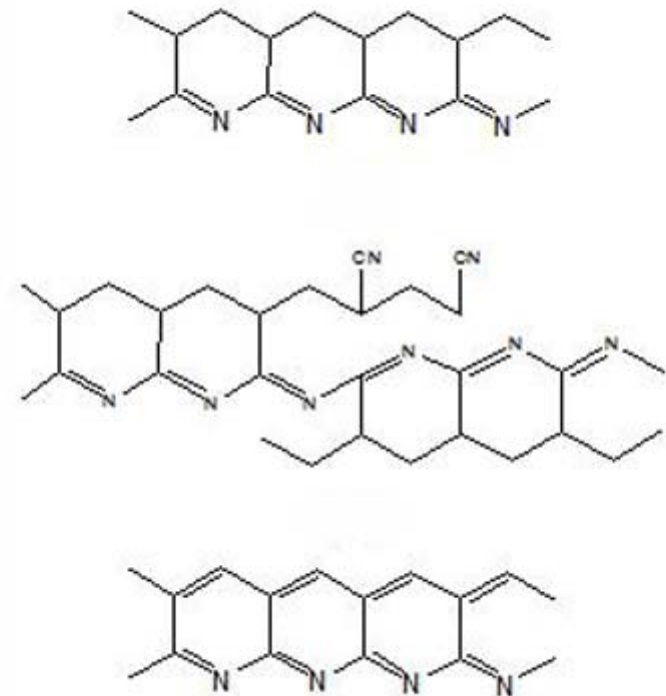
Почти в то же время в СССР и несколько позже (в 1961 г.) в Японии были получены углеволокна на основе полиакрилонитрильных (ПАН) волокон. Характеристики первых углерод-

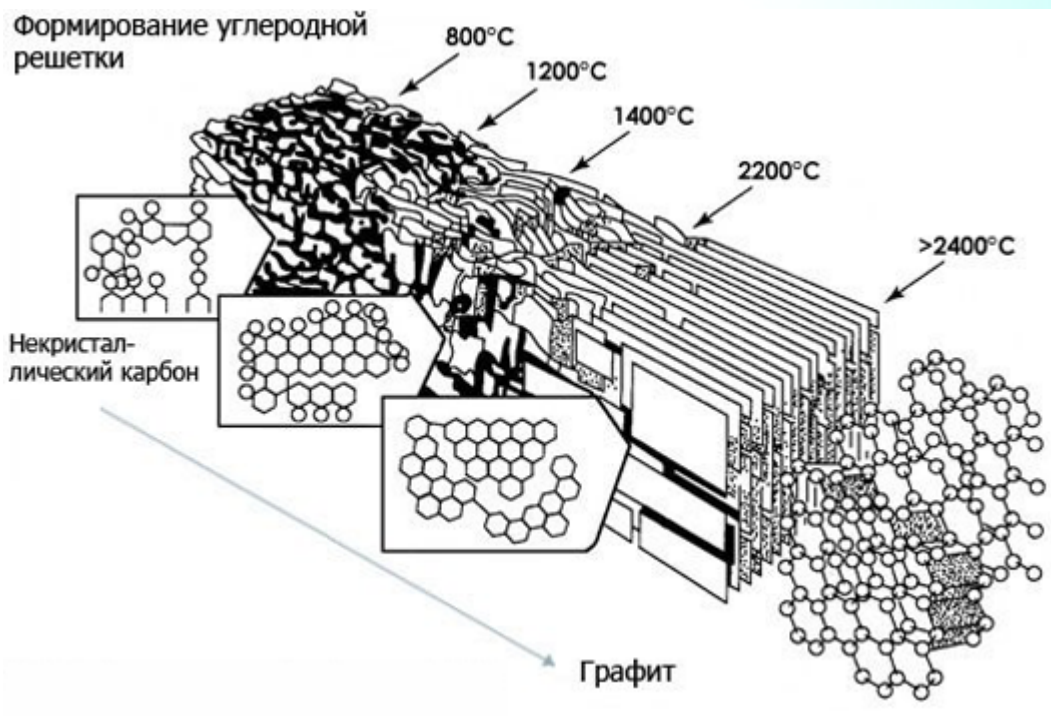
ных волокон на основе ПАН были невысоки, но постепенно технология совершенствовалась, и уже через 10 лет (к 1970 г.) были получены углеродные волокна на основе ПАН-волокон с пределом прочности 2070 МПа и модулем упругости 480 ГПа. Тогда же была показана возможность получения углеродных волокон по этой технологии с ещё более высокими механическими характеристиками.

Первое производство было организовано в 1965 г. компанией «Юнион Карбайд» (США, шт. Огайо, г. Парма) на основе разработок Р. Бэкона родоначальника промышленности углеродных волокон. Название первого коммерческого вискозного углеродного волокна «Торнель-25».

Технология производства углеволокна
Само углеволокно производят из ли-

нейного полимера акрилонитрила (один из распространённых способов), аморфного вещества белого цвета. Вещество обрабатывается в автоклаве под большим давлением и высокой температуре. Температурная обработка состоит из нескольких условных этапов, которые обобщённо можно назвать обугливанием синтетического волокна.





Первый представляет собой нагрев исходного (вискозного или полиакрилонитрильного) волокна при высокой температуре, при этом происходит его обугливание.

Второй «стадия карбонизации» нагрев волокна в среде инертного газа при температурах от 800 до 1500 °C. В результате карбонизации происходит образование углеродных структур и удаление посторонних включений.

Третий заключительная стадия графитизации процесс термической обработки в инертной среде при температурах 1600-3000°C. На этой стадии происходит насыщение волокна углеродом, и его содержание доводится до максимальной величины. Чем большей температуре подвергается волокно и дольше обрабатывается в печи, тем более качественным и дорогим оно становится.

Так создаются очень тонкие волокна (около одного микрона в диаметре), имеющие чрезвычайно высокую осевую силу. Эти волокна сплетаются в нити, которые могут быть однонаправленными или сплетенными в ткань.

Помимо обычных органических волокон (чаще всего вискозных и полиакрилонитрильных), для получения углеволокна могут быть использованы специальные волокна из феноль-

ных смол, лигнина, каменноугольных и нефтяных пеков.

На основе вязких нитей и волокон используются: нити, ленты, ткани, нетканый материал, активированные сорбирующие ткани, активированные сорбирующие нетканые материалы.

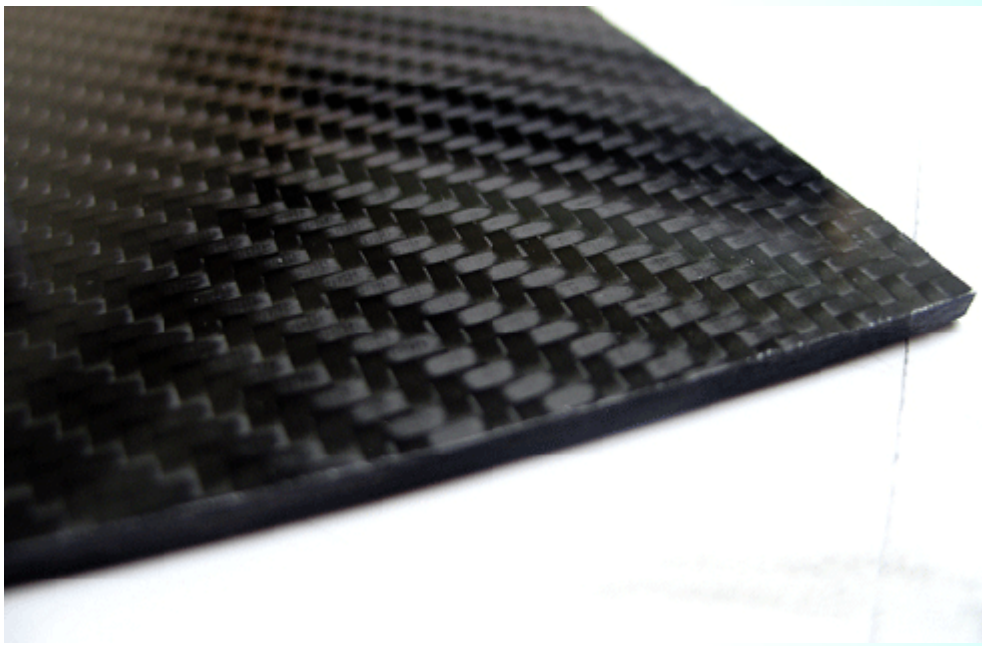
На основе вязких штапельных волокон используются: волокна и нетканые материалы.

Одним из основных изделий из высокопрочного углеродного волокна является конструкционная углеродная ткань. Углеродные (углеродные) ткани используют для армирования композиционных материалов в производстве углепластиков. Углепластики на основе смол и углеродной ткани обладают высокой стойкостью к коррозии и к различным видам деформаций, позволяют производить

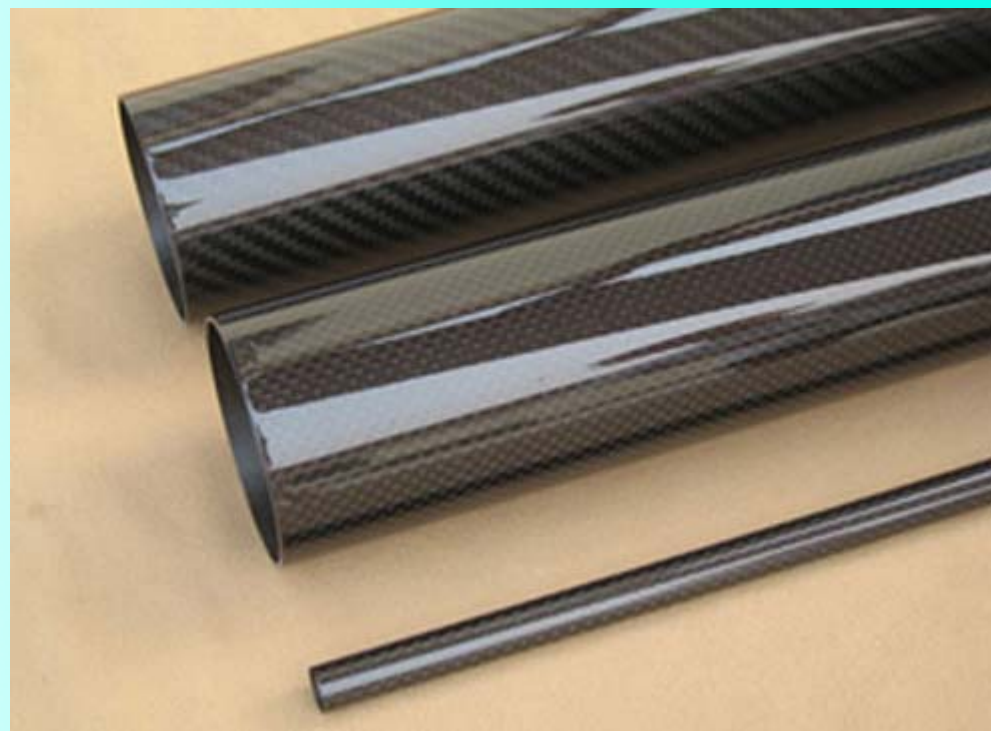
изделия высокой сложности, обладающие практически нулевым коэффициентом линейного расширения. Углепластики уменьшают вес конструкции в среднем на 30%. Кроме того, углепластик является токопроводящим материалом.



Углеродные волокна могут выпускаться в разнообразном виде: штапельированные (резаные, короткие) нити, непрерывные нити, тканые и не-



тканые материалы. Наиболее распространённый вид продукции - жгуты, пряжа, ровинг, нетканые холсты. Изготовление всех видов текстильной продукции производится по обычным технологиям, так же, как и других видов



волокон. Вид текстильной продукции определяется предполагаемым способом использования углеволокна в композиционном материале, точно так же, как и сам метод получения композита. Основные методы получения композитов, армированных углеродными волокнами, являются обычными для волокнистых материалов: выкладка, литьё под давлением, пултрузия и другие.

В Советском Союзе было восемь заводов по производству углеродного волокна. Из них осталось только два государственное предприятие РУП СПО «Химволокно», расположенное в г. Светлогорске (Гомельская обл., Беларусь) и завод «Аргон» в г. Балаково (Саратовская обл., Россия). Предприятие в Беларуси - крупнейший мировой производитель углеволокна из вискозы. Завод «Аргон» делает углеволокно из

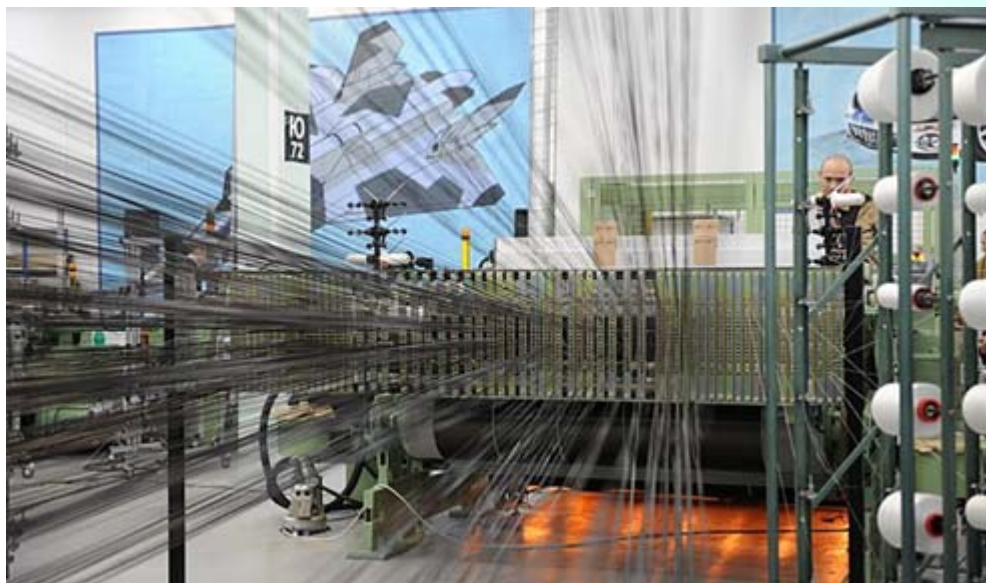
ПАН-жгута. До 2007 г. в СНГ углеродные волокна производились на этих двух предприятиях.

Производства, существовавшие во времена СССР в г. Бровары (под Киевом, Украина), г. Запорожье (Украина), г. С.-Петербург (НПО «Химволокно»), г. Шуя (Россия) утрачены. Неясна судьба производств в г. Челябинск и г. Электроугли Московской области. Предположительно, частичное оборудование (печи активации) имеются в распоряжении АО «Неорганика», г. Электросталь.

В настоящее время в России углеволокнистые материалы производятся ОАО «НПК «Химпроминжиниринг» (входит в структуру Росатома), ФГУП НИИграфит, НПЦ «УВИКОМ», ООО «НИИ ВСУ «ИНТЕР/ТЭК».

23 ноября 2011 года в Москве был

осуществлен запуск производства тканей для композиционных материалов по современным технологиям на базе углеродного волокна.





Новый участок производства применяет в своей работе три ткацких станка германской фирмы Dornier.

Углеродная ткань для ремонта инженерных конструкций и строительства будет изготавливаться на первом станке. Объём продукции составит 600 кг, или 1,2 тысячи м² углеродной ткани ежедневно.

Углеродную ткань для авиастроения будет производить второй станок. Его производственная мощность равняется 70 кг в день.

Углеродную ткань саржевого плетения, которая применяется в авто- и судостроении, ветроэнергетике и других промышленных отраслях, выпускает третий станок. Мощность его производства составляет 60 кг ежедневно.

Производственные мощности ткачества, по прогнозам экспертов, к

2013 году составят 1000 тонн материалов ежегодно, а к 2015 году будут доведены до 2000 тонн каждый год.

Также в рамках нового производства создана испытательная лаборатория.

Сегодня на рынке массового углеволокна тон задают США, Япония и Германия. Наши технологии, к сожалению, так и остались на уровне 1970-х гг. Рынок углеродного волокна в силу своей специфики отражает реальные отношения между странами: технологию производства нельзя купить. Можно только разработать, а разработав, нужно постоянно развивать.

По итогам 2008 г. производство углеволокна превысило 40 тыс. т. Из этого объёма более половины сделано в Японии (компании Toray, Teijin, Kureha, Mitsubishi), а остальные 50% разделят между собой США (Cytac) и Германия (SGL). В список игроков в пос-

леднее время вошел и Тайвань (Formosa Plastics). Россия, к сожалению, всё чаще упоминается экспертами в таблицах по массовым видам волокна в виде обозначений «n/d» (нет данных), или, что ещё обиднее, «negl» (незначительно).

Преимущество карбона перед другими материалами связано с его выдающимися свойствами. В первую очередь это малый вес и вместе с тем потрясающая прочность, также высокая стабильность и отличная сопротивляемость усталости. Сочетание всех этих достоинств в одном материале и делает его уникальным и незаменимым во многих отраслях.

Углеволокно имеет исключительно высокую теплостойкость: при тепловом воздействии вплоть до 1600-2000 °C в отсутствие кислорода механические показатели волокна не изменяются. Это

предопределяет возможность применения углеволокна в качестве тепловых экранов и теплоизоляционного материала в высокотемпературной технике. На основе углеволокна изготавливают углерод-углеродные композиты, которые отличаются высокой абляционной стойкостью. УВ (углеволокна) устойчивы к агрессивным химическим средам, однако окисляются при нагревании в присутствии кислорода. Их предельная температура эксплуатации в воздушной среде составляет 300-350°C.

Нанесение на УВ тонкого слоя карбидов, в частности SiC, или нитрида бора позволяет в значительной мере устранить этот недостаток. Благодаря высокой химической стойкости углеволокна применяют для фильтрации агрессивных сред, очистки газов, изготовления защитных костюмов

и др. Изменяя условия термообработки, можно получить углеволокна с различными электрофизическими свойствами (удельное объёмное электрическое сопротивление от $2 \cdot 10^3$ до 10^6 ом/см) и использовать их в качестве разнообразных по назначению электронагревательных элементов, для изготовления термопар и др.

Активацией углеволокна получают материалы с большой активной поверхностью (3001500 м²/г), являющиеся прекрасными сорбентами. Нанесение на волокно катализаторов позволяет создавать каталитические системы с развитой поверхностью.

Обычно углеволокно имеет прочность порядка 0,51 ГПа и модуль 2070 ГПа, а подвергнутые ориентационной вытяжке прочность 2,53,5 ГПа и модуль 200450 ГПа. Благодаря низкой плотности (1,71,9 г/см³) по

удельному значению (отношение прочности и модуля к плотности) механических свойств лучшие углеволокна превосходят все известные жаростойкие волокнистые материалы. Удельная прочность углеволокна уступает удельной прочности стекловолокна и арамидных волокон. На основе высокопрочных и высокомодульных углеволокон с использованием полимерных связующих получают конструкционные углеродопласты. Разработаны композиционные материалы на основе углеволокна и керамических связующих, углеволокна и углеродной матрицы, а также углеволокна и металлов, способные выдерживать более жёсткие температурные воздействия, чем обычные пластики.

Как уже сказано выше, углеволокна имеют исключительно высокую термо-

стойкость - в инертных средах или в вакууме до 3000 °С (температура плавления стали 1500°С), на воздухе до 450°С. Удельное электрическое сопротивление можно задать от 0,02 Ом*м*10⁻⁶ (сопротивление меди), до 1,0 Ом*м*10⁹ (сопротивление полупроводника).

Благодаря своим характеристикам: большой активной поверхности до 2500 м²/г (2 г имеют площадь футбольного поля!), невероятной прочности (3,6 ГН/м²) - в 2 раза выше прочности стали (1,8 ГН/м²) и при этом в 4 миллиона раз легче стали (плотность 1,9 г/м³, а плотность стали 7,82 т/м³) - и являющиеся прекрасными сорбентами (1 г поглощает до 50 г нефтепродуктов) - углеродные волокна превосходят все известные жаростойкие волокнистые материалы!

Основные определения:

"К" - число тысяч элементарных уг-

леродных волокон в нити. Самое меньшее и самое дорогое углеродное волокно - 1К, наиболее распространенное углеродное волокно 3К, существуют также нити из углеродного волокна с К = 6, 12, 24, 48.

Плотность: отношение массы к объему, измеряется в граммах на квадратный метр.

Линейная плотность: количество волокон на 1 см² в каждом из направлений плетения, например, 4x4 означает, что в 1 см² 4 продольных и 4 поперечных волокна.

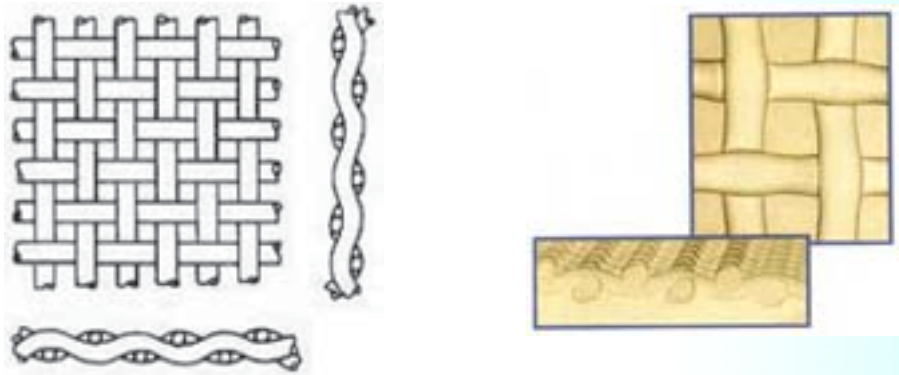
Основные виды плетений:

Карбоновые углеткани выполняются разными видами плетения в зависимости от их дальнейшего применения.

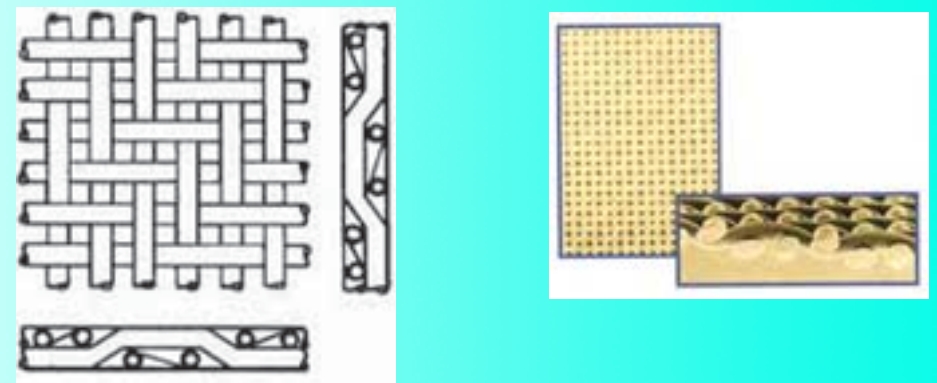
Существуют десятки видов плетений.

Наиболее распространены, Twill, Satin: *Плотняное плетение (Plain)*

Наиболее простой и обычный тканый материал. Нити основы и утка переплетаются поочередно. Наиболее устойчивый вид плетения. Обозначение в импортных материалах: PLAIN WEAVE, P, PLAIN.



Сатиновое плетение (Satin). Каждая нить основы и утка проходит над несколькими нитями основы и утка. Такие ткани имеют большую рыхлость и гибкость и большую величину изменения расстояния между соседними нитями. Обозначение в импортных материалах: SATIN WEAVE, R.



Plain

Twill

Корзинное плетение и плетение типа Leno

Обозначение в импортных материалах: BASKET WEAVE и LENO.

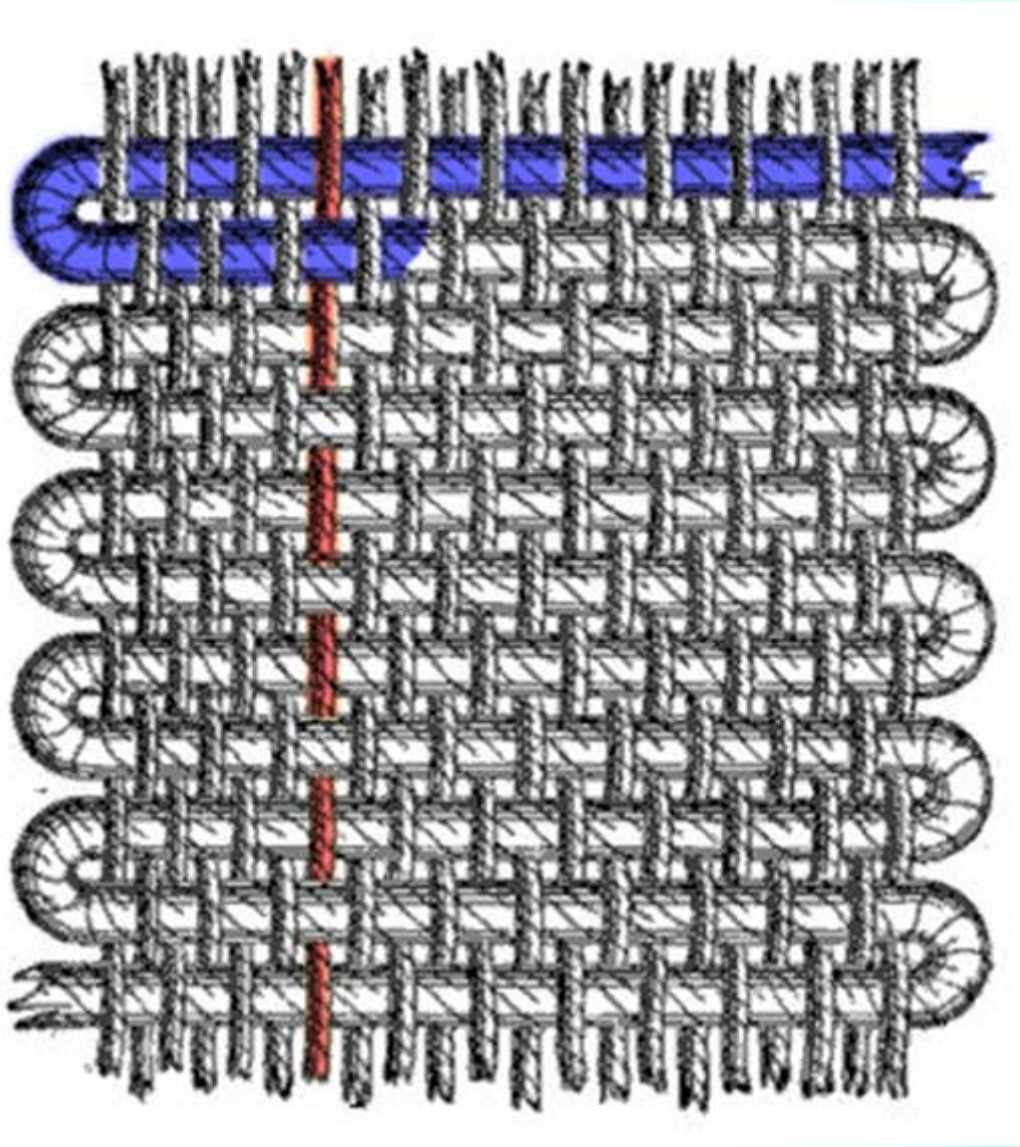
Однонаправленное (unidirectional) плетение углеткани

Это углеткань, у которой нити утка очень тонкие, или сделанные не из углеволокна, и служат для скрепления вместе нитей основы.



На что влияют разные способы пле-

тения? Каждый вид плетения имеет свои преимущества и недостатки. Плетение Plain самое плотное, поэтому с ним удобнее всего работать, так как на краях ткань не растрёпывается. Но и подходит оно только для плоских вещей. Плетение Twill выглядит красивее Plain и им проще огибать сложные кривые, так как ткань более "рыхлая". К недостаткам можно отнести растрёпывание ткани на концах и, возможно, появление пустых пространств при огибании сложных кривых. Для огибания сложных кривых лучше всего подходит Harness Satin ткань может поворачиваться и даже менять угол, собираться в длину или в ширину. Если нет кривых и не надо заботиться об эстетике, то плетение Plain подходит лучше всего. Если на первом месте эстетика (даже если нет кривых) то выбор падает на Twill или Harness Satin.



Примечание

Уток - система нитей, которые в ткани располагаются поперёк длины куска, проходя от одной кромки к другой. Зачастую от утка не требуется такой крепости, как от основы, поэтому ему придают большую гибкость, чтобы он свободнее укладывался между нитями основы, а также пушистость, чтобы он заполнял промежутки между нитями и делал ткань плотнее на просвет. Поэтому уточную пряжу крутят гораздо слабее, чем основу. В то же время иногда по техническим условиям к конечному продукту (ткани) уток должен обладать прочностью, не уступающей основе. В этом случае уточные нити выпускаются также с высокой круткой, а иногда и шлихтуются.

Основные характеристики при выборе ткани:

- тип ткани;
- вид плетения (полотно/саржа);
- ширина, мм;
- поверхностная плотность, г/м²;
- количество филаментов;
- расчётная толщина, мм;
- модуль упругости, ГПа (волокна);
- прочность на растяжение, ГПа (волокна).

Основные характеристики при выборе ровинга:

- тип;
- число элементарных волокон;
- предел прочности на разрыв (МПа);
- модуль растяжения (ГПа);
- удлинение (%);
- масса на единицу длины (г/1000 м);
- плотность (г/см³).

Области применения

Первыми начали применять композиты на основе углепластика военные специалисты в военно-промышленном комплексе, и углепластик первое время считался секретным. Сейчас углепластик используется в серийном авиастроении благодаря малому весу (это один из самых важных параметров в авиастроении) и превосходным прочностным свойствам. Углепластик крепко занял своё положение в этой отрасли, не представить без него и развитие космонавтики, где он считается незаменимым.

Сочетания таких уникальных параметров не обошли стороной и другие высокотехнологичные и наукоёмкие отрасли, такие как медицина (протезы, сухожилия и пр. - благодаря совместимости с тканями

и механическим свойствам) и судостроение (производство корпусов яхт и катеров, нельзя представить современные спортивные яхты без углепластиковых мачт, частей корпуса и многих других деталей).

Угольные материалы успешно применяют в строительстве: упрочнение бетонных конструкций, ремонт мостов и пр. Свою популярность и легендарность углепластик получил благодаря автомобилестроению, его начали применять при изготовлении монококов для знаменитых болидов F1. После укоренения в автоспорте углепластик получил новое сокращённое имя *carbon*. *Carbon* стал одним из самых важных элементов в тюнинге автомобилей ещё и потому, что обладает оригинальным внешним видом. Углепластик широко применяется в производстве спортивного инвентаря:

теннисные ракетки, удочки, рамы для велосипедов и т.д. Также он применяется в изделиях узкого специального назначения: для лопастей ветряных электрогенераторов, различных подшипников в гидротурбинах. Широкую популярность набирает применение углепластика для отделки (его можно увидеть в таких деталях, как кейсы и акустические боксы) и для декорирования мебели.

Другие варианты применения углепластиков: музыкальные инструменты - скрипки, виолончели. Различные профили, трубы, листы, кронштейны, тормозные и колёсные диски для авто, вёсла, морские буровые платформы. В Li батареях углепластик тоже используется.

Естественно, что мимо такого материала не могли пройти и авиамоделисты.

Благодаря высокой химической стойкости углеродные волокна применяют для фильтрации агрессивных сред, очистки газов, изготовления защитных костюмов и др. Их можно использовать в качестве разнообразных по назначению электронагревательных элементов, для изготовления термопар и др.

Электропроводность углеродных волокон позволяет бороться и с доставляющим немало хлопот статическим электричеством (кстати, далеко не безвредным для здоровья человека): достаточно ввести в материал (ткань, бумагу) всего 0,021% углеродного волокна, чтобы электрические заряды полностью «стекали» с этого материала, как после обработки антистатиком.

Углеродные материалы имеют и медицинские области применения: жи-

вой организм их не отторгает. Поэтому если скрепить сломанную кость штифтом на основе углепластика, а поврежденное сухожилие заменить лёгкой и прочной углеродной лентой, то организм не воспримет этот материал как чужеродный.

А углеродные материалы, обладающие высокой адсорбционной активностью, с успехом применяют в виде повязок, тампонов и дренажей при лечении открытых ран и ожогов - в том числе и химических. Применяют их и для очистки крови и других биологических жидкостей, как лекарственное средство при отравлениях (благодаря их высокой способности сорбировать яды), как носители лекарственных и биологически активных веществ. Пример - препарат «Белосорб», или АУТ-МИ (активированный уголь, Activated Charcoal).

Углеродные волокна применяют в качестве наполнителей для армирования композиционных, теплозащитных и химостойких видов углепластиков. Из модернизированных углеволокон изготавливают электроды, термопары, экраны, поглощающие электромагнитное излучение, изделия для электро- и радиотехники. На основе углеродных волокон получают жёсткие и гибкие электронагреватели, обогреваемую одежду и обувь. Нетканые углеродные материалы служат высокотемпературной изоляцией технологических установок и трубопроводов. Благодаря химической инертности углеволокнистые материалы используют в качестве фильтрующих слоёв для очистки агрессивных жидкостей и газов от дисперсных примесей, а также в качестве уплотнителей и сальниковых

набивок. Углеволокнистые ионообменники служат для очистки воздуха, а также технологических газов и жидкостей, выделения из последних ценных компонентов, изготовления средств индивидуальной защиты органов дыхания.

В настоящее время углеродные волокна используют для термозащиты космических кораблей, самолётов, ракет, изготовления их носовых частей, деталей двигателей, теплопроводящих устройств, для энергетических установок и производства активированных углеродных волокон (например, в накопителях электроэнергии, аккумуляторах, батареях, модулях по очистке газов, где требуются новые, в частности, токопроводящие углеродные волокна-сорбенты).

Наиболее ёмкий рынок для углеволокна в настоящее время - производство

первичных и вторичных структур в самолётах «Боинг» и «Аэробус» (до 30 тонн на одно изделие).



По причине резко возросшего спроса в 2004-2006 гг. на рынке наблюдался большой дефицит волокна, что привело к его резкому подорожанию.

Вследствие дороговизны (при экономии средств и отсутствии необходимости получения максимальных характеристик) этот материал обычно применяют в качестве усиливающих дополнений в основном материале конструкции.

Недостатком карбона является боязнь «точечных» ударов. Например, капот из карбона может превратиться в решето после частого попадания мелких камней. В отличие от металлических деталей или деталей из стеклоткани, восстановить первоначальный вид карбоновых деталей невозможно. Поэтому после даже незначительного повреждения всю деталь придётся менять целиком. Кроме того, детали из карбона подвержены выцветанию под воздействием солнечных лучей.

Часто от начинающих моделлистов

можно услышать про «серебристый» или «цветной» карбон. «Серебряный» или «алюминиевый» цвет - всего лишь краска или металлизированное покрытие на стеклоткани. И называть карбоном такой материал неуместно. Некоторые производители и применяют стекловолокно, встречается даже окрашенные вискоза и полиэтилен.



Желающим получить более полную и подробную информацию о материале рекомендую следующие книги: Симамура С., Углеродные волокна, Конкин А.А., Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы, Терепелкин К.Е., Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты.

КАРБОН

УГЛЕТКАНЬ

УГЛЕЖГУТ

ЧУЛОК

АССОРТИМЕНТ

Тяги - сделай это правильно

Олег Митев

В жизни каждого начинающего и, главное, «продолжающего» моделиста наступает этап, когда хочется не просто вернуться домой с аэродрома целым, а как говорят опытные пилоты, «сделать это красиво». Не просто взлететь и посадить модель без поломок, а сделать модель эффективной, т.е. лёгкой, прочной и красивой: устранить излишнее лобовое сопротивление, снизить вес там, где его можно снизить без угрозы разрушения узла, не забывая о внешней эстетике. Все эти качества резко противоречивы «прочный» зачастую всегда «тяжёлый», а облегчение модели всегда заставляет искать компромисс меж-

ду прочностью и лёгкостью конструкции, как в настоящей авиации.

Композитные материалы давно стали неотъемлемой частью «взрослой» и модельной авиации. Использовать их весьма соблазнительно, однако следует помнить, что не везде их можно применять. Как иногда хочется усилить основной лонжерон в крыле углепластиковой накладкой!

Давно с завистью посматривал на карбоновые тяги. Но не решался: классические стальные тяги с напаянной

резьбовой втулкой-оконцовкой внушали гораздо больше доверия. И только приобретя необходимый лётный опыт, решился поэкспериментировать - уж очень хотелось заменить длинную и тяжёлую железную тягу лёгкой и прочной карбоновой трубкой: и сделать ЭТО красиво. И хотя многих моделистов теперь за уши не оттянешь от тяг из карбона, как и каждое новшество, оно имеет свои достоинства и недостатки (об этом ниже) и не везде применимо.

Итак, задача сделать из углепластиковой трубки тягу с резьбовыми оконцовками-втулками. Оконцовки, подходящие для этой цели, могут быть куплены или сделаны. Кто не хочет заморачиваться с самостоятельным изготовлением тяг и втулок

(что, как показала практика, вовсе и не заморочено), может купить готовый набор тяга/оконцовки, например, такой:



Ну или просто купить титановые втулки по относительно доступной цене у того же производителя.

Такие оконцовки являются своего рода дюбелями, которые жёстко вставлены в трубку. Однако в такой конструкции есть, на мой взгляд, серьёзный недостаток: судя по рисунку, производитель предлагает вставить

оконцовку в тягу и на этом лететь. Я ни в коем случае не доверил бы такой тяге ключевые рулевые поверхности (руль высоты, например): конец тяги в том месте, где уже непосредственно начинается титановая оконцовка, никак не зафиксирован. Углепластик не металл, а материал, состоящий из тысяч тончайших нитей, которые имеют тенденцию разлучиваться на концах со временем. Для предотвращения этого неприятного явления концы тяг усиливают. Например нитками, пропитанными эпоксидным клеем.

Да и зачем заказывать за морем, ожидая посылки неделями, если то же самое можно сделать самому из зачастую имеющихся материалов?

Ниже описаны способы изготовле-

ния оконцовок тяг для карбоновой трубки.

Способ №1

Классическая металлическая тяга с резьбой на конце:



Обычно такие тяги имеют в длину от 200 до 250 мм и резьбу по 20 мм с каждой стороны. Если тяга имеет в длину 200 мм, толщину 2 мм и резьбу М2, то нам потребуется карбоновая трубка внутренним диаметром 2 мм. Отмерив 40-45 мм от конца тяги (с та-

ким расчётом, чтобы часть тяги без резьбы вошла в трубку на 20-25 мм), откусываем кусок с тержня и полу-



чаем почти готовую оконцовку.

Поскольку она впоследствии будет посажена безрезьбовым концом в трубку на эпоксид, имеет смысл сделать гладкую поверхность законцовки шероховатой и прорезать надфилем опоясывающие каналы-«насечки», чтобы обеспечить затекание в них эпоксида и таким образом усилить действие клея, зафиксировав законцовку внутри трубки намертво.

Способ №2

Простой металлический стержень с нарезанной резьбой М2 или М3.



Такие строжни свободно продаются в магазине инструментов. Просто отрезаем кусок необходимой длины (40-45 мм), и законцовка готова. Часть длиной 20 мм останется снаружи, остальная часть уйдёт в трубку. Роль «насечек» сыграет резьба, хотя несколько более глубоких насечек надфилем прямо на резьбе, как говорится, «для очистки совести», тоже будут не лишними.

Способ №3

Использовать обычные втулки, которые напаиваются на металлические тяги.

Нерезьбовая часть, которой втулка напаивается на металлическую тягу, вставляется в карбоновую трубку соот-



ветствующего внутреннего диаметра (3 мм). Однако вставка такой втулки в карбоновую трубку вроде бы подходящего диаметра требует зачастую таких усилий, что серьёзно опасаясь, не лопнет ли трубка от дополнительной нагрузки в воздухе. Насечки надфилем и шероховатая поверхность втулки в данном случае также настоятельно рекомендуются.

Способ №2 требует меньше всего подготовительной работы перед вставкой втулки в трубку, однако окон-

чательное решение каждый принимает в зависимости от имеющихся в наличии материалов и трубок нужных диаметров.



Итак, втулка-оконцовка подготовлена, насечки сделаны, поверхность обезжирена. Можно приступать. Нам потребуются ещё две вещи: нитки (х/б, они лучше пропитываются клеями) для обмотки концов трубки и два небольших упора (например, два деревянных бруска или просто две книги), расстояние между которыми точно равно желаемой длине тяги.

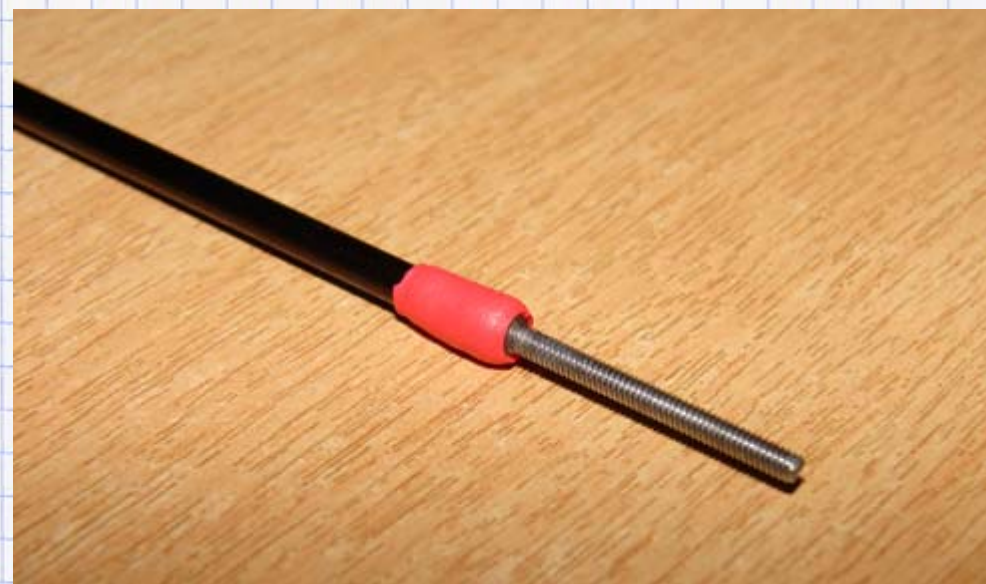
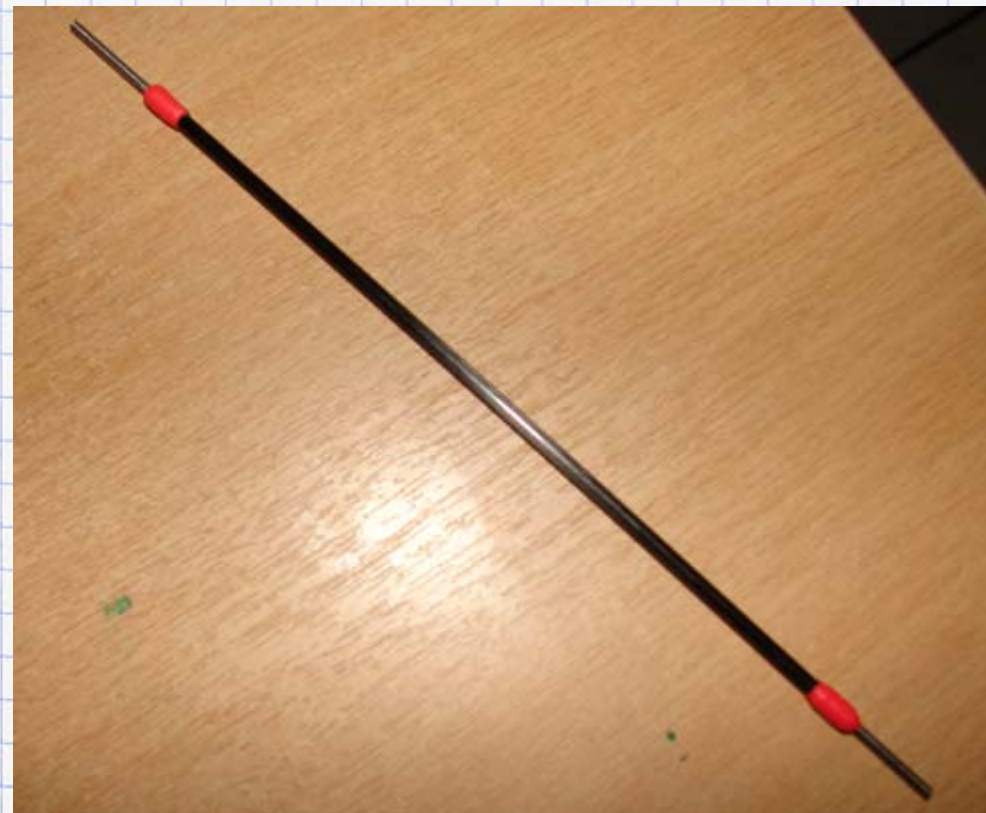
Зачем? Сейчас расскажу. Эпоскидку положили на втулку и в трубку, вставили втулки с обеих сторон. Конец карбоновой тяги до места, где карбон переходит в металл, следует обмотать нитками на эпоксиде в два слоя. Это необходимо, чтобы исключить разлущивание трубки на концах от действия боковых нагрузок при работе тяги.



Готовую тягу с ещё не застывшим эпоксидом следует зажать между упоров. Автор статьи, собирая свою первую тягу, этого, естественно, не сделал: положил тягу на батарею, чтобы эпоксид лучше растёкся внутри трубки,

и сел смотреть телевизор. Хорошо, через 10 минут проверил глазам своим не поверил: металлическая оконцовка преспокойно вылезла из трубки почти полностью. Так бы и склеилась. Сунул назад выходит опять. Думаю, вы уже догадались, в чём дело: воздух внутри трубки, когда мы засовываем в неё щедро смазанные эпоксидом оконцовки с обеих сторон, сжимается. Когда эпоксид немного размягчается от тепла батареи или настольной лампы, воздух выталкивает втулку, как поршень. Вот для чего нам нужны бруски-упоры, между которыми рекомендуется зажать тягу, пока эпоксид не застынет.

Готовую тягу можно на концах покрыть термоусадочной плёнкой для красоты.



Каково соотношение веса такой тяги и классической тяги из металла стоит ли овчинка выделки? Понятно, чем длинее тяга, тем меньше в ней металла и больше карбона, тем больше выигрыш веса. Как видно на фото



вес исходной металлической тяги длиной около 200 мм с напаянными

оконцовками составляет около 6 г. Вес же готовой карбоновой тяги составляет 4 г.



Даже на такой относительно короткой тяге снижение веса почти двукратное, а на более длинных тягах экономия веса будет ещё существенней. Напоследок хочу рассмотреть дос-

тоинства/недостатки карбоновых тяг по сравнению с металлическими. Конечно, вес конструкции является для авиации таким аргументом, перед которым блекнут все остальные (стоимость, сложность производства). Однако не имеет смысла делать составную конструкцию углепластик-металл в случае совсем коротких тяг, например, тяг элеронов, закрылков: экономия веса не будет столь существенна, как на длинных тягах, идущих через весь фюзеляж, а сложность конструкции возрастёт. Нет хорошего решения без недостатков: недостаточная жёсткость на изгиб карбоновых тяг при значительной их длине может сыграть злую шутку в воздухе, когда рулевые поверхности испытывают максимальную нагрузку.

Для предотвращения этого явления необходимо принять соответствующие меры, а именно: если тяга идёт внутри фюзеляжа по всей его длине, то хотя бы один шпангоут должен служить направляющим для такой тяги, предотвращающим возможный изгиб под нагрузкой (примерно на середине длины тяги). В сплошном шпангоуте следует просверлить отверстие по диаметру бодена и пропустить тягу с боденом через это отверстие, обеспечив лёгкость хода, как это делается с металлическими тягами.



Ещё одним аргументом, ограничивающим применение карбона, является необходимость передачи усилия на изгибе. Тонкие стальные успешно применяются в таких узлах, где необходима передача относительно небольшого усилия и существует небольшой изгиб конструкции: карбон в таком случае неприменим. В моделях с метанольной СУ, где топливный бак должен стоять как можно ближе к двигателю, сервомашинка управления заслонкой карбюратора ставится обычно за топливным баком: в условиях жестко ограниченного пространства в фюзеляже тяга управления СУ зачастую немного огибает бак и другие элементы конструкции (мотораму, например). Классические стальные пруты малого

сечения, заключённые в боуден, являются в данном случае наилучшим решением.

Хотя перечисленное ограничивает спектр применения углепластиковых тяг, они с успехом применяются и часто переживают модель. Достаточно сказать, что вышеупомянутая тяга, сборка которой была только что описана, успешно применяется как тяга руля поворота и одновременно поворотного шасси. На грунтовой ВПП, а особенно на мёрзлой почве такая конструкция постоянно испытывает ударные нагрузки, часто значительные. Однако карбоновая конструкция держится молодцом и при интенсивной эксплуатации ни разу не давала повода усомниться в своей надёжности.

PROXXON

МАЛЕНЬКИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БОЛЬШИХ ДЕЛ

Расходные материалы

Ручной электроинструмент

Бормашины и оборудование

Станки и оснастка

Станки с ЧПУ



*Нужда вымучит, нужда и выучит.
Что вымучит, то и выучит.
(рус. поговорки и пословицы)*

Режем линейку

Чтобы отрезать ровную полоску от линейки или рейки, можно воспользоваться простым приспособлением:

Одна щечка должна выступать, для упора в край, прокладочками устанавливаем толщину отреза. В качестве режущей части используем лезвие от бритвенного станка.



Маленькие хитрости



Терморезак

Хороший терморезак очень полезная вещь для моделиста, вот только места занимает он много. А если необходим компактный ручной терморезак, то его можно сделать из подходящих брусков, по принципу лучковой пилы. Для рамки терморезака так же можно использовать ножовку по металлу, а для мелких работ из лобзика.



Мини-воронка

Отличную маленькую воронку можно получить из крышки с носиком от пластмассового флакончика с клеем, бензином или маслом.

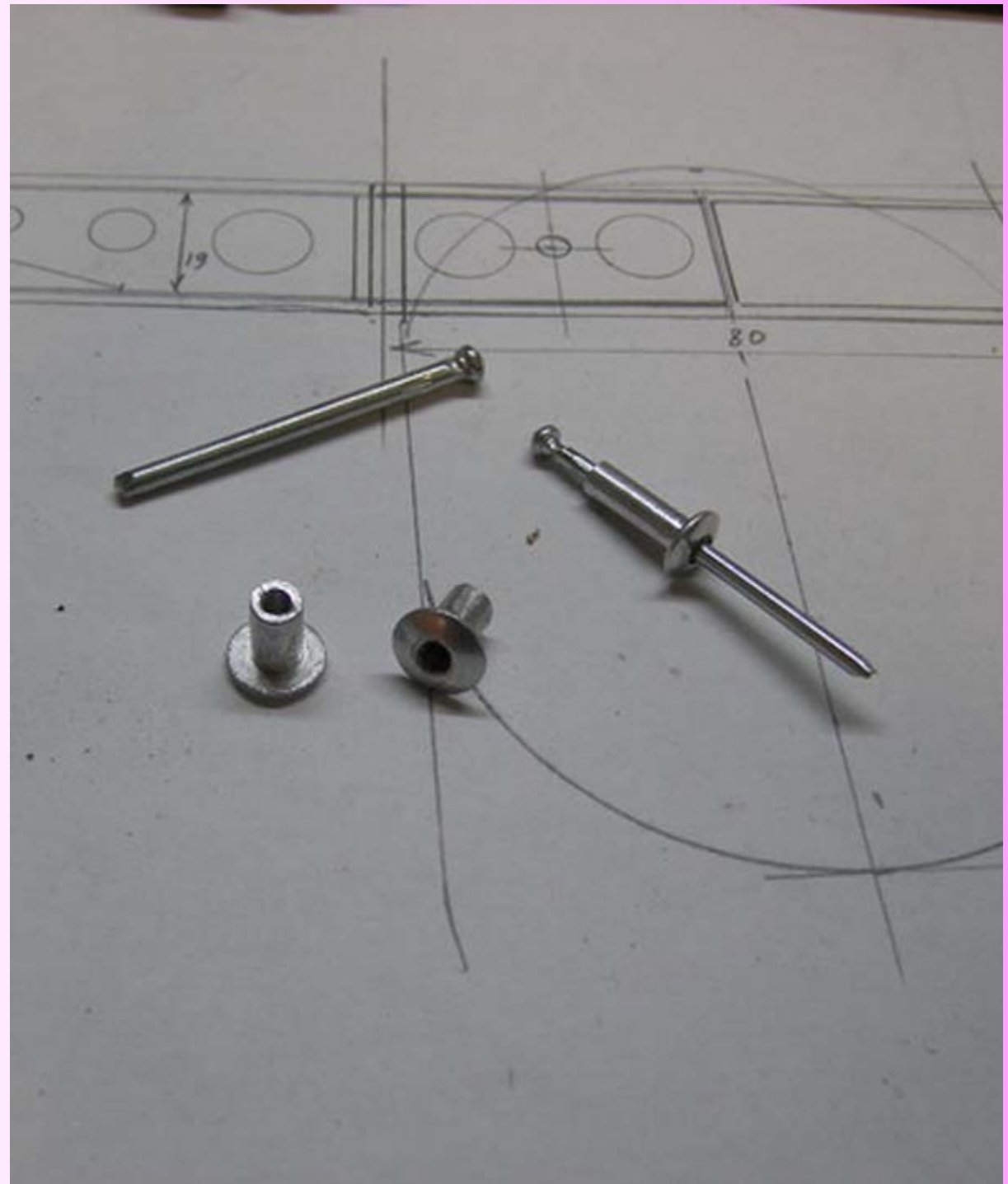


Разные закладные гайки...

Можно сделать из заклепок. Подбираем нужного размера, отпиливаем «грибок» и нарезаем резьбу.

Обработка петель

Перед вклейкой петель навески рулевых поверхностей, необходимо их сложить вдвое и опустить шарнирной частью вниз в маленькую емкость (например, металлическую крышку от банки) с налитым в нее машинным маслом или растопленным вазелином. Это предохранит шарнир петли от склеивания, если часть клея выступит из прорези.





ПРОВОЛОКА ОВС

АССОРТИМЕНТ

Спрашивали? Отвечаем.

Вопрос: Углепластик - что это такое?

Ответ: Углепластик - это композитный материал, состоящий из углеродных волокон в качестве армирующего вещества в полимерной матрице. Углеродные волокна в этой комбинации несут нагрузки на разрыв, а полимерное связующее делает изделие упругим на сжатие.

Вопрос: В чем отличия карбона от углепластика?

Ответ: Карбон - заимствованное слово. Очень часто употребляется в значении «углепластик» или «углеткань». Можно сказать, что карбон - это синоним слова углепластик, когда речь идет об изделии. Если же карбон говорят по отношению к материалу, то имеется в виду углеткань.

Вопрос: Можно ли говорить о том, что углепластик прочнее металла?

Ответ: Углепластик имеет предел прочности на разрыв в ~ 500 МПа, сталь 30ХГСА ~ 1100 МПа, титан - тоже ~ 1100 МПа. Плотность углепластика в районе $1-1,5$ г/см³, сталь - $7,81$ г/см³, титан - $4,58$ г/см³. Т.е., при переходе к удельным нагрузкам (отношение предела прочности к плотности) мы получаем, то, что углепластик имеет $0,350-0,450$ м²/с², сталь $0,140$ м²/с², титан $0,240$ м²/с². Т.е., по разрушающим напряжениям углепластик проигрывает и стали и титану, но по удельным превосходит их в разы (сталь в ~ 5 раз, а титан в 2 раза).

Вопрос: Какие есть у карбона преимущества перед металлами?

Ответ: Например, лист алюминия имеет одинаковую прочность на разрыв во всех направлениях. В углепластиковых изделиях (используя ориентацию волокон в изделии) можно получить, например, трубу, которая может сопротивляться расширению, но быть податливой к продольным нагрузкам.

Вопрос: Зачем двигатель отклоняют от осей - понятно. Меня интересует "толкающий" винт, находящийся позади ЦТ - как здесь поступить? Причём оттриммировать особо нечем (без элеронов).

Ответ: Продлите линию оси вращения выкошенного винта и опустите на неё перпендикуляр из ЦТ. Вы увидите рычаг, за который двигатель пытается вращать модель в сторону, противополо-

жную реактивному моменту. Чем больше обороты двигателя, тем больше реактивный момент. Но при этом растёт и тяга винта. Плечо получившегося рычага является коэффициентом пропорциональности между тягой и моментом вращения (компенсацией реактивного момента).



Меняя углы выкоса, можно менять длину этого рычага и добиваться равенства этих моментов. При толкающем винте переверните схему относительно ЦТ.

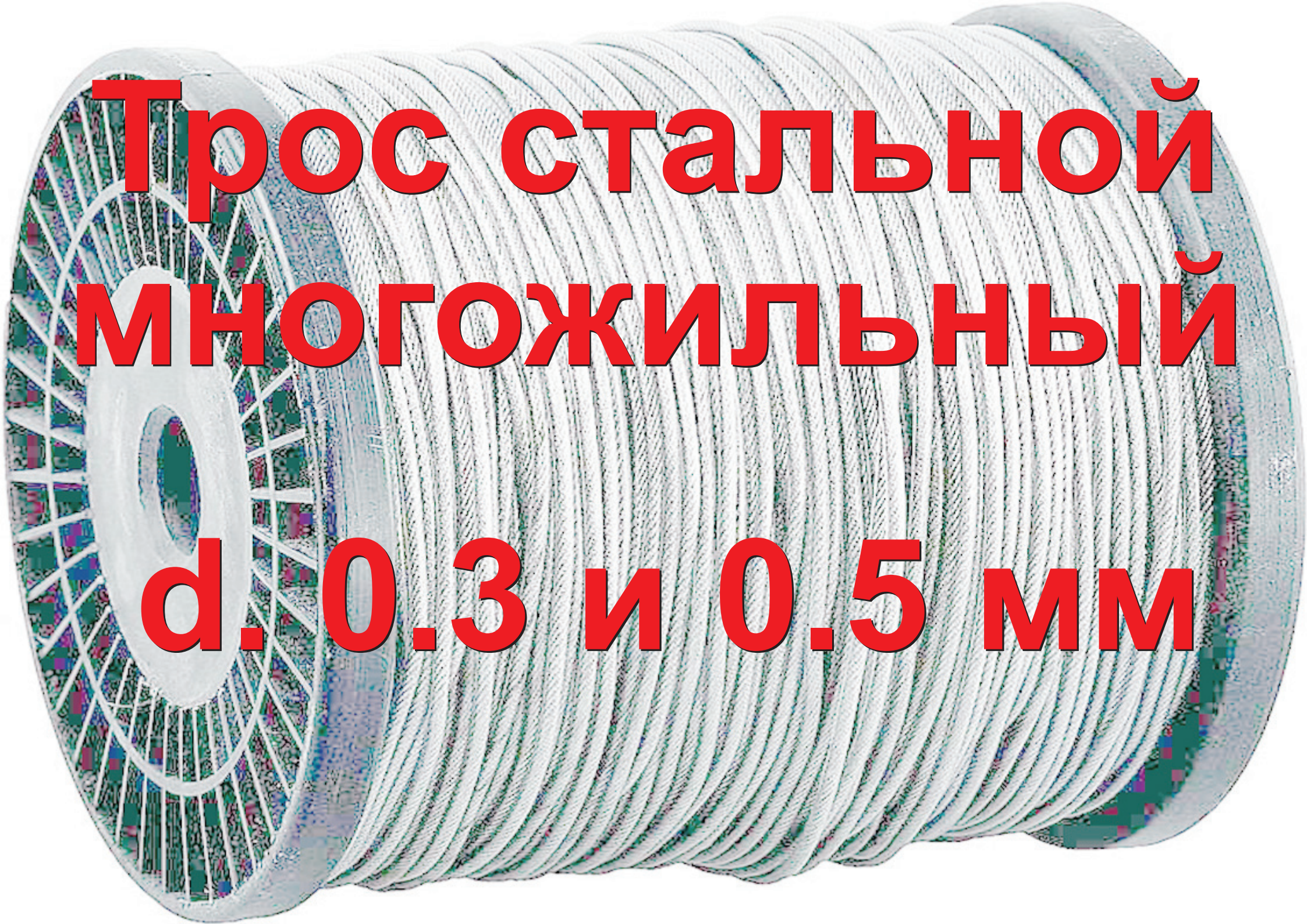
СТЕКЛОТКАНИ

стеклоткань

стекложгут

чулок

АССОРТИМЕНТ



**Трос стальной
многожильный**

d. 0.3 и 0.5 мм

Shadow200 RQ-7, FPV-вариант

Орлов Василий

Каждый моделист, начинающий новый проект, ставит какие-то требования к будущей модели - это паритель, пилотага или гонка. И в зависимости от этого выбирается конструктив, параметры, сама концепция модели. Когда после окончания очередного проекта передо мной встала проблема выбора - необходим был самолёт-носитель FPV.



Сейчас имеется большое количество моделей, прекрасно справляющихся с данной функцией, как самодельных, так и покупных. Данная тема обсуждается практически на всех авиамодельных форумах, поэтому выбрать было из чего. Но почему-то душа не лежала ни к одной из описываемых конструкций. Хотелось чего-то оригинального, чтобы "не как у всех". Потом пришла мысль - ведь есть отличные прототипы, специально спроектированные специалистами для выполнения этой задачи. Это - реальные боевые БПЛА. Это ведь действительно FPV-носитель, только обозванный по-другому. Начал ворошить информацию в этом направлении. Очень нравится «Предатор», давно на него посматривал. Но перья хвостового оперения, направленные вниз, абсолютно не нравились. Перенести их вверх можно, но это будет уже не та машина...



Просматривая конструкции, наткнулся на аппарат, называемый RQ-7 «Shadow» («Тень»). И вот эта машина действительно легла на душу. Оригинальный внешний вид, довольно технологичные формы. Чистый вояка - ничего лишнего, строгая армейская эстетика. И главное - в моделях их построено всего пару-тройку штук. Хочу!



По конструктиву - это рама с V-образным хвостовым оперением, толкающий винт, высокое шасси. Немного огорчало то, что камера у оригинала расположена под днищем. Такое расположение камеры на разведчике абсолютно оправдано. А огорчало это в плане того, что порядочной взлетки у меня нет. Летаем мы на заброшенном стадионе, поросшем бурьяном. Ну, значит, будем наводить порядок на стадионе и садиться аккуратненько.

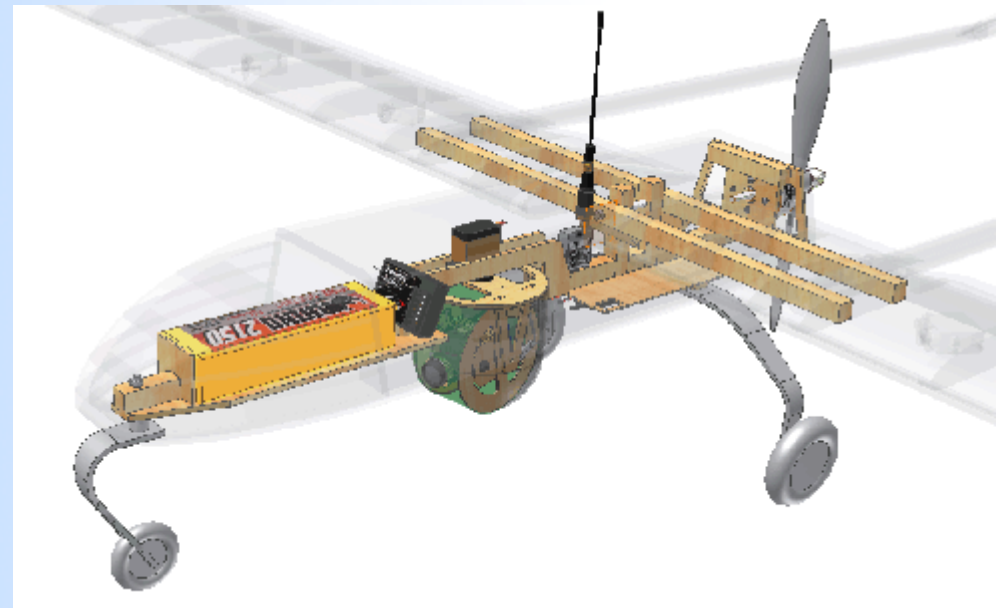
Немногим позже натолкнулся на тему на RCgroups, в которой описывалась постройка данной модели. Эти чертежи и были использованы, только с поправкой на масштаб. Оригинальная модель была метровая, но я считаю, что камероноситель должен быть относительно большим и тяжёлым, чтобы увеличить допуск по ветру. Поэтому был принят масштаб 1:2,5 относительно оригинального БТЛА и размах получился 1800 мм.



Хочу сказать огромное спасибо нашим форумчанам, которые поддерживали и подсказывали мне на протяжении строительства это Алексей Семченко, Сергей Шишкин, Олег Белоусов, Виктор Мясников, Владимир Попов, Евгений Крутьков, Юрий Бабичев.

Сразу хочу оговориться, что сейчас, после окончания постройки и испытаний модели, я бы сделал многие узлы не так. Поэтому моё описание - это ни в коем случае не технологическая карта на изготовление, больше это тема для раздумий и грамотного проектирования уже с учётом моих ошибок. Многие этапы сборки я не успел сфотографировать - просто забывал. Да и не планировал выкладывать этот материал, если честно. Но отсутствие фотографий постараюсь компенсировать описанием.

Итак, постройка была начата. Начало положил фюзеляж. Он представляет собой короб из двух слоёв потолочки с приклеенным носовым обтекателем и деревянной (сосновой) силовой конструкцией.

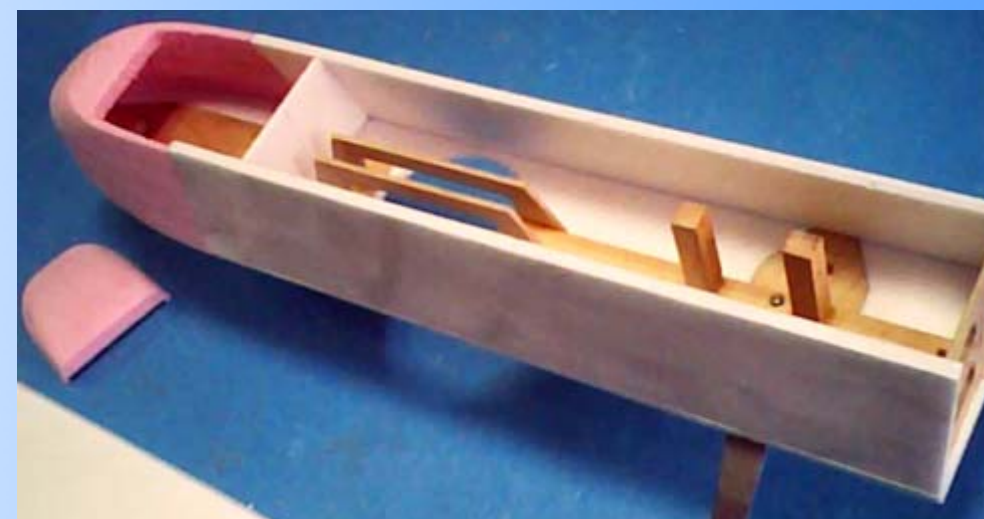


Передняя и задняя опорные пластины, мотошпангоут, а также пилон установки поворотного устройства камеры изготовлены из старой советской фанеры толщиной 4 мм (вообще-то мой старый шифоньер до-

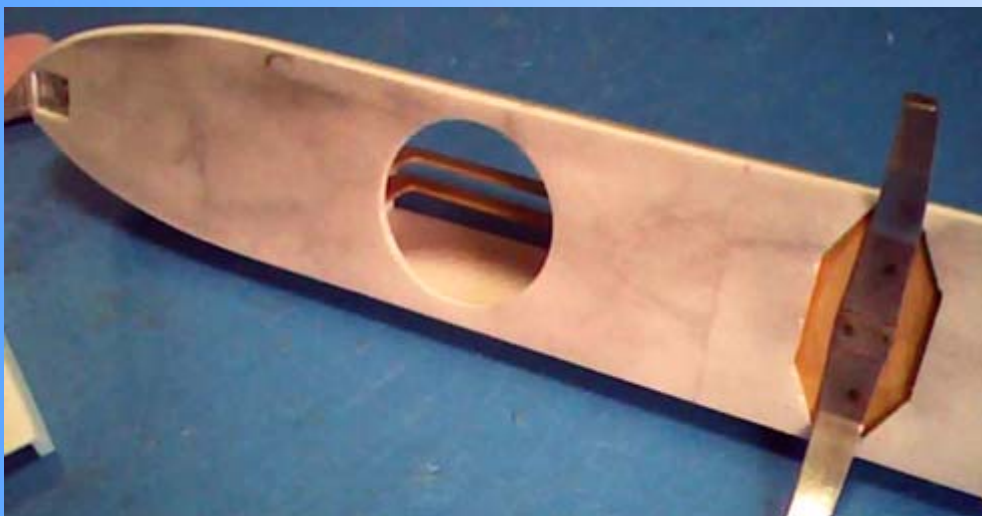
вольно сильно пострадал при изготовлении данной модели - был донором). На заднюю опорную пластину крепятся основные стойки шасси. И вообще силовой каркас фюзеляжа должен представлять собой как бы замкнутый контур, соединяющий между собой крыло, шасси и двигатель. На начальном этапе этому не придалось должного значения (глупая надежда на то, что кем-то уже облётанные чертежи должны быть правильными), и когда выплыла нежесткость конструкции на конечном этапе постройки, пришлось всё усиливать.

Пилоны крепления крыла вклеиваются в шип к основному стрингеру на эпоксидной смоле. К пилонам в верхней части я приклеил небольшие участки из стеклотекстолита, которые не должны давать разбиваться отверстиям в дереве при установке крыла.

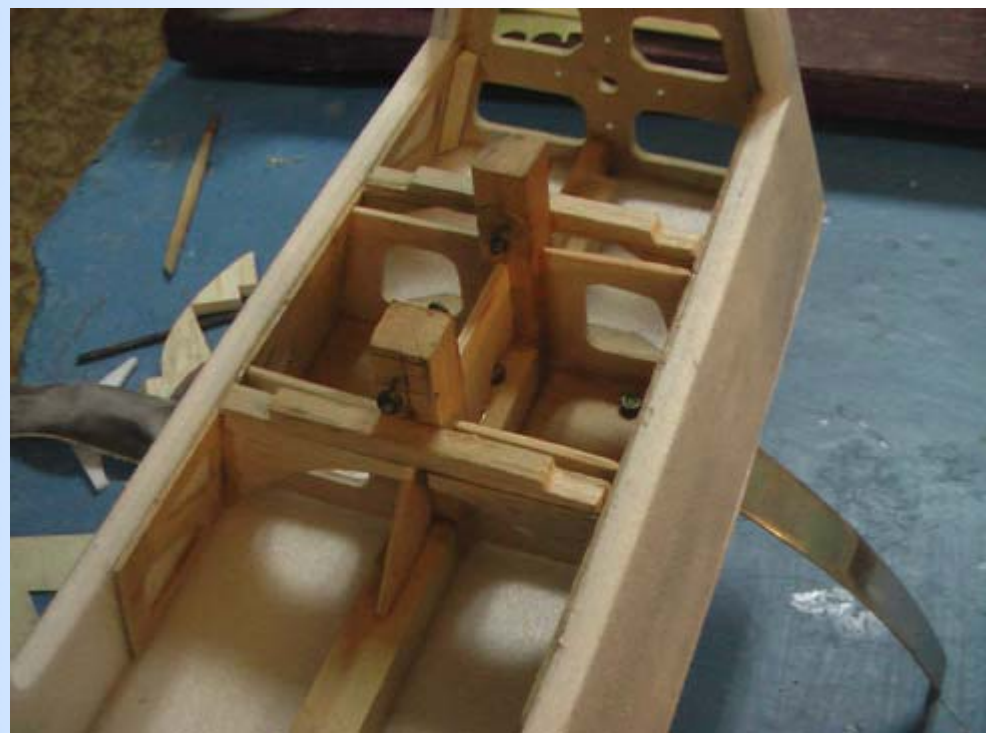
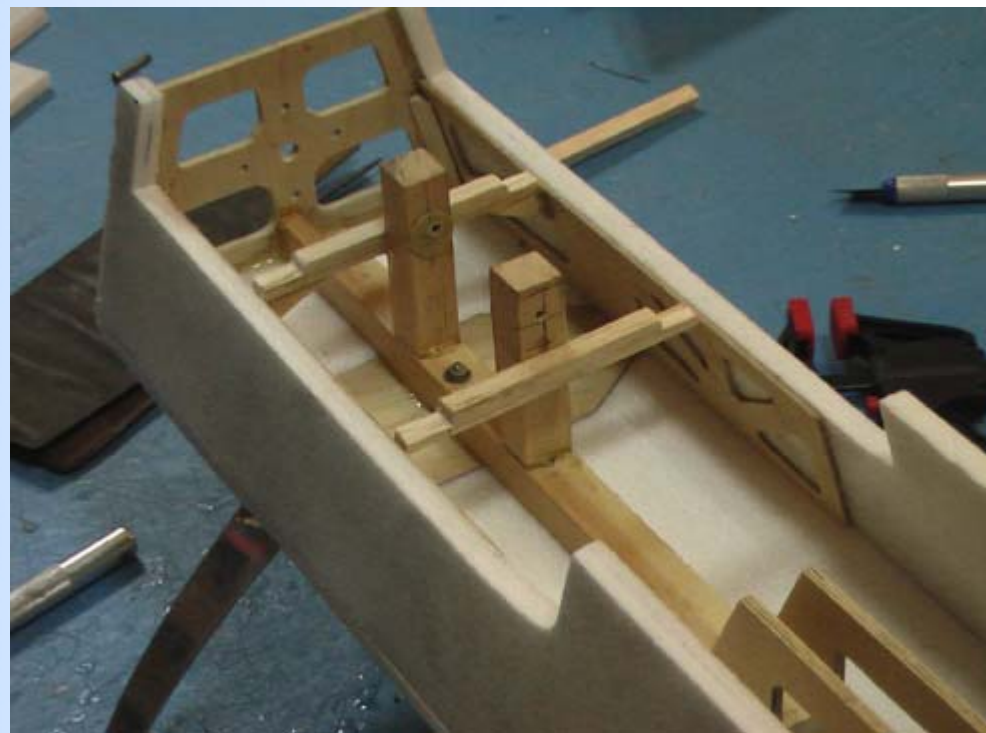
Носовой обтекатель был изготовлен из 20-мм розового пенопласта. Пластины были вырезаны по контуру с небольшим припуском, склеены между собой и потом обработаны сухарём до необходимой формы.



В днище фюзеляжа имеется отверстие для сферы с камерой.



По совету более опытных форумчан были добавлены боковые стенки из миллиметровой фанеры, ещё несколько шпангоутов, образовавших ложемент крыла, усиливающие косынки для пилонов.



В качестве основной стойки шасси была взята стойка от старой кордовой модели Су- 26 из 2-мм дюрала.

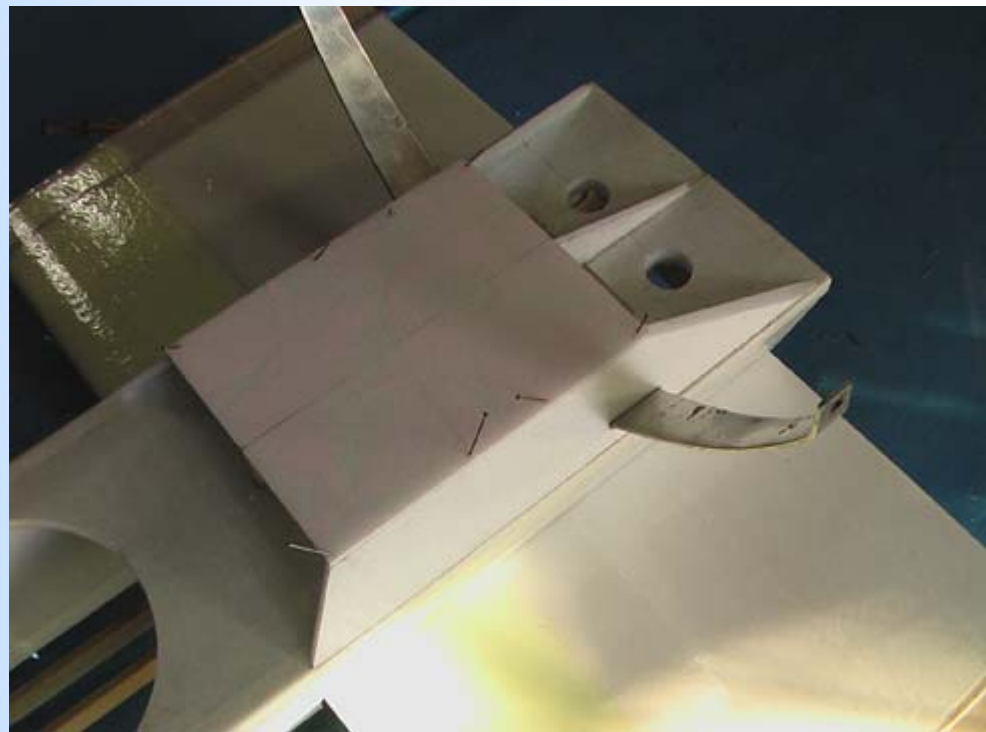
Носовую стойку изготовил из 2 мм алюминия, о чём впоследствии пожалел. Алюминий был очень мягкий, и если бы не установленный позже подкос из двух велосипедных спиц, то стойка сложилась бы при первой посадке. Полётный вес модели после всех доработок и навески далеко не самой лёгкой видеоаппаратуры составил 2.2 кг.

Верхняя крышка была изготовлена из двух пластин потолочки, склеенных между собой через пенопластовые же стрингеры. Т.е. получилась пустотелая довольно жёсткая конструкция. Спереди был приклеен верхний участок носового обтекателя, предварительно отрезанного, и косынки для прилегания к крылу.

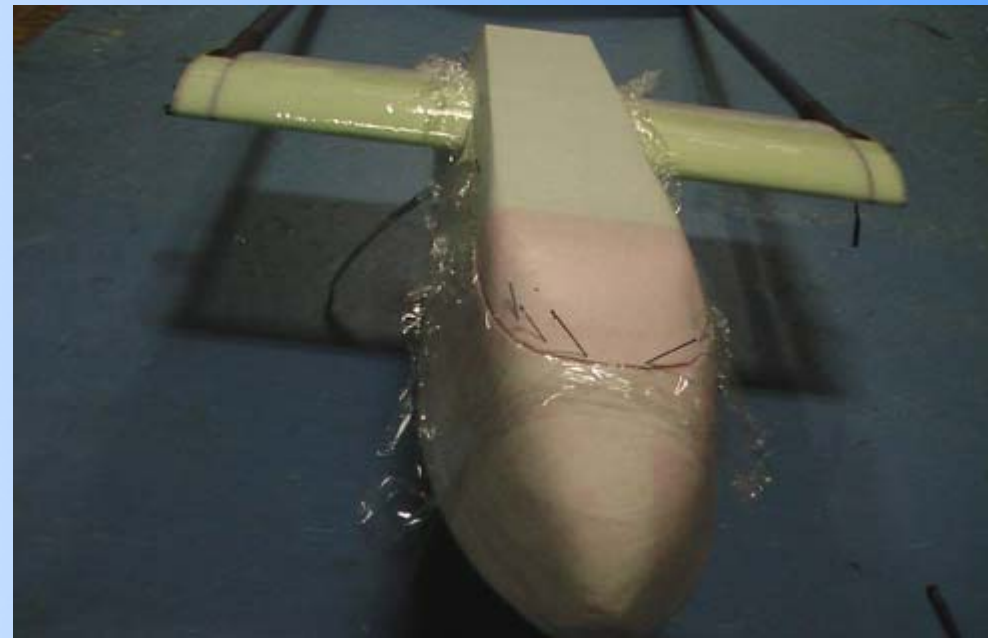


У оригинала имеется довольно выраженный воздухозаборник в районе центроплана, он был сделан из одного слоя потолочки. Воздухозаборник далеко не декоративный, т.к. для охлаждения двигателя, регулятора и видеопередатчика более отверстий не предусматривалось. Мои фотографии немного не соответствуют хронологии описания постройки, потому что некоторые детали делались раньше, не-

которые позже. Иногда наступал творческий кризис, деталь откладывалась в сторону, и начиналась работа над другой. Я просто попробую описать постройку модели в том порядке, в котором планировалось изначально.



Дальше фюзеляж был обтянут калькой на жидком ПВА. Технология древняя, давно опробованная и испытанная, просто хочу подсказать тем, кто не пробовал: клей нужно разводить водой примерно в половину. Это, конечно, от изготовителя зависит - иногда покупаешь клей, а он уже настолько разведён... Когда клей очень густой, калька не успевает достаточно пропитаться клеем. Он быстро подсыхает, и бумажные заготовки плохо прилегают к поверхности. Когда очень жидкий - наоборот, калька разлезается и к поверхности прекрасно прилегает, но вот приклеиться не может - мало клея. Я развожу примерно пополам, чуть больше воды. Ещё такой момент - ни в коем случае нельзя сушить обшивку после наклейки принудительно. Клей высыхает на поверхности бумаги, а в глубине ещё сырой. Начинается сильное



коробление детали, срывание ещё сырого слоя клея с пенопласта. Т.е. чем медленнее будет произведена просушка детали, тем более качественно это получится. Это доказывает и следующий момент - после обклейки верхней крышки я постелил на фюзеляж плёнку, чтобы сырая обшивка не приклеилась к фюзеляжу, а потом прибулавил верхнюю крышку на ее родное место, надеясь получить идеально прилегающие поверхности.

Не тут- то было! Плёнка снизу вообще не давала нижнему краю высохнуть, тем временем верхний очень хорошо высох. За ночь булавки вырвало, и я получил верхнюю крышку в виде сабли. Пришлось опять брать кисточку, размачивать обе стороны водой и после этого положить деталь под груз.

Долго думал, как закрепить верхнюю крышку. Остановился на самом простом варианте - на четырёх магнитах 10x10 мм.

Когда всё подсохло, занялся шлифовкой и шпаклевкой фюзеляжа. Получилась более-менее ровная поверхность, которую уже можно было грунтовать.

Настало время заняться крылом. Крыло планировалось из центроплана и двух консолей, отъёмных на уровне хвостовых балок. Как крепить консоли? Оставить в центроплане лонжерон, на

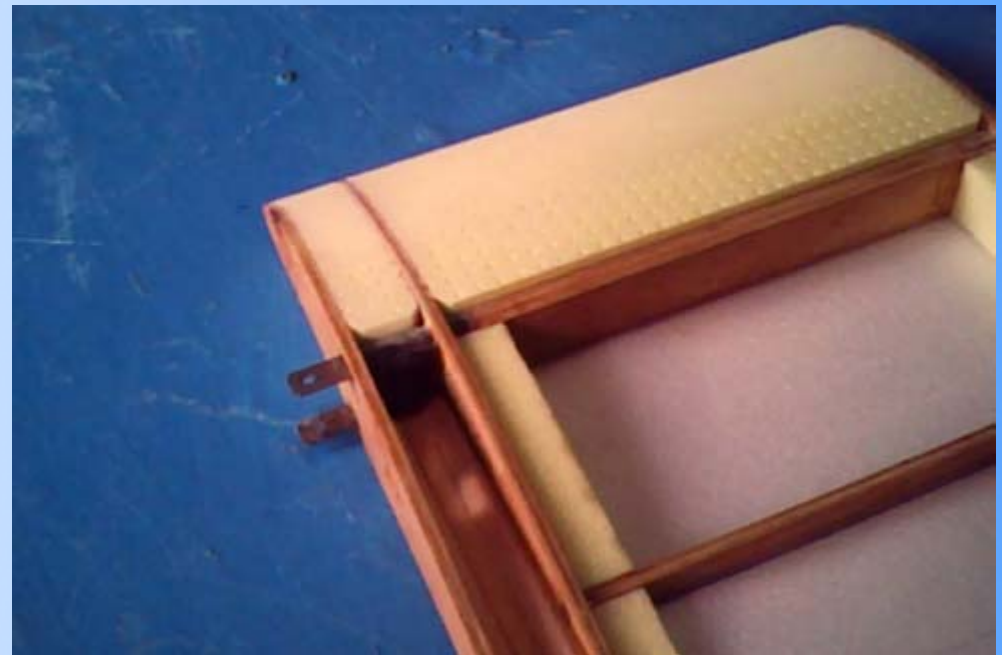
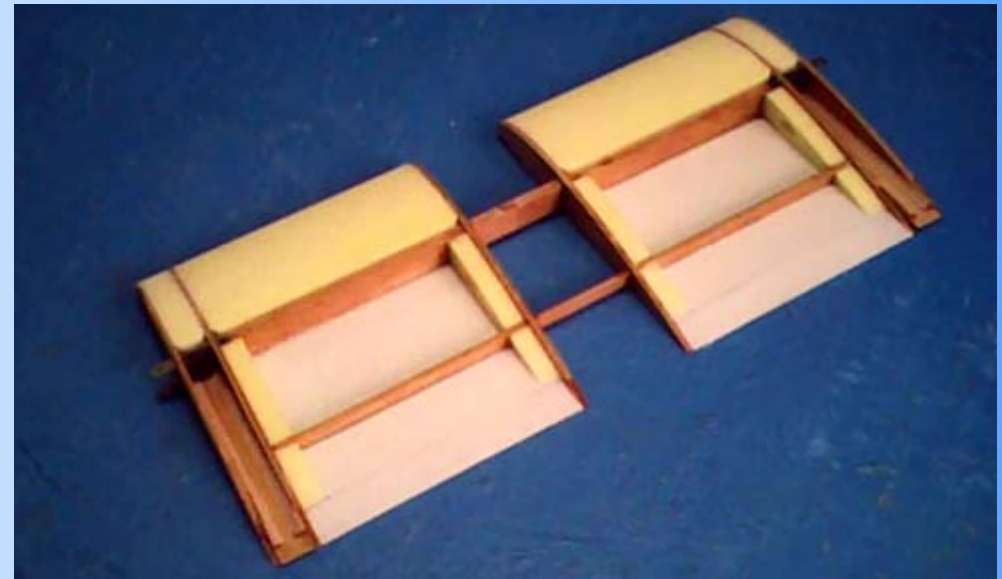
который бы надевались консоли? Занимало бы много места. Идеальным вариантом было бы сделать в центроплане и консолях пенылы и соединять всё это с помощью съёмной металлической трубы подходящего сечения. Но такой трубы не оказалось. Поэтому решил сделать как на настоящих самолётах - на петлях. Две горизонтальные петли закреплялись сверху и снизу лонжерона, ответные им - на лонжеронах консолей. Через них проходит винт М3. Ещё одна вертикальная петля находится в районе задней кромки консолей - перед элеронами. Т.е. консоль пристыковывается к центроплану на двух винтах М3. Как позже выяснилось, это было хотя и довольно прочное, но всё-таки не совсем удачное решение. Дело в том, что люфт между отверстием в петле и телом винта всё равно будет.

Это приводит к тому, что край консоли имеет люфт уже в пределах 3-5 мм. Винтом, конечно, всё это стягивается, и в полёте модель крыльями не машет, но всё равно неприятно.

Петли были изготовлены из миллиметрового титана. Дюраль брать не стал - всё равно от стального винта отверстие в конце концов разобьётся, а с титаном этот узел послужит, я думаю, всю сознательную жизнь модели.

Конструкция крыла следующая: силовой лонжерон - переклей из двух полос 4 мм фанеры. Задний, вспомогательный - из одного. На основной лонжерон надеваются нервюры из той же фанеры в корне и на торцах, свободное место впереди лонжерона заполняется лобиком крыла, вырезанным из розового пенопласта, за ним - обшивка из потолочки. На центро-

плане задней кромки как таковой нет - только стык верхней и нижней обшивок.



Петли примотаны ниткой и вклеены на смоле. Рядом с концевыми нервюрами установлены ещё две нервюры, которые образуют карман для хвостовой балки. Для более полного прилегания хвостовых балок к карману вклеены уголки из бальзы и зачищены, чтобы образовать более-менее окружность в сечении. Хвостовая балка отрезок обычной китайской стеклопластиковой удочки. В местах приклейки снята краска, грунт, обмотано нитками и на смоле всё это хозяйство вклеено в карман.

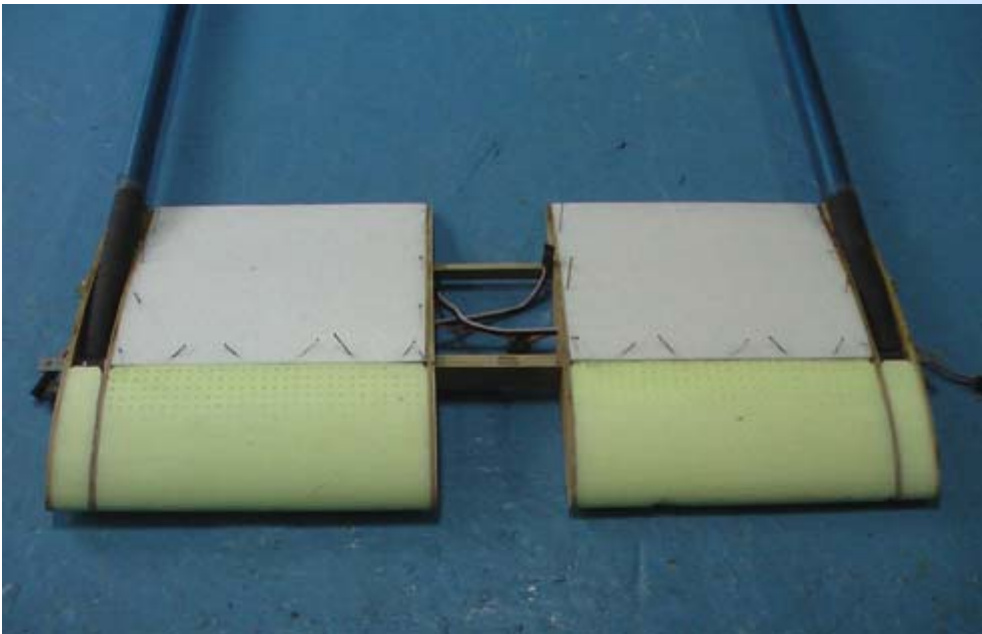


Задняя петля навески консоли представляет собой Т-образную деталь из куска стрингера какого-то бомбера, к нам на вторчермет раньше для разделки привозили, с детства лежал.

Далее примерно по такой же технологии собирались консоли, только добавлено немного полунервюр, чтобы на большой длине потолочка не прогнулась, и установлена задняя кромка из бальзы, чтобы было, за что цеплять элероны.

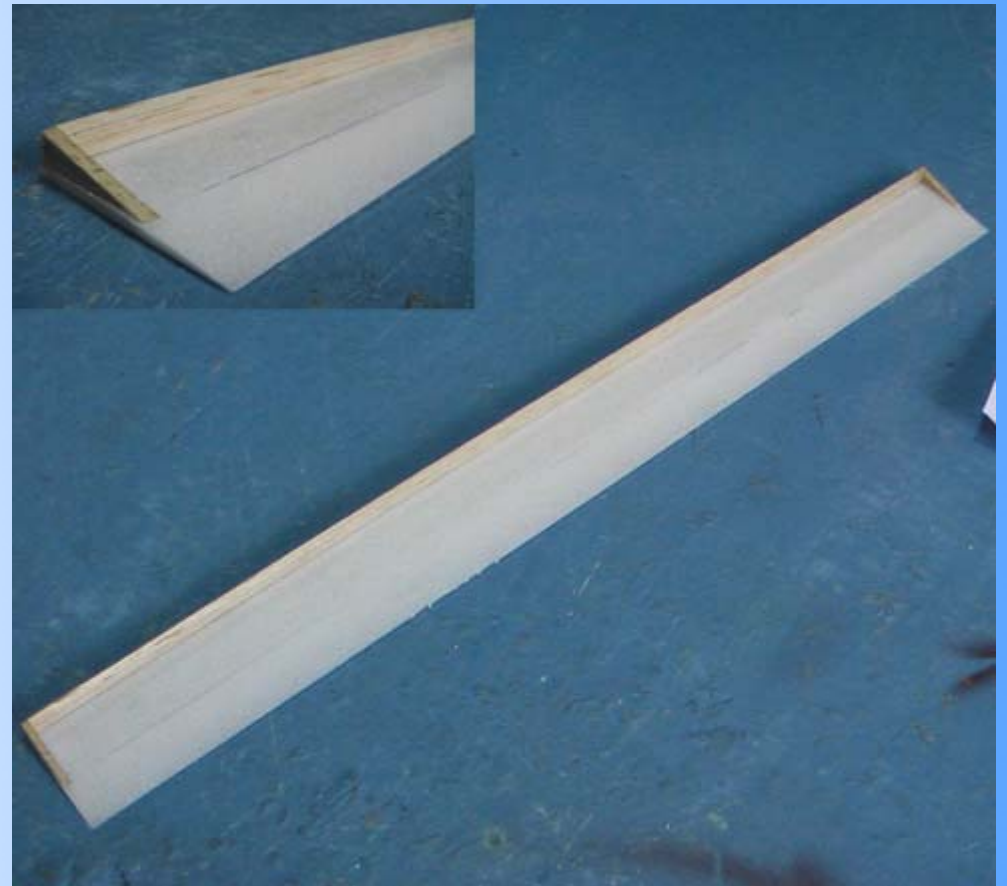


Далее зашиваем верхнюю обшивку.



Приступаем к элеронам. Они у модели здоровенные, во всю консоль. Соответственно, необходима достаточная жёсткость, чтобы их не скрутило.

Передняя кромка элеронов выполнена из бальзы, концевые нервюры тоже. Остальные - из потолочной плитки.

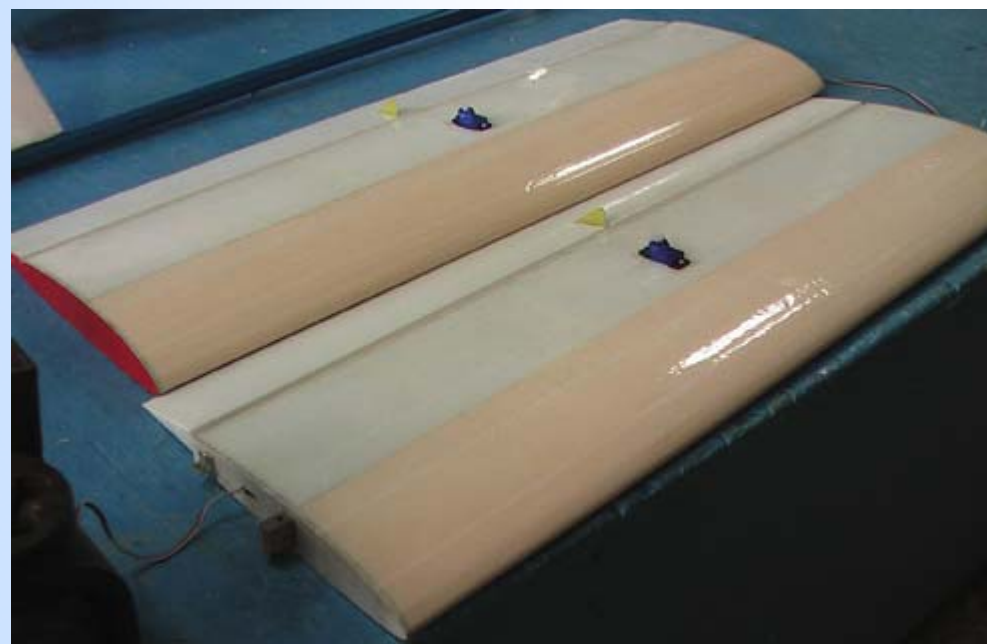


Также бальзовые нервюры там, где будет крепиться кабанчик.



После заклейки верхнего слоя зачищаем переднюю кромку, чтобы дать элерону возможность проворачиваться. Элерон крепится на петлях, выполненных старым дедовским методом - миллиметровая фанерка и леска.

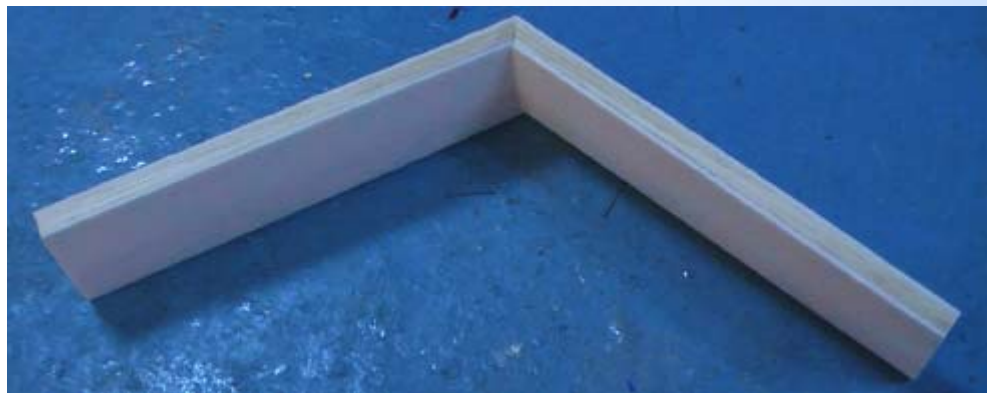
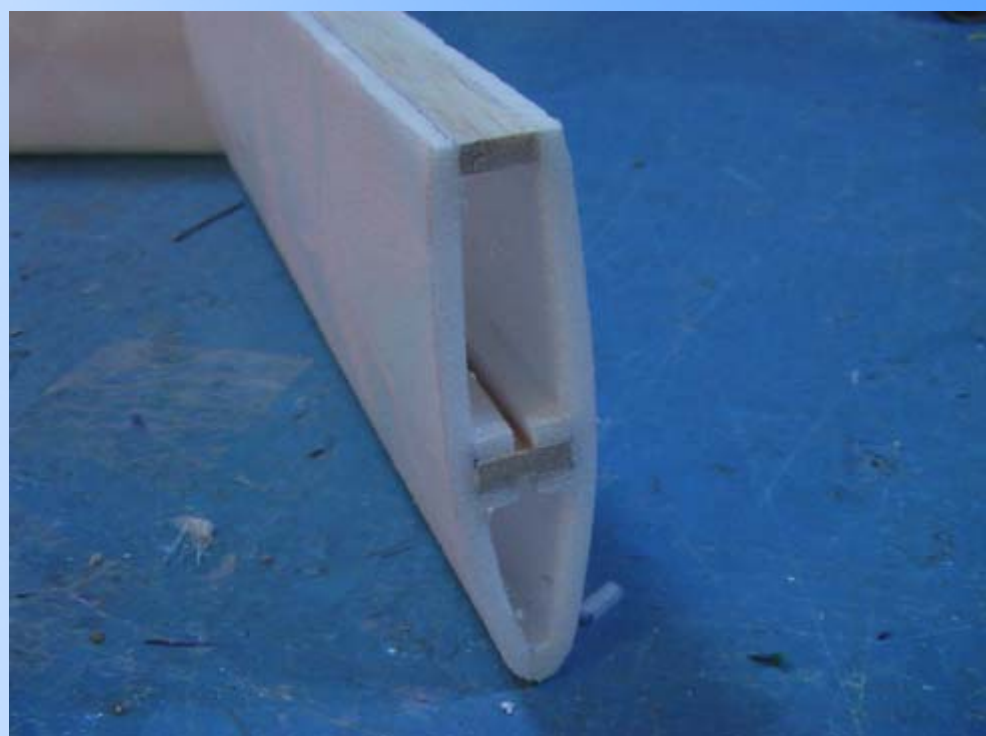
Крылья было решено обтягивать скотчем - тоже не очень правильное решение. Надо было, как и фюзеляж, обтянуть калькой. Надеялся, что найду серый скотч под цвет оригинала, но так



и не нашёл, поэтому обтянул белым с расчётом на дальнейшую окраску.

Хвостовое оперение у модели довольно необычное - обратное V. Очень интересно было проверить, как ведёт себя модель с таким хвостом.

Перья ХО изготовлены из потолочки. К верхней и нижней обшивкам приклеены полоски потолочки, они образуют направляющие - карман для установки лонжерона. Задняя кромка - бальза. Лонжерон склеивается отдельно из двух стеклотекстолитовых уголков. Когда перья склеены, немного сдавливаем их поперёк и образовавшийся карман надеваем на лонжерон.



Зашиваем торцы перьев очень плотной бальзой и профилируем её, чтобы иметь возможность закрепить на килевых балках.

Захотелось убрать сервы с верхней стороны, чтобы не портить внешний вид, и поставить их на нижнюю сторону недалеко от хвостовых балок, чтобы не тянуть кучу удлинителей. Вот тут была ещё одна ошибка - кабанчики практически цепляли землю на взлёте и посадке. В дальнейшем пришлось прятать их за декоративные пластинки-защиту.



Рули направления-высоты абсолютно идентичны элеронам по конструкции и крепятся точно такими же петлями.

Крепление ХО к хвостовым балкам осуществлялось следующим образом. В балке, сразу за лонжероном стабилизатора, просверливалось отверстие $\Phi 3$ насквозь. Потом сквозь него сверлилась бальзовая вставка в торце стабилизатора. Потом отверстие в бальзе несколько раз проливалось циакрином для упрочнения древесины. После этого обыкновенным метчиком режется резьба М4. Опять по резьбе проливается циакрином. Получаем как бы встроенную гайку для крепления стабилизатора при склейке. Отверстия в хвостовых балках рассверливаем до 4 мм со стороны стабилизатора и 6 мм с противоположной, чтобы вставить шляпку винта. По большому счёту, этот

узел нужен был только для того, чтобы сдавить хвостовую балку и стабилизатор во время склейки пластиковым винтом М4, но потом я его уже не стал выкручивать - хуже от него не станет.

На этом этапе мы получаем уже аппарат, внешним видом чуток похожий на оригинал!



На оригинале хвостовые балки заканчиваются обтекателями. Я решил сделать их из липы по старинному способу ещё долблённых фюзеляжей.

Взял два брусочка липы, склеил их между собой ПВА через бумагу.



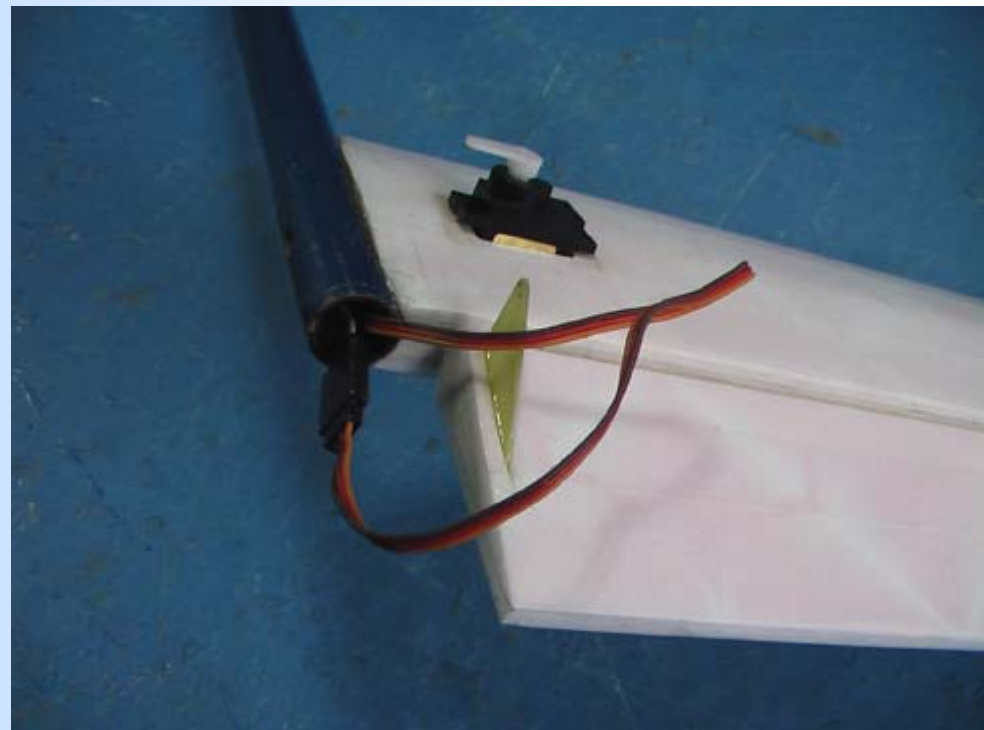
Потом обработал по контуру ножом и напильником и получил две детали.

Теперь тонким канцелярским ножом аккуратно разрезаем по бумажному слою на две половинки и штихельком обле-

чаем. Затем склеиваем две обработанные детали вместе, шпаклюем и вклеиваем в отверстие хвостовой балки.



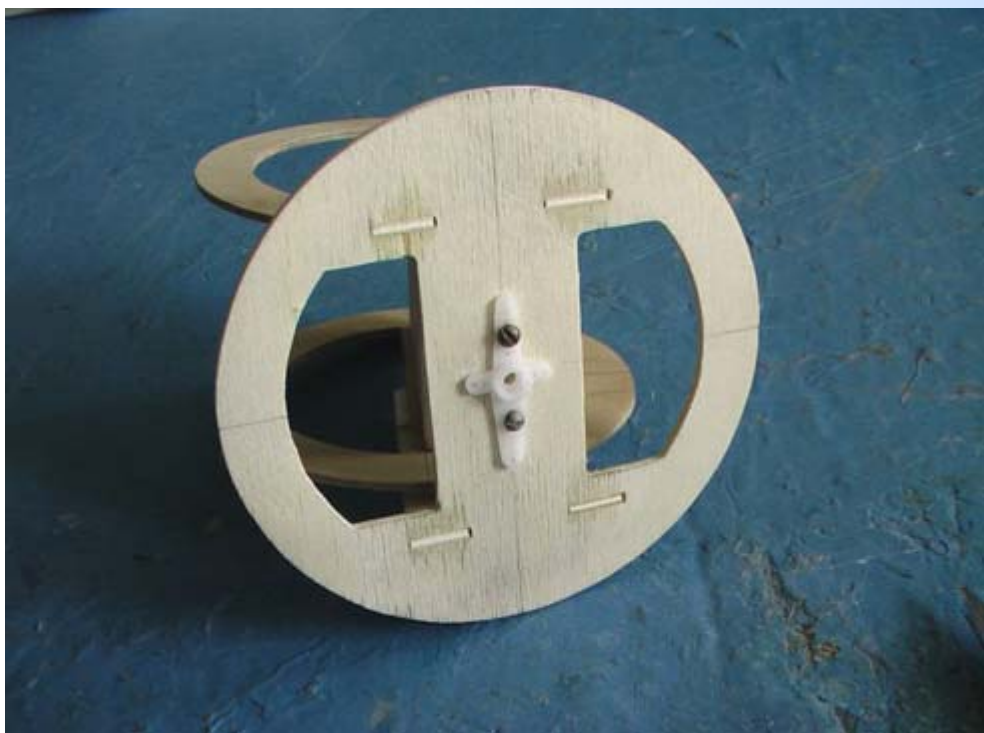
Главное - не забыть перед этим протянуть сервоудлиннители!





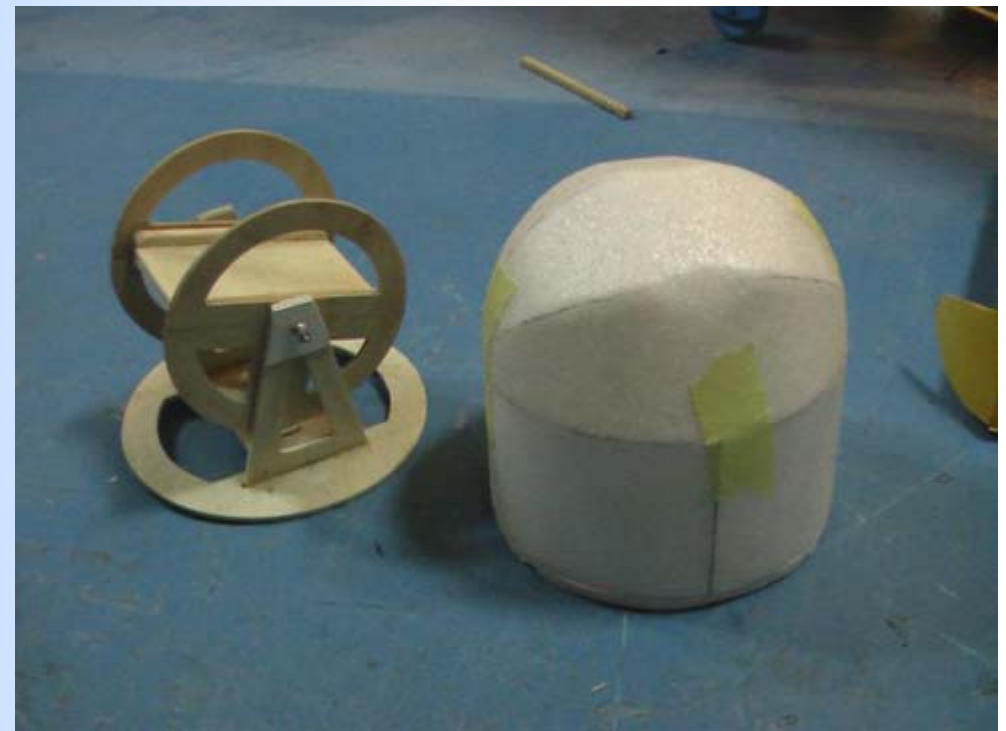
Теперь дошла очередь и до поворотного устройства камеры. Я сделал его целиком из «фруктовой» фанерки толщиной 3 мм. Оно состоит из диска-основания, которое крепится к качалке сервы, двух косынок и ложа камеры.

Здесь описывать, в принципе, нечего, обычная работа лобзиком. Веселее было со сферой-обтекателем, которая снаружи закрывает всё это. Она



делалась так: из потолочки сворачивается цилиндр, который будет основанием. К нему подклеиваются косыночки из фанеры, за которые потом вся наружная часть будет крепиться к поворотному устройству.

Далее очередь за сферой, вернее, полусферой. Сфера, как известно, фигура не развёртываемая. Поэтому при выполнении развёртки орехи будут, особенно если её выполнять из достаточно твёрдого (по сравнению с бумагой) материала - пенопласта.



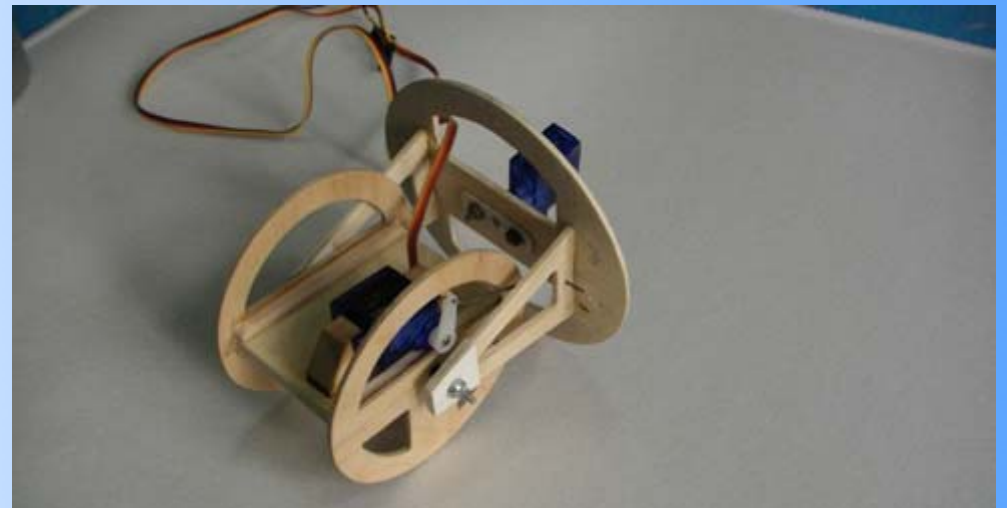
Склеиваем между собой полусферу и цилиндр, получаем обтекатель камеры. После высыхания «обрабатываем напильником» до более-менее сферического состояния.

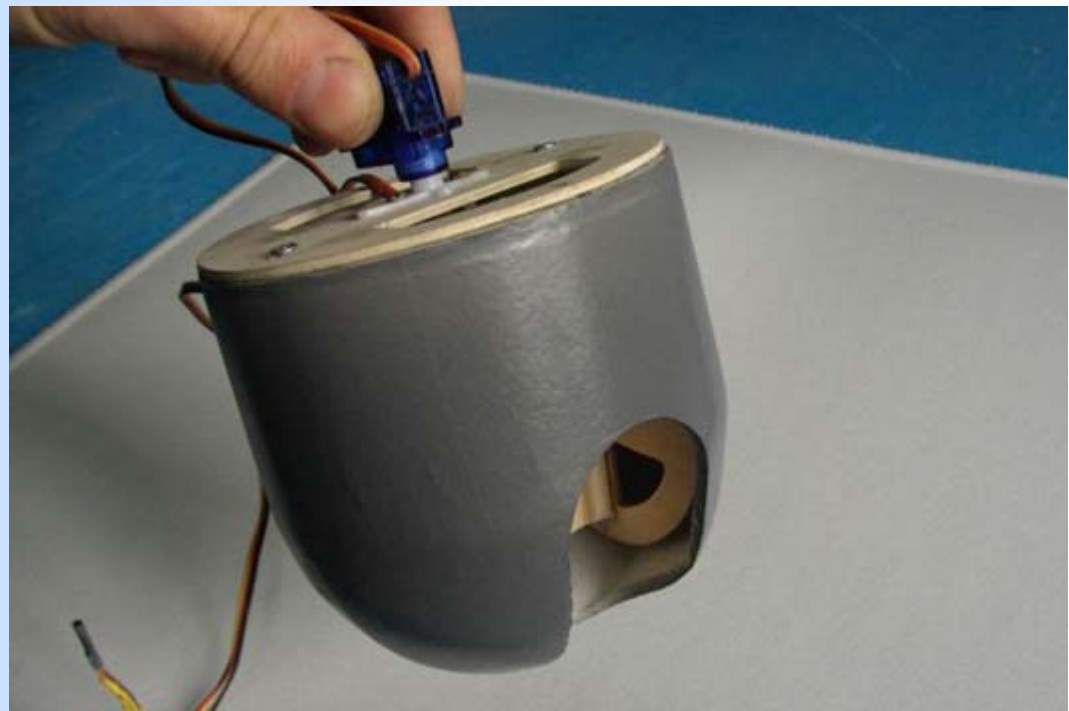
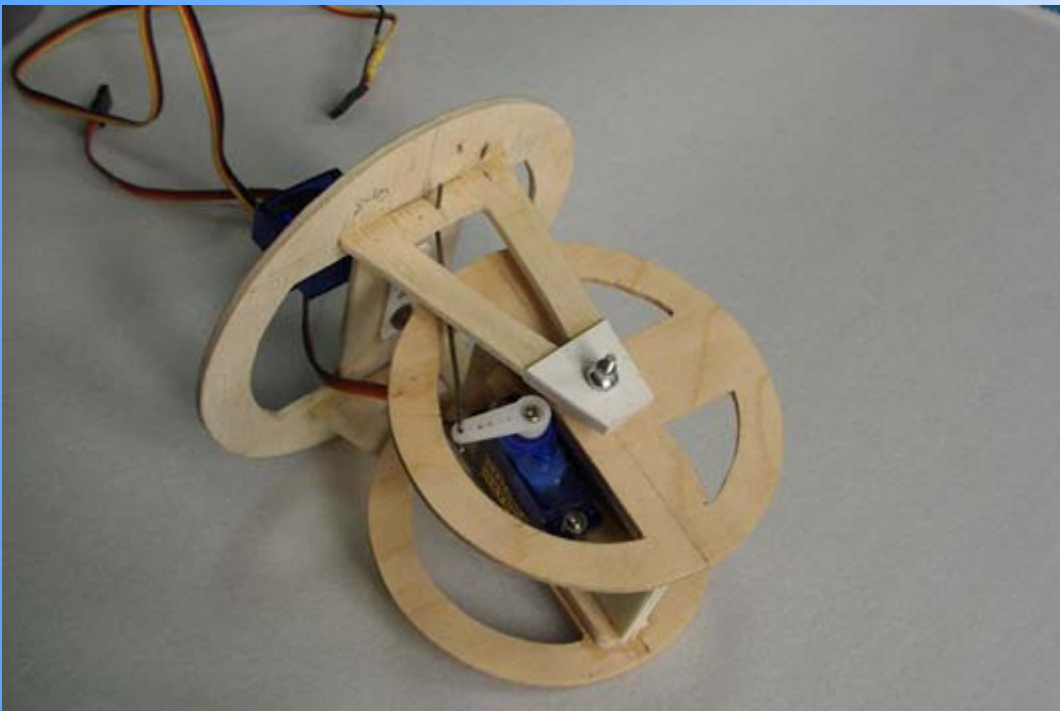
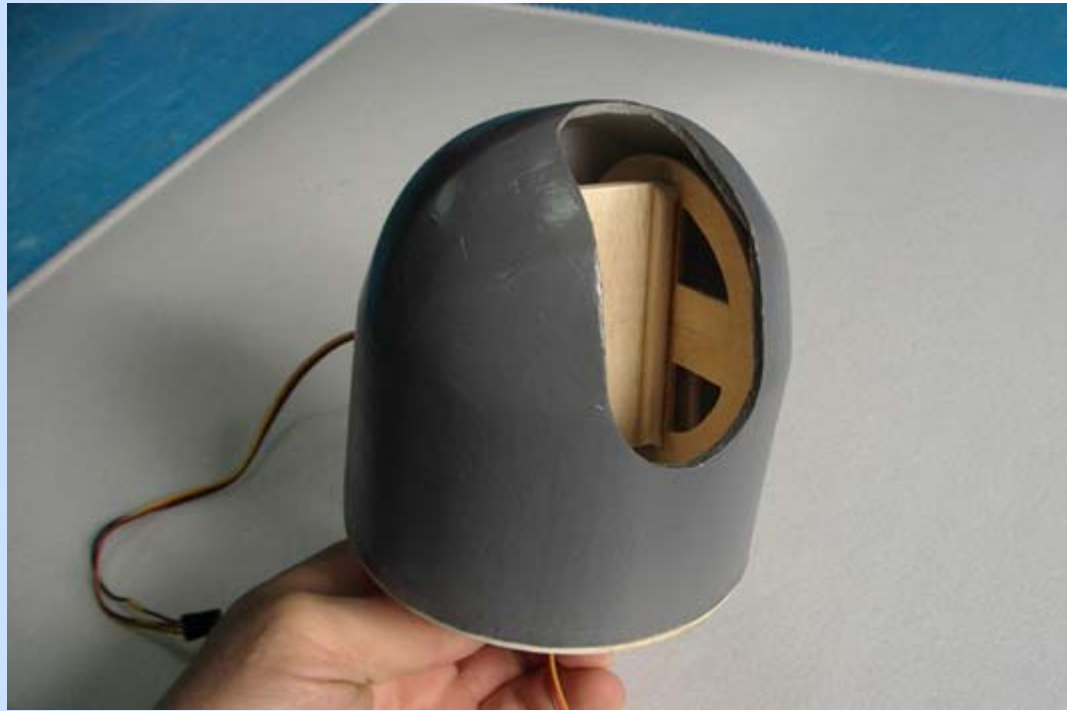
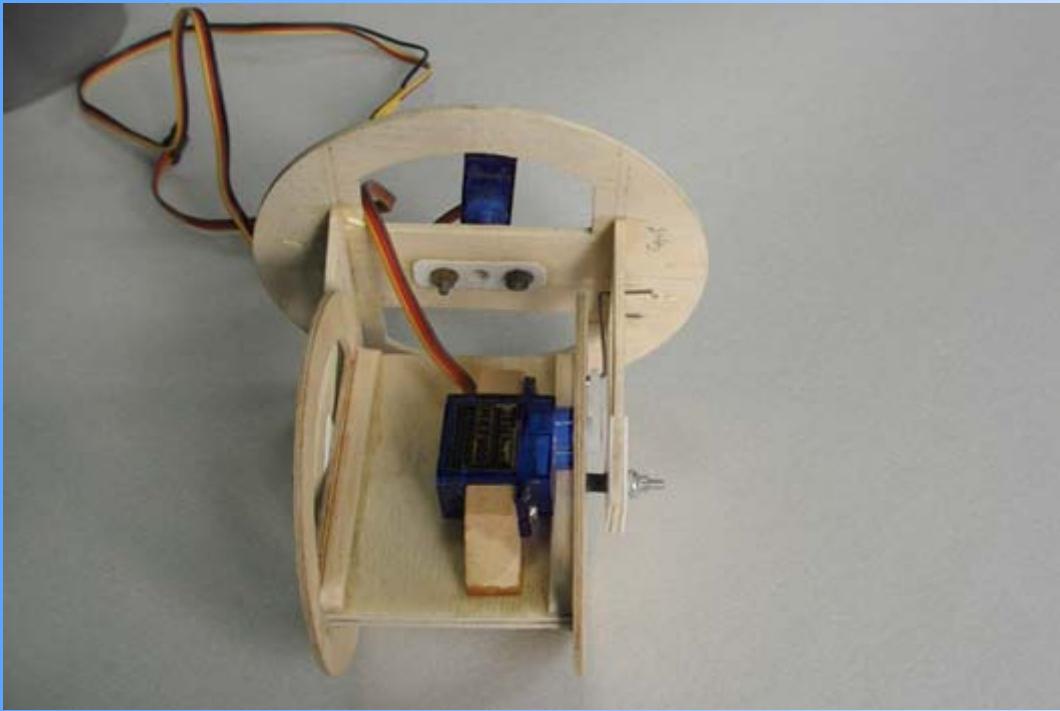
Прорезаем отверстие для объектива, обклеиваем калькой на ПВА, шпаклюем, грунтуем, красим.



Далее устанавливаем сервы. У меня не было ничего, кроме девятиграммовых НХТ, но сюда явно просились сервы помощнее и с металлическим редуктором.

Серва горизонтального поворота была модернизирована - увеличен угол поворота. Для этого с одной из шестерён редуктора срезается ограничительный упор, а к крайним выводам переменного резистора (у задней крышки) добавляются два резистора по 5 кОм. После этого серва стала вращаться очень интересно - до 180 градусов - отслеживая положение «крутилки» на передатчике, а дальше - непрерывно, как корабельная лебедка. Настроив крайние точки на передатчике, я получил серву с углом поворота 180 градусов.





Ну, дошла очередь до покраски всей модели. Сначала фюзеляж был загрунтован, а потом покрашен. С крыльями и хвостом, так как они были обтянуты скотчем, пришлось поступить по-другому. Любая краска отворачивается держится на скотче. И чтобы хоть как-то увеличить адгезию, сначала я заматировал весь скотч мелкой наждачкой. Это помогло, краска стала держаться явно крепче, хотя, конечно, не так крепко, как хотелось бы. Отступив от копияности, я всё-таки сделал различия между верхом и низом - снизу крыла сделал черно-белые полосы для удобства различения в воздухе. Был случай, когда я уронил F-117 Стелс только потому, что потерял, где верх, где низ у абсолютно чёрной треугольной со всех сторон модели.

Мне очень понравилось фото настоящего беспилотника с зубастой

мордой. Ещё до начала постройки решил, что у меня (э-э-э, у модели) будет такая же. С помощью аэрографа модель научилась улыбаться.



Улыбка, конечно, не очень доброжелательная, но откуда сентименты у боевого аппарата!

Чтобы закрыть щель между центропланом и консолями, были сделаны два декоративных обтекателя из пенопласта. Они обхватывают крыло и держатся за счёт магнитов.



Настало время навешивать оборудование. Когда строил, казалось, что в фюзеляж можно впихнуть что угодно. А когда стал это «что угодно» впихивать, то места стало не хватать. Оборудование пришлось ставить уровнями, добавляя полочки, стоечки и короба по месту. Регулятор оставил рядом с мотором, чтобы не тянуть самые «грязные» в помехообразующем смысле провода между ними.



А вот провод питания пришлось удлинить, так как силовой аккумулятор находился в самом носу. Там же аккумулятор питания видеосистемы, силовой модуль телеметрии. Над ними на полочке расположился видеопередатчик. Далее по порядку: основной модуль телеметрии, камера, ЖПС телеметрии, приёмник.

В итоге полностью укомплектованная модель весит 2,2 кг.

Настало время облётывать модель, и погода испортилась надолго. Весна.

Но погода всё-таки установилась. Сразу же пошли испытывать. Решил облетать без видеоаппаратуры по причине "а вдруг?", поставил только пишущую камеру. При сборке практически попал в центровку, вместо тяжеленного видеопередатчика и камеры сунул дополнительный акк на 2200. Вышел на центровку 28 %.

Ходовой акк у меня слабенький - 2200 на 20С. 35-й мотор на 2/3 газа его съедает минут за 6. Поэтому времени для хорошей оценки полёта не было.

Вышли на поле, занялись огородными работами. В прямом, а не авиамодельном смысле. Пovyдирали кусты, мои бойцы покололи все руки, но так как кроме моей нужно было ещё двухмоторнику взлетать с шасси, то никто не обижался. Земля после дождей вся бугристая, "Твинс" так и не смог разогнаться для взлёта. У меня колёса, широкие дутики 65 мм в диаметре, эту пахоту преодолели. Разбег метров 15, модель в воздухе. Тяги 1,5 кг в статике вполне хватает для довольно резвого набора высоты двухкилограммовой модели. Взлетал на 2/3 газа, потом в полёте больше половины не давал - тяги с избытком. Несколько щелчков триммером по элеронам (выкос двига-



теля маловат всё-таки), модель летит вполне ровно и предсказуемо. Но довольно строга по крену - поперечного V нет. Управляемость - отличная, я переживал за тангаж, но рулей вполне хватает. А с такими огромными элеронами нужно ещё и расходы на них зажимать.

Заметил интересную тенденцию - при работе рулями направления имеется склонность к пикированию. Это следствие V-хвоста, которое в классической схеме проявляется не так сильно. Но это не смертельно, прекрасно парируется рулём высоты.

Как назло, в течение 2-х минут поднялся ветер метров до семи. Порывы у нас - вещь стандартная, и погода может меняться по несколько раз в день. Начало довольно ощутимо швырять. Из-за этого получились пара довольно истребительных разворотов с креном 90 гра-

дусов и радиусом разворота метров 5. Переживал ещё и за узел крепления консолей к центроплану - нет, миллиметровый титан выдержал. После посадки обнаружил складки на верхней обшивке из скотча значит, крыло в полёте деформировалось. Но лонжерон тоже всё это спокойно перенёс. Модель не задумывалась как пилотажная, но приятно, что пилотажные нагрузки выдерживает спокойно.

Посадочная скорость довольно большая, ну, это тоже понятно с таким весом, поэтому немного не рассчитал глиссаду и плюхнулся довольно резко. Скажем так, это была проверка основных стоек шасси - 2 мм дюрала. До сферы с камерой земля не достала. После посадки никаких остаточных деформаций шасси тоже не наблюдалось.

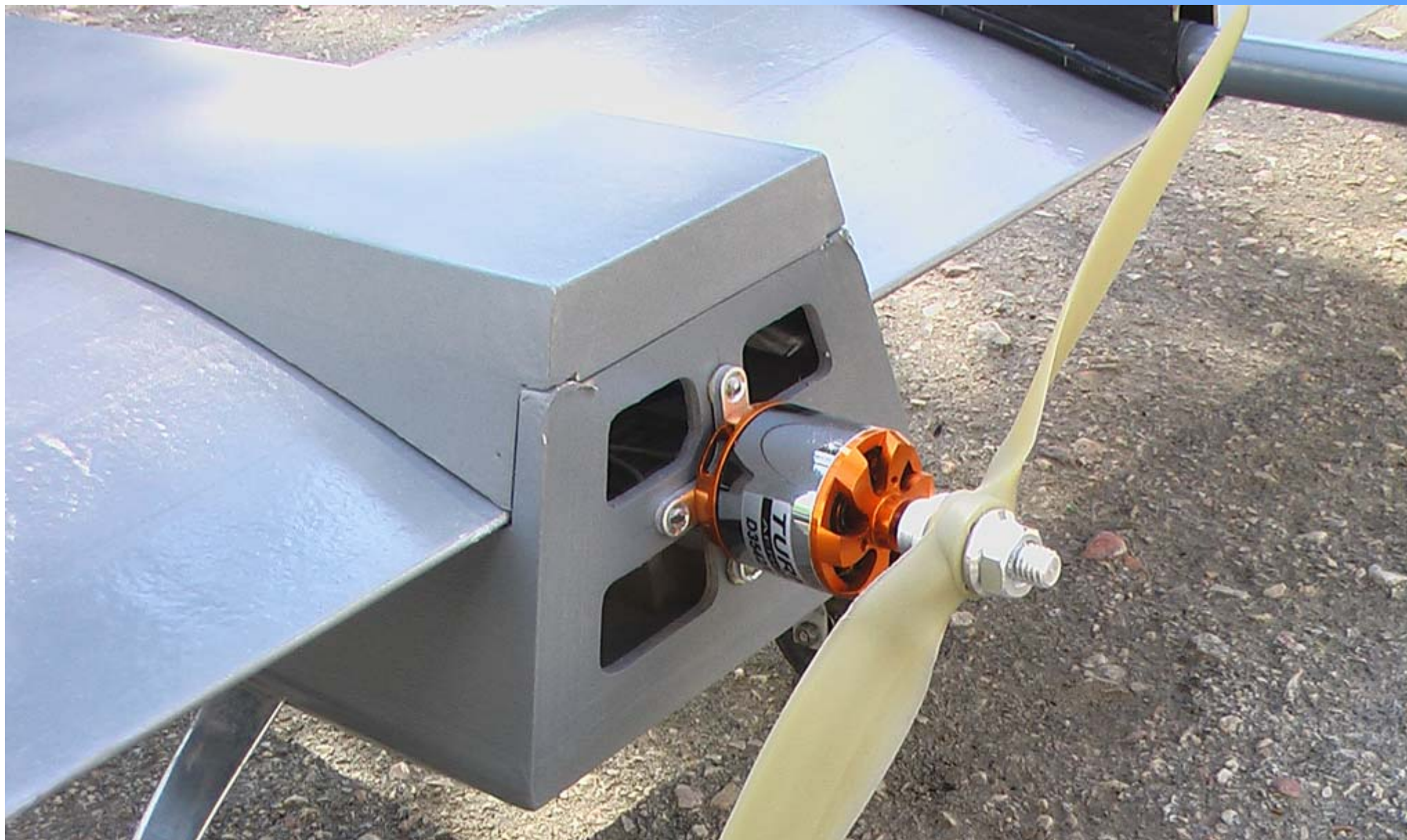
Кстати, в предстартовом волнении таки забыл включить камеру.





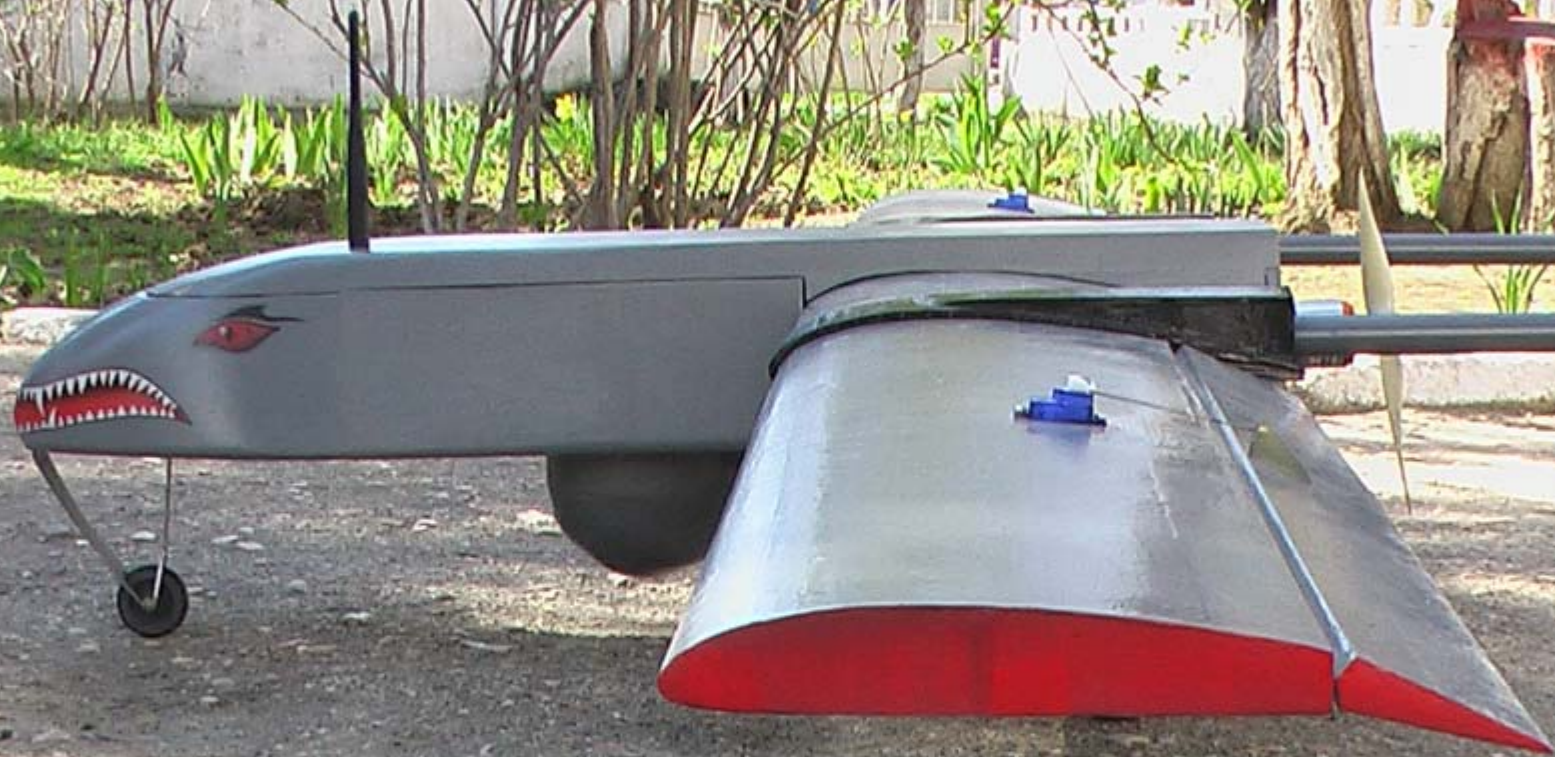


В общем, поставленные при строительстве требования модель оправдала. Уверенный, предсказуемый, спокойный полёт, который нужен для FPV, удобство сборки-разборки-перевозки, оригинальный внешний вид - ну, вроде, все основные задачи выполнены! Чертежи для постройки модели можно скачать [здесь](#).











В
Н
А
Ш
Е
М
М
А
Г
А
З
И
Н
Е



**Пултрузионный
прямоугольный
профиль**

Дайджест нашего форума

Уважаемые коллеги!

Перед вами второй выпуск дайджеста нашего **форума**, в котором мы рассчитываем регулярно отслеживать как новые темы нашего общения, так и интересные изменения в старых, появившиеся с момента предыдущего выпуска журнала «От винта!». Кроме того, будем периодически возвращаться к интересным темам прошлых лет, чтобы освежать для новичков полезную, но полузабытую информацию.

И на этот раз в нашем обзоре невозможно пройти мимо КБ Евгения Рыбкина, в котором продолжается строительство элегантнейшего бомбардировщика-ракетоносца ТУ-95.



Состоялась очередная прикидка взаимного расположения элементов конструкции с целью предварительной оценки центровки самолёта. Да и для подпитки творческого вдохновения будет нелишним взглянуть на пусть полусобраный, но уже самолёт!

Тема находится [здесь](#).

Сравните.



Пожелаем конструктору успехов в его интереснейшем проекте!

В прошлом обзоре мы останавливались на оригинальной конструкции мотопланера-утки, прообраз которого был взят из японского мультфильма «Sky Crawlers».

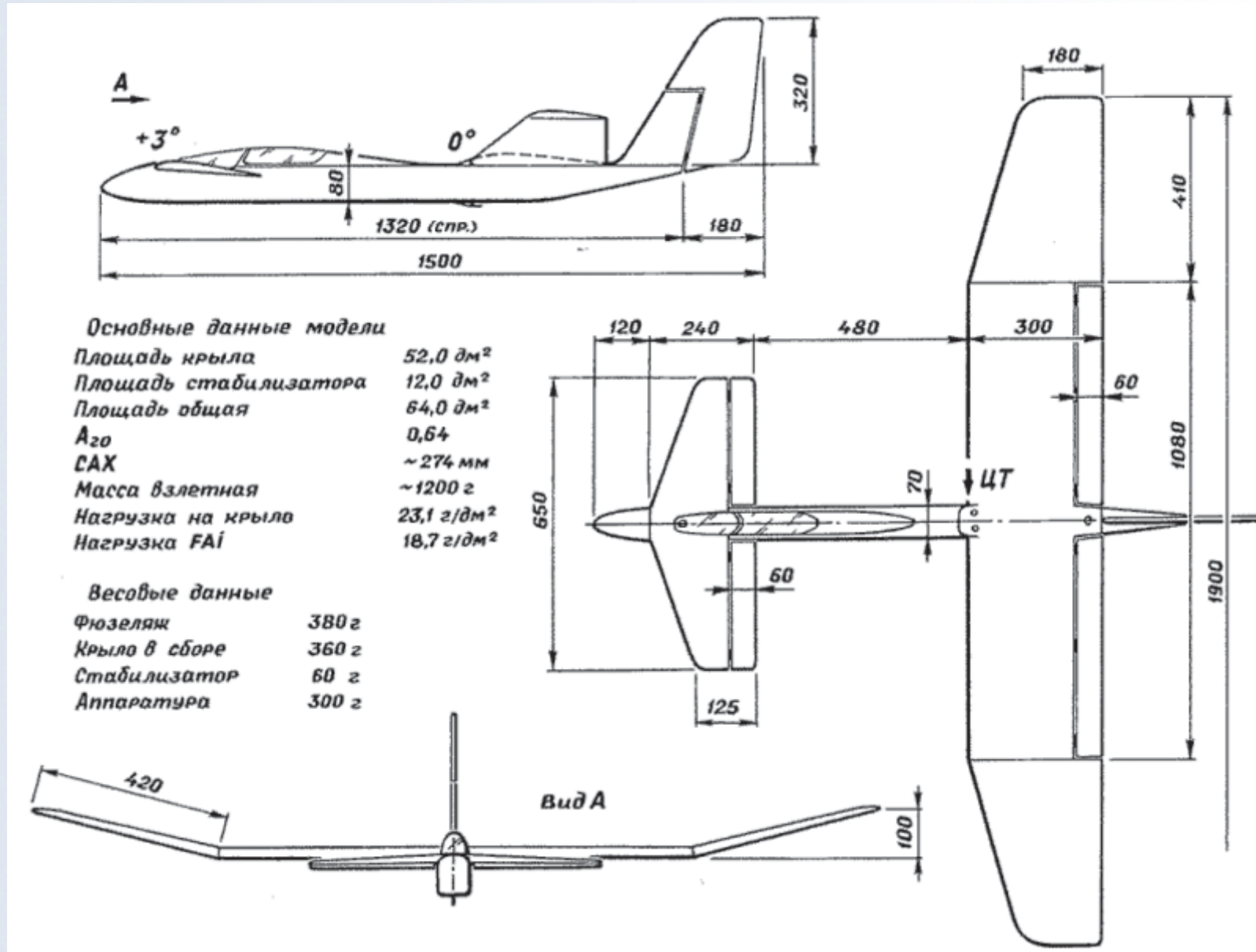


Тема находится [здесь](#).

К настоящему времени аппарат облётан, отрегулирован и, несмотря на оригинальность схемы, прекрасно показал себя в полётах. Порадуемся вместе с конструктором!

Видео полета модели можно посмотреть [здесь](#).

Ещё одна тема о самолётах (планерах) схемы «утка». Тема находится [здесь](#).



Эта тема привлекает внимание тщательностью проработки конструкции аппарата. И хотя она только начата, по всему видно, что участники форума будут следить за этой постройкой с интересом.

Темы о летающих моделях, без сомнения, относятся к самым популярным.

Несмотря на то, что в большинстве таких тем описываются радиоуправляемые модели, «кордовикам» тоже есть на что посмотреть. Например, на «Кордовую пилотажную модель».

Тема находится [здесь](#).



Эту постройку отличают грамотность проработки конструкции и тщательность изготовления самолёта. Пожелаем конструктору удачи и успешного окончания строительства в этом сезоне!



Те читатели, которые любят строить модели самолётов, но являются «скрытыми вертолётчиками», наверняка заинтересуются лёгкими и красивыми моделями, напоминающими пилотажный Як-55.

Тема находится [здесь](#).

Эти модели автор строит исключительно для полётов в зале, отрабатывая на них, преимущественно, висение. И надо сказать, что за относительно короткое время ему удалось достичь в этом деле значительных успехов. Тема привлекает внимание понятностью изготовления подобных конструкций и насыщена прекрасным видеоматериалом. Остаётся только по-хорошему позавидовать автору, виртуозности его полётов и творческой увлечённости.



Ещё один интересный проект - копия канадского двухмоторного самолёта-амфибии CL-215.

Тема находится [здесь](#).

Летающая лодка, да ещё с двумя моторами такой проект не оставит равнодушным никого. И хотя до окончания строительства ещё далеко, тема вызывает неподдельный интерес у многих.



Авиамоделизм - синтетическое увлечение. Для достижения поставленных целей приходится применять знания и умения из самых разных областей науки и техники. В современных электролётках нашли воплощение самые последние технологические достижения современности. А это заставляет серьёзно подходить к самым, казалось бы, простым вопросам. Например, какого сечения должны быть провода у современных литий-полимерных аккумуляторов? Тема находится [здесь](#). Заинтересовавшиеся этой темой найдут в ней весьма полезную таблицу американского стандарта сечений проводов.

Ещё одна интересная проблема для любителей метательных планеров - каким делать таймер? Что нового придумали наши зарубежные коллеги в конструкциях этих приборов? Ответом на эти вопросы послужит тема «Метательные планеры». Тема богата иллюстративным материалом, включая видеоролики. Тема находится [здесь](#).



Предлагаем вашему вниманию одну тему из серии «ретро», т.е. об авиамоделях, построенных несколько лет назад. Примером удачной конструкции является копия популярного самолёта «Пайпер», вернее его модели, выпускаемой известной японской фирмой «Киошо».

Тема: «Реинкарнация Пайпера или птица-феникс» находится [здесь](#).



Этот самолёт, сделанный из обыкновенной потолочки, ученических линеек и канцелярского скотча, до сих пор отлично летает, радуя автора своим пилотажем и неприхотливостью к «аэродромам».

Желаем всем нашим читателям позитивных впечатлений от общения на нашем форуме!

До новых встреч!



ЛАТУННАЯ ТРУБКА

АССОРТИМЕНТ

Пилотирует курсант радиоуправляемой авиации Алексей Мельников - автор снимков



Авиамodelьная лаборатория "Открытое небо", г. Пущино, фото предоставлены Алексеем Мельниковым



Руководитель лаборатории Виталий Балобанов





Су-30 и "Аист" Виталия Балобанова



Взлёт "Аиста"

Су-30, проход на малой высоте



Су-30, "кобра"





Авиация большая и малая. Слева - настоящий L-410, справа - РУ Су-30

Взгляды кружковцев устремлены на головокружительный каскад фигур Су-30





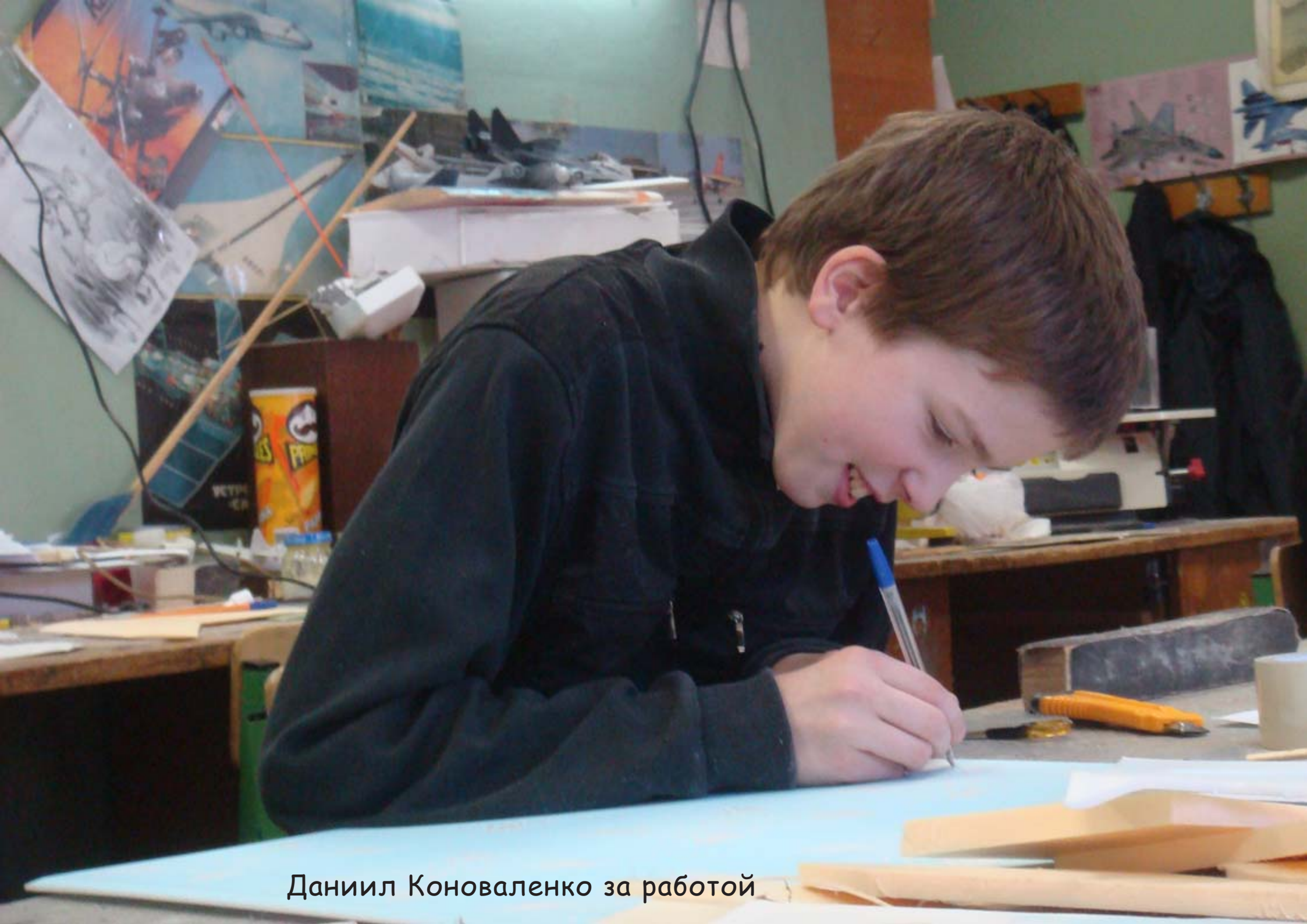
"Аист" Алексея Мельникова



До полёта ещё строить и строить...



Гоша Талагаев за работой над стендовым Superjet 100



Даниил Коноваленко за работой

Кирилл Богатырёв и его учебный истребитель





АККУМУЛЯТОРНЫЙ ОТСЕК
(ЛЕВАЯ ЧАСТЬ)

М.В. ВИКИ
Информационный портал
Музей истории авиации
Москва, ул. М.В. Вики
Тел: +7 (495) 125-12-12
Сайт: www.viki.ru



THOMAS
ENGLISH
MEDIEVAL SH...

L-39 Виталия Балобанова

Тренировка перед планерными соревнованиями






Наследие советского времени - кордовый Як-18ТС



Свободнолетающий планер на взлёте с леера



МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАТРИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

пленка, скотч, разделители,
гели, микросфера,
микроцеллюлоза, стеклопудра,
стеклошница

АССОРТИМЕНТ