

Любительский журнал для авиамodelистов-самодельщиков

# ОТ ВИНТА



1 (11), 2010

## В НОМЕРЕ

Motorcalc -  
это просто



Двигатели ДВС -  
ностальгия



Необычный  
Робинсон



Авиамодель Олега Орлова и Александра Милова  
с управляемой ракетой, которую можно пускать с борта РУ самолета

Циакрин -  
факты







# SHOPRC.RU



В нашем магазине мы предлагаем Вам разнообразные радиоуправляемые модели самолетов, вертолетов, автомоделей, моделей катеров и яхт как электрических, так и бензиновых. Также у нас Вы найдете аксессуары, запчасти для радиоуправляемых моделей.

Ассортимент нашего магазина порадует не только новичков, которые решили купить для себя первую радиоуправляемую модель, но и уже искушенных любителей радиоуправляемых моделей, которые уже стали профессионалами в обращении с такого рода техникой.



Мы предлагаем нашим клиентам постоянно обновляющийся ассортимент радиоуправляемых моделей. У нас Вы всегда найдете как классические модели, так и популярнейшие новинки.



Доставка возможна в любой регион Российской Федерации.

Будем очень рады встречи с Вами в нашем магазине!

С уважением, команда «ShopRC».

(495)740-51-73

shoprc@mail.ru

ICQ: 559811005

**Над номером работали:**

Барыкин Виталий  
Милов Александр  
Мороз Игорь  
Мясников Виктор  
Орлов Олег  
Полонен Павел  
Рыбкин Евгений  
Симонов Михаил  
Субботин Валентин  
Штефан Виталий

E-mail: [otvinta@aviamodelka.ru](mailto:otvinta@aviamodelka.ru)  
WWW: <http://aviamodelka.ru>

Мнение авторов может не совпадать с точкой зрения редакции.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

Периодичность выхода журнала:  
не реже 1 раза в 3 месяца.

**Уважаемые коллеги!**

Перед вами - первый в новом году номер журнала «От винта!»

За прошлый год было подготовлено и опубликовано 6 номеров. И пусть не всегда соблюдались запланированные сроки выхода, но редакторская группа выполнила главное - выпустила все номера и сохранила лицо журнала. Ведь несмотря на обилие Интернет-ресурсов по тематике авиамodelизма, простой анализ отзывов читателей явно показывает, что такой журнал нужен. Поэтому не будем обращать внимания на прогнозы скептиков, а будем работать!

Что ещё видно из отзывов читателей? Высказывается множество просьб прояснить на страницах журнала те или иные вопросы моделизма, рассказать о тонкостях технологии, познакомить с новыми разработками в области применимых для моделизма компьютерных программ и множество других просьб. Можно понять читателей, которые хотели бы получить концентрированный источник информации, да ещё и с элементами интерактивности. Но вся трудность исполнения их желаний в том, что пока слишком небольшое число наших коллег берут на себя труд написать статью, поделиться наработанным опытом. А ведь, по сути, наш журнал делаем мы сами, и чем больше будет авторов, тем «толще» и насыщенней будет он. Так что не стесняйтесь братья за перо, в смысле, садиться за клавиатуру! Такой труд принесёт вам уважение огромного числа наших читателей.

Заканчивается зима, а значит, период строительства новых моделей. Думаем, что описание многих из них мы увидим на страницах наших следующих номеров.

Надеемся, что статьи первого номера 2010 года окажутся для вас, как обычно, интересными и полезными!

Новых вам творческих успехов!

**В номере**

**Дайджест нашего форума**

**Начинающим**

*Motocalc - это просто, Евгений Рыбкин*

**Это интересно**

*Двигатели ДВС, Виталий Барыкин*

**Это актуально**

*Разные клеи, Михаил Симонов*

**Сундучок**

*Книга "Справочник по клеям", Игорь Мороз*

**Модельное ПО**

*Визуализация в Solid Works, Валентин Субботин*

**Наши материалы**

*Циакрин, Валентин Субботин*

**Наши технологии**

*Имитаторы управляемых ракет, Олег Орлов, Александр Милов*

**Наши модели**

*Резиномоторный вертолет или нескончаемый эксперимент, Виталий Штефан*

**Фотохроника**



Д

Игорь Мороз

## НАШЕГО ФОРУМА

Й

Коллеги, наш форум постоянно живет, развивается. Ежедневно на нем появляется огромное количество информации.

Д

Ж

Е

С

Т

Не пропустить что-то интересное и важное поможет вам этот дайджест.

Думается, что он будет весьма полезен нашим читателям.



Коллеги, как говорится: «От винта!»

Посмотрим, что же интересенького появилось на форуме за последнее время.

Начнем, конечно же, с тренеров.

Хотелось бы отметить несколько работ, в том числе [«Пилотажка-тренер»](#) (для новичков: простой самолет для полета в поле), а также [«Простой электротренер»](#)

Обе эти работы объединяют требования к простоте постройки, неприхотливости в ремонте и обслуживании, а также возможность быстрого освоения летных навыков. Как обычно, наши авторы оказались на высоте и воплотили в жизнь задуманное.







Двигаемся дальше, а давайте сразу от простого перейдем к экзотике.

Все (ну, почти все) помнят наши пионерские шары монгольфьеры. Даже если в свое время кому-то и не пришлось строить эти летательные аппараты, то, по крайней мере, все их видели в литературе. Обязательным атрибутом таких полетов было лето, пионерский костер... А может попробуем без первого и второго? Пусть будет зима и солнце... О том, что из этого получилось, можно прочесть в теме [«Воздушный шар-монгольфьер с нагревом от солнца»](#).

Как выяснилось, наша пионерская мечта может летать и без лета, работая на экологически чистом (альтернативном) топливе, да еще нести на себе фотоаппаратуру.



Хотя, для справедливости надо сказать, что постройка и классических тепловых шаров не закончилась с уходом пионерии. Нынешние воспитанники авиамodelьных студий с удовольствием работают сообща при постройке шара. Об опыте клуба «Авиатор» читайте в теме [«Раскрой и изготовление теплового шара»](#).



Продолжая разговор об экзотике, советуем заглянуть на страничку, где строился [«Ковёр-самолёт»](#).

И хотя это - не ковер в прямом смысле этого слова, но все же очень похож. Правильнее модель можно назвать «Снегошняка», по аналогии с известной всем «Гидрошняка». Но ковер, так ковер, автору виднее.



Классические модели отметились разнообразием технологий постройки.

Незаменимый пенопласт под умелыми руками мастера превратился в «Пилотажку из потолочки или Spin2\_FF» на электротяге.

Читаем об удачной импровизации на тему «Катаны», качаем чертежи, строим... и в полет!



Стандартная наборная бальсовая конструкция была применена автором в «Проекте "Воздух"»

Изюминкой проекта является бортовая иллюминация, позволяющая летать в сумерки и доставляющая массу удовольствия автору и зрителям.

Сложно обойти вниманием обзорную тему по постройке модели из стеклопластика «ЯК-9 из стеклопластика, полукопия ЯК-9 масштаб 1:12»

По масштабу вы, наверное, догадались, что речь идет о моделях для боя, а в этом виде состязаний очень важно иметь не только крепкую модель, но и быстроповторяемую технологию. Комментировать тему бесполезно, ее нужно срочно читать.

**КАРБОНОВЫЕ  
РЕЙКИ**

В нашем магазине

**КАРБОНОВЫЕ  
СТЕРЖНИ**

В нашем магазине







Эксперименты, обсуждения нестандартного в моделизме.

В этот раз давайте обратимся к проблеме вертикального взлета. Обмен мнениями, фото и видео материалы представлены в теме [«Вертикальный взлет...»](#).

Если в предыдущей теме говорилось о теоретических разработках конструкции вертикального взлета, то автор разработки [«Самолёта вертикального взлёта и посадки. Двигок по мотивам "Пегаса"»](#)

пенопласт  
**Rohacell**

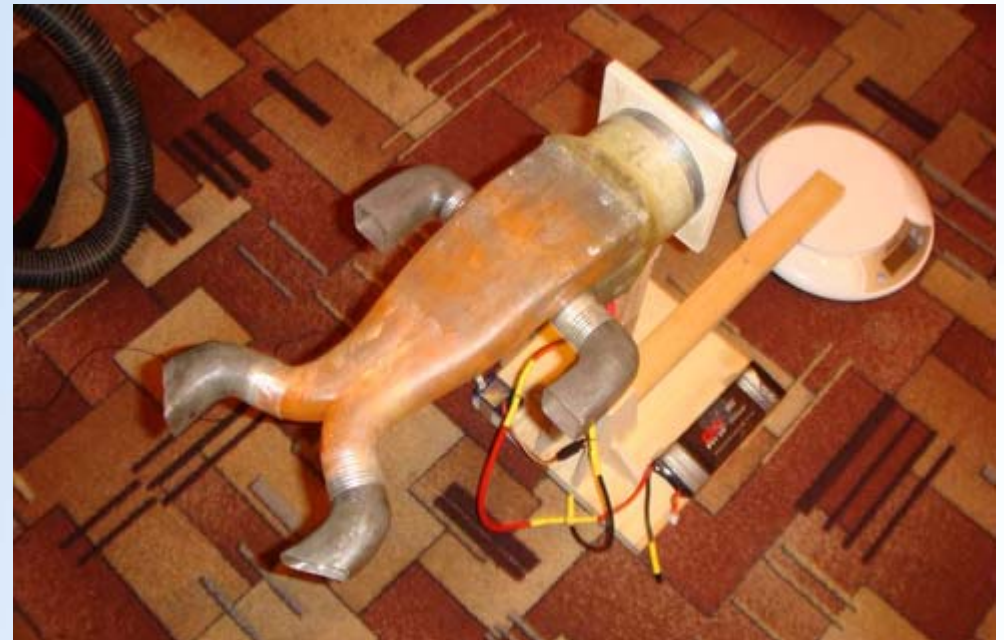
*В нашем магазине*

пенопласт  
**Herex**

*В нашем магазине*

пытается воплотить свою мечту в реальность.

Ну что же, пожелаем ему удачи, а творению легкого крыла.



Очередная попытка привить детям любовь к авиамоделированию в форме проведения «Уроков авиамоделизма, разовые занятия в детских учреждениях».

При этом автору (учителю) пришлось взять на себя бремя массового изготовления КИТов детских моделей.



И вот была совершена очередная попытка привить детям любовь к авиамоделированию в форме проведения «Уроков авиамоделизма, разовые занятия в детских учреждениях».

При этом автору (учителю) пришлось взять на себя бремя массового изготовления КИТ`ов детских моделей.



Ну, и в завершении обзора форума, стоит посмотреть «Шутки нашего форума». Итак, смеемся, радуемся жизни, строим модели и летаем.

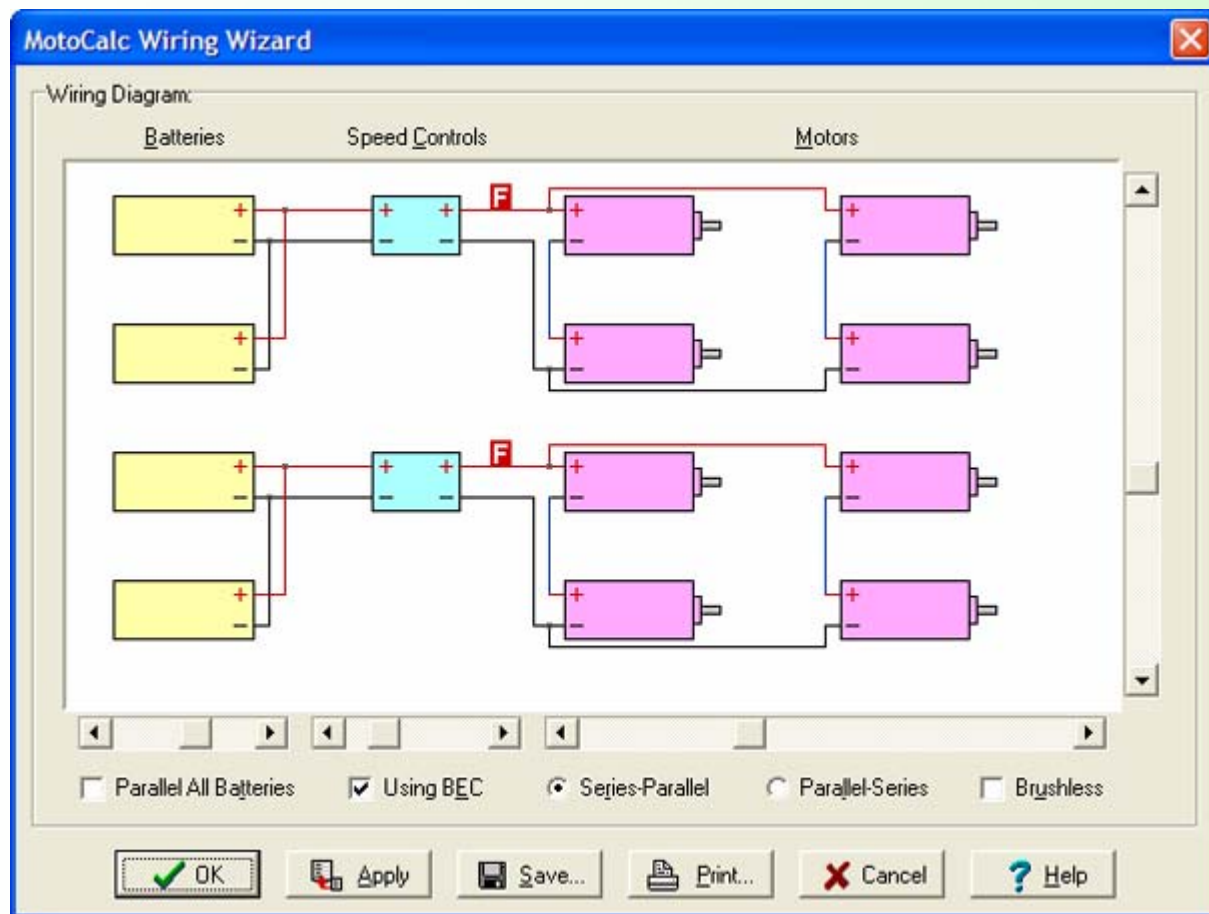
Удачи нам всем!





# МОТОСАЛС - ЭТО ПРОСТО

ЕВГЕНИЙ РЫБКИН



Не летит самолет? А вот мы на него пропеллер побольше прикрутим! ...Чего-то мотор перегреваться стал...все, сгорел. А мы и мотор помощнее поставим!... Ой, а аккумулятор-то как нагрелся, сейчас вздуется?... Тоже ставить посильнее? И самолет какой-то тяжелый стал, чуть повернешь - сваливается. Беда. Нет, не нравятся мне эти электрички, как-то плохо они летают, неправильно.



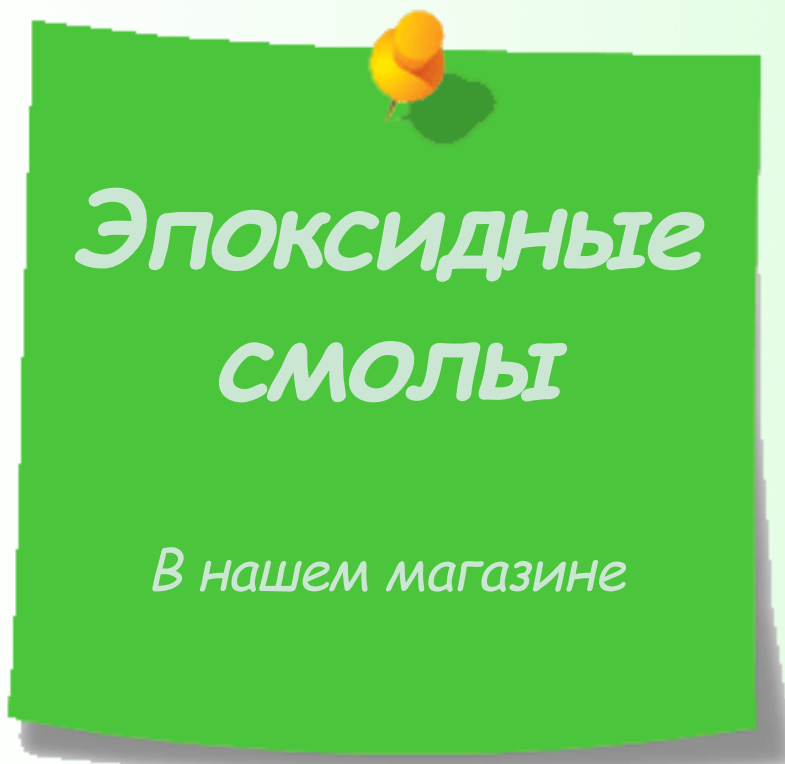
Вот для того, чтобы такие вопросы «А какой мотор (винт, батарею) на этот самолет ставить?» не ставили в тупик новичков, а опытные моделисты не гадали над характеристиками будущих машин - и написали такую программу MotoCalc. Она занимается расчетом статической и динамической тяги двигательной установки электролета и позволяет точнее подобрать сочетание пропеллер/мотор/аккумулятор к конкретной модели и конкретным требованиям к ее поведению в воздухе.

В базе данных программы присутствует изрядный ассортимент всяческих фирменных моторов, аккумуляторов,

регуляторов хода, воздушных винтов и импеллеров, а также некоторый набор моделей. Однако имеется и инструментарий для вычисления параметров самодельных или малоизвестных компонентов винтомоторных установок (ВМУ).

Эта статья не посвящена всем секретам и тонкостям программы и методик ее применения - для этого пытливым умам достаточно документации самой программы.

Здесь я попытаюсь лишь «приучить» электролетчика к этому несложному инструменту и дать первичные элементарные навыки его использования.



## Старт

При первом запуске программа попросит авторизации, обещая иначе проработать не более 30 дней. Вопросы покупки или напротив, нелегального

использования, в этой статье не рассматриваются; далее считаем, что работаем эти 30 дней.

## MotoWizard

Первое, что предложит программа при запуске - модуль для автоматического подбора компонентов ВМУ из числа имеющихся в ее базе (Рис.1).

И как всякий автомат, он недалек и чудаковат в выборе вариантов. Ибо предлагает такие детали, которые в распоряжении хоббиста могут и не оказаться никогда. Поэтому предлагается нажать соответствующую кнопочку на его панели, чтоб он больше не появлялся, и вообще забыть о его существовании.



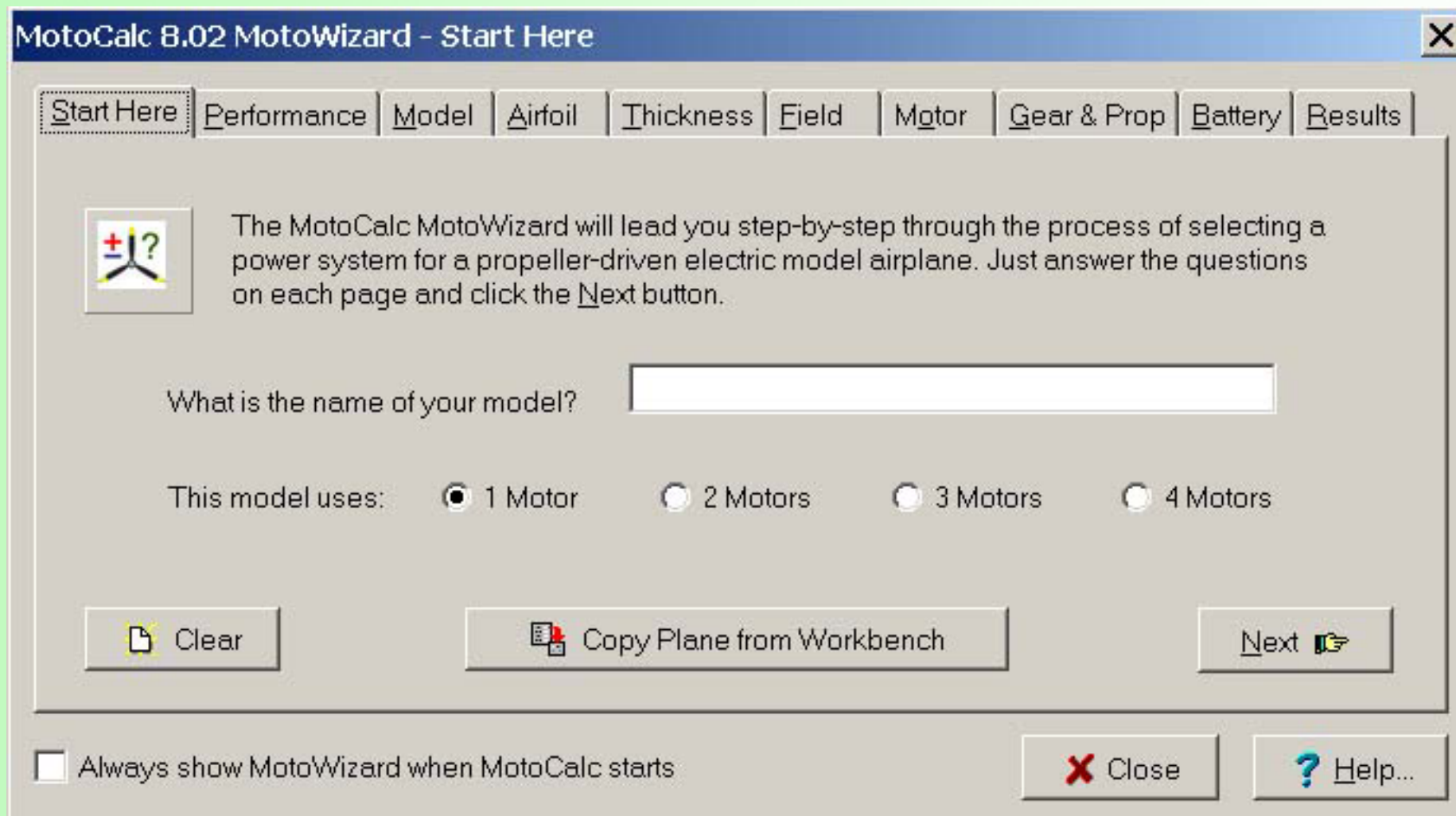


Рис.1

**Motor**

Name:

Motor Constant:  rpm/V

No-load Current:  A

Resistance:   $\Omega$

Weight:  g

Brushless  Out-runner

**Battery**

Cell:  C

Capacity:  mAh @  V

Impedance:   $\Omega$  Type:

Weight:  g

Series Cells:  + to  +

Parallel Cells:  + to  +

**Filter**

Name:

Maximum Current:  A

Maximum Loss:  W

Min Motor Efficiency:  %

Max Motor RPM:  rpm

Minimum Thrust:  g

Use It

**Drive System**

Description:

Gear Ratio:  :1 to  :1 by  :1

G.B. Efficiency:  %  Weight:  g

Propeller Diam:  to  by  in

Propeller Pitch:  to  by  in

P.Const:  Num Blades:

T.Const:  Num Props:

Propeller

Series Motors:

Parallel Motors:

**Speed Control**

Name:

Resistance:   $\Omega$

Maximum Current:  A

Weight:  g

Brushless  High-rate

Number of ESCs:

**Airframe**

Name:

Wing Span:  cm

Wing Area:  dm<sup>2</sup>

Empty Weight:  g

Cl=0,47

Clopt=0,81

Clmax=1,24



## Настройки

Главную панель программы вы увидите сразу (Рис. 2).

Можно даже командой *File \ Load Project* загрузить из списка какой-нибудь проект и попытаться, из чего это он состоит. Но вряд ли в списке проектов попадется искомая модель.

А вот что нужно сделать сразу, во избежание дальнейших недоразумений, - это настроить исходные установки программы (Рис. 3)

Предлагаю для удобства сразу считать диаметр пропеллера в

дюймах, а все остальное - в метрических величинах. А также установить лето (температура 20С) и уровень над морем тоже метров 20-30.

Если есть подключение к Интернету, командой Обновление *Update \ Update all* полезно пополнить имеющиеся базы новыми данными - новыми моторами, аккумуляторами и т.п. - что найдется нового на тот момент.



**L-285**

**L-286**

В нашем магазине



**LARIT**

В нашем магазине

Measurement Units:

All Imperial/U.S.  
 Imperial/U.S., Metric Temp/Press  
 Metric with Prop Sizes in Inches  
 All Metric  Force in Newtons

Field Elevation:  m

Sea Level Pressure:  kPa

Air Temperature:  °C

Displayed and Printed Report Columns:

<input checked="" type="checkbox"/> Airspeed	<input checked="" type="checkbox"/> Total Weight	<input checked="" type="checkbox"/> Output Power	<input checked="" type="checkbox"/> Rate of Climb
<input checked="" type="checkbox"/> Drag	<input checked="" type="checkbox"/> Battery Current	<input checked="" type="checkbox"/> Output Power Loading	<input checked="" type="checkbox"/> Pitch Speed / Efflux
<input checked="" type="checkbox"/> Lift	<input type="checkbox"/> Motor Current	<input checked="" type="checkbox"/> Motor/Gearbox Efficiency	<input checked="" type="checkbox"/> Propeller Efficiency
<input checked="" type="checkbox"/> Number of Cells	<input checked="" type="checkbox"/> Motor Voltage	<input checked="" type="checkbox"/> Shaft Efficiency	<input checked="" type="checkbox"/> Total Efficiency
<input checked="" type="checkbox"/> Gear Ratio	<input checked="" type="checkbox"/> Input Power	<input checked="" type="checkbox"/> Motor RPM	<input checked="" type="checkbox"/> Time
<input checked="" type="checkbox"/> Diameter	<input checked="" type="checkbox"/> Input Power Loading	<input checked="" type="checkbox"/> Propeller RPM	
<input checked="" type="checkbox"/> Pitch	<input checked="" type="checkbox"/> Power Loss	<input checked="" type="checkbox"/> Thrust	

At least one of the purple column names must be selected for display on the reports.

Printing:

Use Styles  
 Use Colours

Default Gear Eff:  %

Other Options:

Account for heating in motor performance calculations  
 Display at least 3 digits in report columns  
 Show MotoWizard when MotoCalc starts  
 Show Tip of the Day when MotoCalc starts

Рис. 3



## Типовой пример расчета

Для примера выберем типовой копийный тренер Cessna 152 масштаба 1/9 (Рис. 4).

Как видно по полям главной панели (Рис. 5), в этом проекте применены:

- коллекторный мотор Graupner Speed 400 race 4.8V
- аккумуляторная батарея из 7 элементов NiCd Sanyo 1100 мАч
- планер Cessna 152 с размахом крыла 112.75см и площадью 18.3 кв.дециметра и «сухим» весом 566г
- регулятор Stefan Light на 12А
- редуктор 1:3.33

и исследуется целый набор пропеллеров диаметром от 7.5" до 8" и шагом от 4" до 6".

На результат этого исследования можно посмотреть, нажав кнопку *Compute report* главной панели.



## СТЕКЛОПУДРА

*В нашем магазине*



## МИКРОСФЕРА

*В нашем магазине*

Project Browser - 73 Projects

Find:

Configuration	Motor	Cell Type	Series	To	Parallel
Accord Rock & Roll	Aveox F10LMP Light (w/o gearbox)	Sanyo CP-2400SCR	7	7	
Ace Pacer	Graupner Speed 400 6V #3321	Sanyo 600AE	7	7	
Ace Pacer - Twin	Graupner Speed 400 6V #3321 (cat)	Sanyo 800AR	7	7	
Albatros (RCM July 1994)	Graupner Speed 600 8.4V #3301	Sanyo 1700SCR	14	16	
Alfa MiG-15	Feigao 130S 20T (1308420S)	Max 1000 20C	3	3	
Alfa MiG-15x	Purple Power PPI-2042-4850	FlightPower 1200	3	3	
Astro Challenger, Modified	Astro Cobalt 05 7T#20 #605	Sanyo 1000SCR	8	8	
Astro Super Monterey	Astro Cobalt 05 7T#20 #605	Sanyo 1400SCR	8	8	
Avro Arrow (05 Prop)	Kyosho Magnetic Mayhem (test)	Sanyo 1700SCRC	7	7	
Avro Arrow (Twin 480)	Graupner Speed 480 BB Race 7.2V	Sanyo 1250SCR	8	8	
Be-12	Hivolt 12pole	IrateC 4000	3		
Be-200	Tower Pro	FlightPower 3700	3	3	
Boeing 737	Kyosho Magnetic Mayhem	Sanyo 1000SCR	20	20	
Boeing 747	HiMaxx HA2025-4200	IrateC 4000	3		
Cermark Islander ARF	Kyosho Atomic Force 17T (est)	Sanyo 2000SCR	14	16	
Cessna 152 1/6th Scale - Light Weight	Kyosho Atomic Force 17T	Sanyo CP-2400SCR	7	7	
Cessna 152 1/9 Scale	Graupner Speed 400 Race 4.8V #33	Sanyo 1100AAU	7	7	

◀

Рис. 4



**Motor**

Name:

Motor Constant:  rpm/V

No-load Current:  A

Resistance:  Ω

Weight:  g

Brushless  Out-runner

**Battery**

Cell:   C

Capacity:  mAh @  V

Impedance:  Ω Type:

Weight:  g

Series Cells:    to

Parallel Cells:    to

**Filter**

Name:

Maximum Current:  A

Maximum Loss:  W

Min Motor Efficiency:  %

Max Motor RPM:  rpm

Minimum Thrust:  g

Use It

**Drive System**

Description:

Gear Ratio:  :1 to  :1 by  :1

G.B. Efficiency:  %  Weight:  g

Propeller Diam:  to  by  in

Propeller Pitch:  to  by  in

P.Const:   Num Blades:

T.Const:   Num Props:

Propeller

Series Motors:

Parallel Motors:

**Speed Control**

Name:

Resistance:  Ω

Maximum Current:  A

Weight:  g

Brushless  High-rate

Number of ESCs:

**Compute Report...**

**Airframe**

Name:

Wing Span:  cm

Wing Area:  dm<sup>2</sup>

Empty Weight:  g

Cl=0,54

Clopt=0,72

Clmax=1,24

Close  Help...

Она выведет вот на список - см. файл «*Motocalc\_1.jpg*» в приложении к журналу.

Здесь выведены строчки статических результатов тяги - с разными пропеллерами. Выбрав строчку нужного варианта и нажав кнопку *In-flight*, получаем вот такую таблицу поведения мотоустановки в полете, на разных скоростях - см. файл «*Motocalc\_2.jpg*» в приложении к журналу.

Эта таблица - и есть искомый результат расчета.

Перед таблицей - сводные параметры модели из проекта и то, что программа определила сразу. А именно - полетный вес модели (получился 833г, надо сверить с

действительностью), нагрузка на крыло (48.2г/кв.дм), вычисленные коэффициенты  $C_x$  и  $C_y$ , а также в строчке *Stats* энерговооруженность модели (93 Ватт/кг, с учетом КПД - 64 Ватт/кг), скорость сваливания модели (8.3 м/с), скорость удержания модели «на рулях» 10.8м/с (тут же при каком «уровне газа» это достигается и какая при этом длительность полета и температура мотора), скорость горизонтального полета 12.7м/с (с аналогичными сопутствующими характеристиками).

Красные строчки вверху таблицы означают, что на этих скоростях (0 - 2 м/с) пропеллер перегружен и находится вне зоны КПД.



Следовательно, в статике с этим пропеллером оценка тяги не показательна, и ВМУ на этих скоростях неэффективна.



**БАЛЬЗА**

ассортимент

*В нашем магазине*

Желтые строчки - зона сваливания модели. На этих скоростях (0-8.5 м/с) модель не будет держаться в воздухе.

Голубая строка (11м/с) - минимальная скорость удержания модели в горизонтальном полете с помощью рулей без сваливания - на предельном для данного случая угле атаки крыла. Между желтыми и голубой строками - скорости, на которых модель неизбежно снижается.

Зеленая строка (12.5м/с) - скорость горизонтального полета при нулевом тангаже модели. Между зеленой и голубой строками - зона удержания модели в горизонтальном полете с помощью рулей, пилотажем.

Все строки ниже зеленой являются расчетным запасом скорости модели для энергичного пилотажа.

*Замечание.* Распространенный среди моделей 3Д-пилотажа случай с крылом симметричного профиля и нулевым углом установки не дает зеленой строки. И это не удивительно - при нулевом угле атаки симметричный профиль дает нулевую подъемную силу.

Меняя толщину и кривизну профиля, можно снизить скорость удержания, а еще и угол установки - минимальную скорость горизонтального полета.

Из таблицы легко заметить, что скорость *AirSpd* растет до тех пор,

пока тяга мотоустановки *Thrust*, также меняющаяся со скоростью, не сравняется с растущим лобовым сопротивлением *Drag*. Это и будет максимальная расчетная скорость модели. А в зеленой строке значение подъемной силы *Lift* равняется весу модели (условие горизонтального полета).

Другие параметры также меняются со скоростью полета. Видно, как уменьшается в полете потребляемый ток *Batt Amps* - с 11.8А в статике до 10.4А на максимальной скорости, и, соответственно этому, растет продолжительность полета *Time*. Встречный поток разгружает винт, и его обороты немного возрастают



на скорости - с 7756 об/мин до 8310 об/мин.

Эту таблицу можно сохранить в формате txt или html с помощью кнопки *Save*.

Но вся прелесть в том, что эта таблица - «живая». В правом верхнем углу есть слайдер *Throttle*, имитирующий изменение «величины газа» мотора. Исходно он 100%, уменьшая его, можно узнать по пропаданию строчек скорости до зеленой, на каком газу можно удерживать модель в горизонтали, и как при этом изменятся продолжительность полета, потребляемый ток и прочие параметры в таблице.

Но зависимость от скорости

полета - не единственная, которую проясняет *MotoCalc*. По нажатию кнопки *Graph* выводится графики зависимостей любого параметра расчета от любого другого параметра, что позволяет найти оптимум того или иного параметра - см. файл «*Motocalc\_3.jpg*» в приложении к журналу.



*Проволока  
ОВС*

*В нашем магазине*

Любопытно, что в панели выбора вариантов мотоустановки тоже есть эта кнопка, но показывает она графики сравнения этих вариантов (в данном случае - зависимости от изменения шага и диаметра винта), что позволяет наглядно оценить и выбрать подходящий вариант.

Можно открыть несколько расчетных таблиц от каждого варианта. Тогда кнопка Compare выдаст панель, где сравниваются эти варианты в цифровом виде (даже с параметрами, отсутствующими в расчетной таблице), причем строки с различающимися параметрами будут выделены голубым - см. файл «Motocalc\_4.jpg» в приложении к

журналу.

(Если оставить окна результатов открытыми, а в главной панели загрузить другой проект, сравнивать можно результаты разных проектов - или оперативные изменения в текущем проекте.)

И это еще не все. По нажатию кнопки Opinion программа выдает прямым текстом все, что думает о вашей модели - как она будет взлетать, выполнять виражи и фигуры пилотажа и прочее. Никакого волшебства здесь нет, отдельные фрагменты текста заготовлены заранее, и всего лишь комбинируются сообразно результатам расчета, с цифрами и элементарным анализом - см. файл



«*Motocalc\_5.jpg*» в приложении к журналу.

Воспользовавшись электронным переводчиком, можно многое понять, в том числе, чего стоит ожидать от модели.

### Собственный проект

Очистим поля программы *File\New Project* (если не собираемся основывать его на каком-нибудь предыдущем). Полезно тут же и сохранить проект (пока пустой), чтобы ему было присвоено название (например, *Mu\_Yakovlew*). Это не имя модели, а имя проекта; одна модель может присутствовать в разных похожих проектах.

Можно начать с выбора мотора.

По кнопке *Open* в разделе *Motor* открывается гигантский список моторов разных производителей - см. файл «*Motocalc\_4.jpg*» в приложении к журналу.

Кнопка *Similar* в этой панели выдаст список моторов, ближайших по параметрам к выбранному.

Если нужного мотора в списке не найдется, придется по известным от производителя параметрам: вольтовой константе *Motor constant Kv* (число оборотов на 1 Вольт), сопротивлению обмоток *Resistance*, и току холостого хода *I<sub>0</sub>* - сочинить свой мотор и пополнить им базу (*Save*).

Иногда на коробке с мотором написаны для данного случая

малоинформативные вещи - рабочее напряжение мотора, его обороты при этом напряжении и потребляемый ток. Уже то, что в модельной авиации моторы часто работают на более высоком напряжении, «с перекалом», говорит о малоприменимости этих данных.

Не будет ошибкой сказать, что электромотор - «токовый» прибор, и подаваемое на него напряжение есть вещь умозрительная без учета нагрузки и т.п. Тем не менее, для таких случаев существует сервис, вызываемый кнопкой *Catalog*, позволяющий по этим параметрам вычислить  $K_v$ ,  $I_0$  и  $R$  обмоток мотора

**Catalog Data Input**

Data Input:

Nominal Voltage:  V

Free Running RPM:

Current at Max Efficiency:  A

Stall Current:  A

Motor Parameters:

Motor Constant:  rpm/V

No-load Current:  A

Resistance:  Ω

Enter any two of the three current values, and MotoCalc will automatically compute the third one.

OK Apply Cancel Help



Если есть только сам мотор с неизвестными параметрами, придется вооружиться приборами - мультиметром, тахометром, и с помощью другого сервиса, вызываемого кнопкой *Test*, замерить

падение напряжения, ток и обороты мотора на холостом ходу и под нагрузкой - и программа вычислит искомое.

**Test Data Input**

Type of Data:

Free Running and Under Load       Best Efficiency and Other

Free Running:

Terminal Voltage:  V

Current:  A

RPM:

Under Load:

Terminal Voltage:  V

Current:  A

RPM:

Motor Parameters:

rpm/V       A       Ω

OK      Apply      Cancel      Help

**ЦИАКРИН**

средний

В нашем магазине

**ЦИАКРИН**

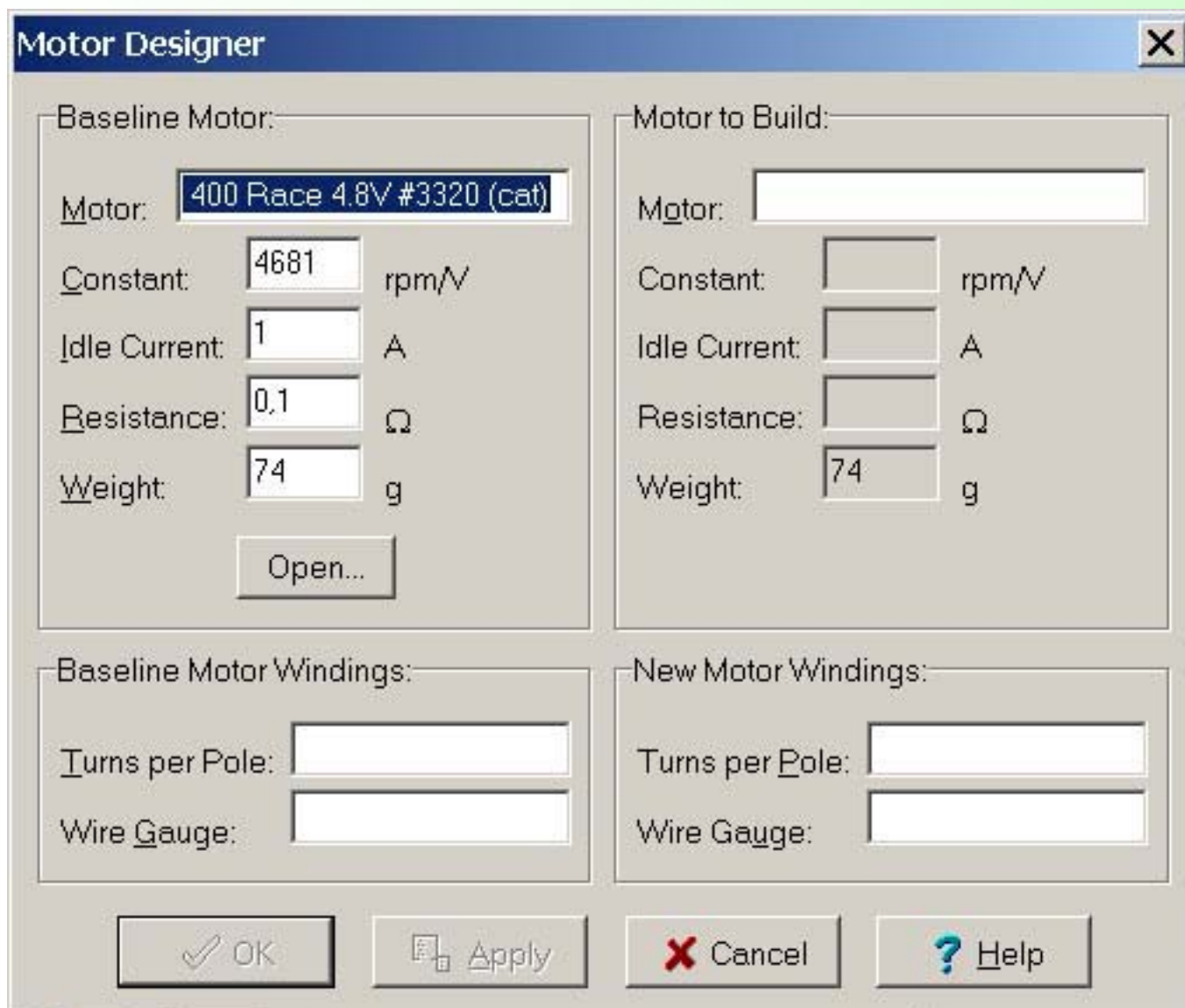
жидкий

В нашем магазине

Для тех, кто любит перематывать покупные моторы под свои потребности, есть сервис,

вызываемый кнопкой *Design*. Введя в поля исходные параметры стандартного мотора и выяснив

после его разборки число витков и диаметр провода обмоток, можно подобрать провод и витки для новой обмотки для получения нужных  $K_v$ ,  $I_0$  и  $R$ .



Motor Designer

Baseline Motor:

Motor: 400 Race 4.8V #3320 (cat)

Constant: 4681 rpm/V

Idle Current: 1 A

Resistance: 0.1  $\Omega$

Weight: 74 g

Open...

Motor to Build:

Motor:

Constant: rpm/V

Idle Current: A

Resistance:  $\Omega$

Weight: 74 g

Baseline Motor Windings:

Turns per Pole:

Wire Gauge:

New Motor Windings:

Turns per Pole:

Wire Gauge:

OK Apply Cancel Help

**БАЛЬЗА**

ассортимент

В нашем магазине



*Замечание.* Этот сервис особенно наглядно иллюстрирует основной принцип расчета MotoCalc - «если ..., то ...». Если при таких-то условиях получается то-то, и это соответствует измерениям, то, согласно несложным формулам, при других условиях получится вот так-то.

Казалось бы, в программе номинальная (и максимальная) мощность мотора нигде не фигурирует, кроме как в названии мотора (формуле сердечника). И маленький моторчик-звоночек может таскать килограммовую модель. Это не так. Как ни странно, косвенно этот параметр присутствует в массе мотора *Weight*,

и учитывается в расчете не только в оценке массы модели. (Попробуйте ради прикола поменять массу мотора и сравнить результаты расчета - особенно тока, тяги и КПД установки.)

Кроме отличия б/к моторов от коллекторных, программа отличает *Outrunner*'ы от *Inrunner*'ов, предполагая у первых больший крутящий момент.

Аккумуляторная батарея *Battery* - тоже очень важный элемент мотоустановки. Каким бы мощным ни был мотор, он не выдаст нужной мощности со слабым аккумулятором.

Список элементов батареи открывается кнопкой *Open* - см.

## Нить СВМ

В нашем магазине

## Тросик стальной

В нашем магазине

файл «*Motocalc\_6.jpg*» в приложении к журналу.

Здесь присутствуют и данные, которыми не любят делиться производители аккумуляторов - особенно внутреннее сопротивление *Impedance*, напрямую влияющее на токоотдачу аккумулятора.

Количество элементов в батарее можно варьировать в заданном диапазоне - как последовательно соединенных *Serial Cells*, так и

параллельно - *Parallel Cels*, соответственно производя варианты расчета.

Если требуется защитить будущую мотоустановку от перегрузки или исключить из рассмотрения заведомо негодные результаты, применяют фильтр, ограничивающий тот или иной параметр - максимальный ток, обороты мотора, потери, задающий минимальный КПД или тягу - все это будет учитываться при расчетах.

### Двигатель

*Drive System* программа дает выбор из двух типов - пропеллер *Proppeller* и импеллер *Ducted Fan*. В соответствии с этим меняется и

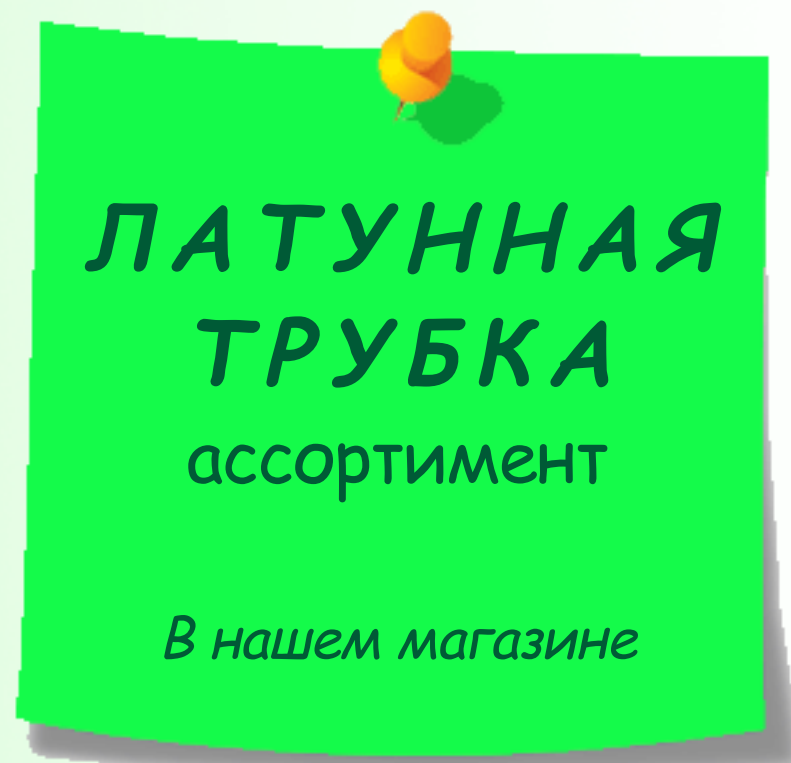


состав параметров этого раздела.

В разделе *Propeller* список воздушных винтов с редуктором, открываемых кнопкой *Open*, не слишком велик - см. файл «*Motocalc\_8.jpg*» в приложении к журналу.

И если диаметр и шаг винта, передаточное отношение редуктора *Gear Ratio* и его КПД *Efficiency* - вещи понятные, то *P.Const* и *T.Const* - это что-то загадочное. На самом деле, с помощью этих двух констант программа сводит все многообразие воздушных винтов для электрических ВМУ всего-то к двум параметрам - тяговой *Thrust* и мощностной *Power* константам винта. Первая характеризует

статическую тягу, снимаемую с винта, вторая - затрачиваемую при этом мощность. Обе получают экспериментальным путем, замерами с помощью сервиса, вызываемого кнопкой *Const* этого раздела.



**Propeller Constant Estimator** [X]

Electrical Measurements:

Test Motor:

Terminal Voltage:  V

Motor Current:  A

Estimated Parameters:

Power Const:

Thrust Const:

Propeller Measurements:

Gear Ratio:  :1 Effic:  %

Prop Diameter:   in  cm

Prop Pitch:   in  cm

Prop RPM:  rpm

Static Thrust:   oz  g  N

Buttons:

Add or Replace Constants in Lists:

Name to Use:

Assumed Test Conditions:

Elev: 30 m S.L. Pressure: 101,3 kPa Air Temp: 20°C

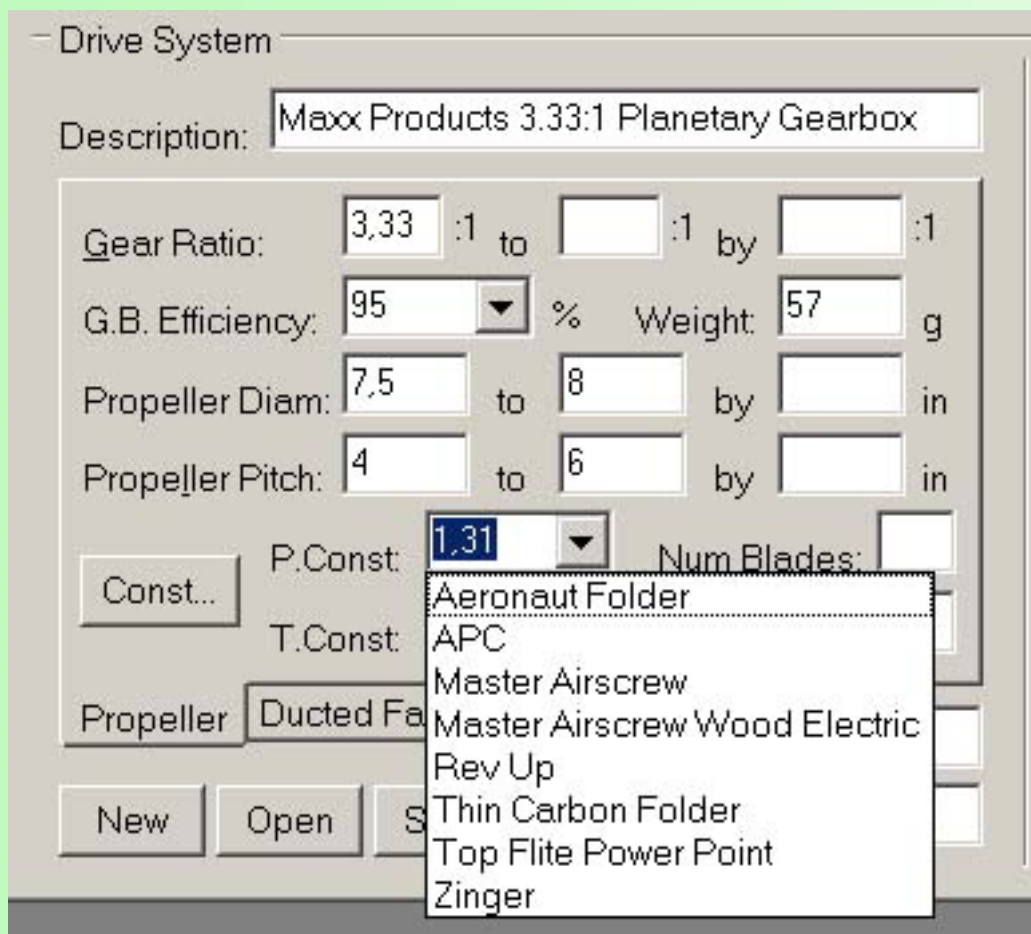
Performance calculations **do not** take motor temperature into account.

Тут уже кроме мультиметра и тахометра понадобится динамометр и ли цифровые весы - для измерения тяги. Специальные стенды для замера тяги ВМУ дают цифры именно в этот раздел.

Рис. 6



При невозможности проведения таких замеров можно использовать константы для винтов некоторых фирм-производителей в надежде на аналогичность и подобие, но точность расчетов при этом



становится вопросительной.

Число лопастей *Num Blades* пропеллера тоже можно задавать, как и число пропеллеров *Num Props* в расчете на всю модель. (Один мотор может крутить несколько пропеллеров.) А вот число моторов в модели, включенных параллельно *Parallel Motors* и/или последовательно *Serial Motors*, с этим никак не связано - несколько моторов вполне могут через редуктор крутить один пропеллер.

(А вот число регуляторов *Speed Control* может быть и меньше числа моторов даже в случае б/к моторов - программа этого не запрещает, в отличие от реальности. Превышение допустимого тока

регулятора *Maximum Current* тоже никак не скажется на расчетах).

В случае применения на модели импеллерного двигателя *Ducted Fan* все несколько сложнее.

Drive System:

Description:

Fan Diameter:	<input type="text" value="7.375"/>	cm	Power Coeff.:	<input type="text" value="0.2"/>	
Hub Diameter:	<input type="text" value="3"/>	cm	Thrust Coeff.:	<input type="text" value="0.4"/>	
Fan Pitch:	<input type="text" value="16.325"/>	cm	<input type="button" value="Pitch..."/>	<input type="button" value="Coeff..."/>	
Weight:	<input type="text" value=""/>	g			
Intake Diam:	<input type="text" value="7"/>	cm	Int. Length:	<input type="text" value="47.5"/>	cm
Exhaust Diam:	<input type="text" value="6.8"/>	cm	Exh. Length:	<input type="text" value="25.5"/>	cm

Series Motors:

Parallel Motors:

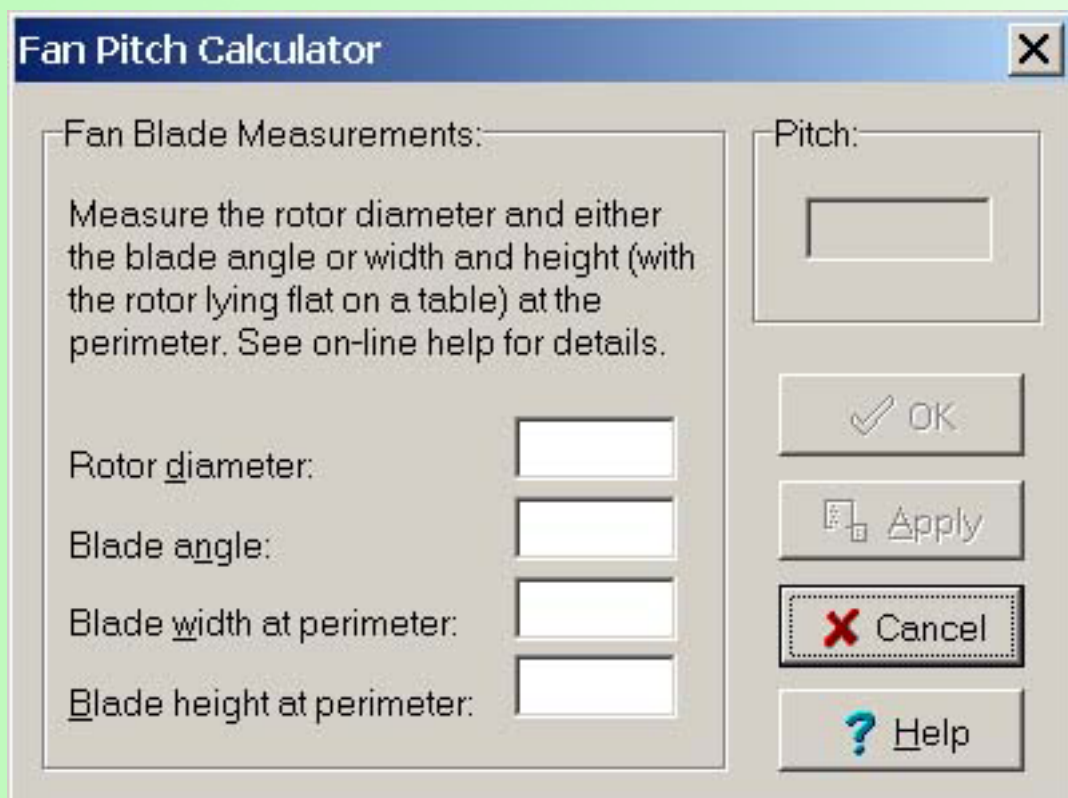
Кроме уже встречавшихся диаметра и шага (на этот раз в см.), здесь есть параметр *Hub Diameter* - диаметр кожуха мотора.

Список фирменных импеллеров не слишком велик, но постоянно пополняется - см. файл «*Motocalc\_9.jpg*» в приложении к журналу.

Кроме того, для импеллерного двигателя очень важны геометрические характеристики входного и выходного воздушных каналов. Которые в данном случае описываются всего 4-мя параметрами - диаметром входного *Intake* и выходного *Exhaust* сопла, длина *Int.Length* входного и *Exh.Length* выходного каналов.

От них считается и сужение входного и выходного каналов, а также площадь сопла и воздухозаборника. (На самом деле это параметры не импеллера, а модели, и хранятся они в базе *Airframe*).

Если диаметр импеллера замерить просто, то с шагом его крыльчатки сложнее. Для этого есть сервис, вызываемый кнопкой *Pitch*.



и штангенциркуля здесь достаточно.

А вот для определения констант импеллера (сервис кнопкой *Coeff..*), кроме мультиметра, тахометра и динамометра понадобится еще и анемометр - замерять скорость выходного потока *Efflux velocity* (Рис. 7).



При этом заголовок таблицы результата расчета будет выглядеть

**Fan Coefficient Estimator**

Electrical Measurements:

Test Motor:

Terminal Voltage:  V

Motor Current:  A

Estimated Parameters:

Fan Pitch:  cm

Power Coeff:

Thrust Coeff:

Fan Measurements:

Fan Diameter:   in  cm

Hub Diameter:   in  cm

RPM:  rpm

Static Thrust:   oz  g  N

Efflux Velocity:   mph  m/s

Assumed Test Conditions:

Elev: 30 m      S.L. Pressure: 101,3 kPa      Air Temp: 20°C

Performance calculations **do not** take motor temperature into account.

несколько иначе. Тут будут и сужения каналов в заголовке, и разгрузка импеллера на скорости значительно меньше - см. файл «Motocalc\_9.jpg» в приложении к журналу.

Рис. 7

А вот параметры планера модели надо задать в разделе *Airframe*.

Здесь нужно указать вес планера модели без моторов *Empty Weight* - т.е. вес без моторов, винтов, регуляторов и батарей, но с остальной электроникой - сервами и приемником. Хорда крыла - вещь, меняющаяся вдоль размаха, поэтому вместо нее запрашивают размах крыла *Wing Span*, и площадь крыла *Wing Area*, от которых программа уже вычисляет и удлинение крыла, и примерное аэродинамическое качество.

*Замечание.* Программа использует один тип самолета - классический моноплан. Вопросы




формы крыла, законцовок, стреловидности, обдува крыла, бипланов-трипланов и сопутствующей интерференции крыльев и проч. - здесь находятся за рамками вычислений. При попытке как-то определить биплан корректнее, наверное, удваивать хорду, а не размах крыла, ибо это не приведет к необъяснимому улучшению аэродинамического качества.

По нажатию кнопки *Coef* выводится чуть более подробная панель настройки планера модели, касающаяся аэродинамических коэффициентов:

Lift and Drag Coefficient Estimator

Airfoil Parameters:

$C_l=0,54$   
 $C_{lmax}=1,24$   
 $C_{dp}=0,012$   
 $C_{di}=0,014$   
 $C_{do}=0,036$   
 $C_d=0,061$



$C_{lopt}=0,72$   
 $LD_{max}=9,80$

Flat or curved plate with square edges

Thickness: 1%  20%

Camber: 0%  15%

Angle of Attack: -5°  30°

Fuselage Cross Section:

Circular or elliptical  
 Rounded corners  
 Rectangular

Surface Finish:

Smooth (plastic film)  
 Average (dope, fabric)  
 Rough (bare wood)

Landing Gear:

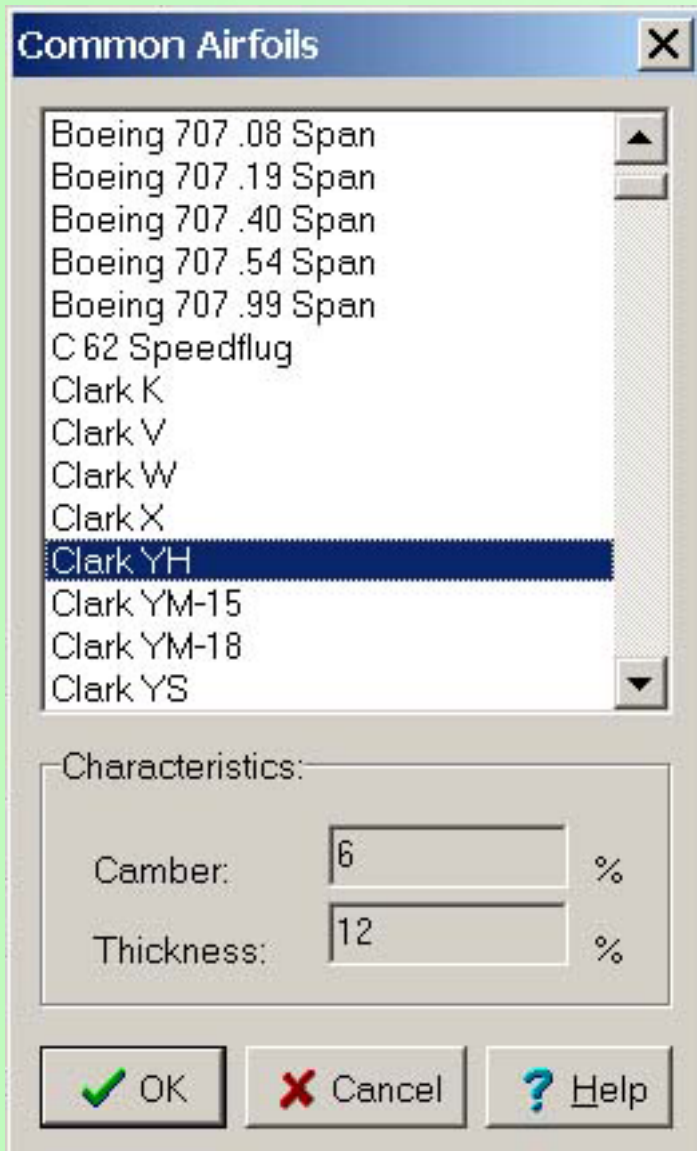
None or retractable  
 Fixed w/pants, tip floats  
 Fixed  
 Full-length floats

Protrusions:

None or few  
 Some (scale details)  
 Many (wires, struts)



Профиль крыла можно выбрать и из списка (по кнопке *Choose from List*), если известно, какой именно применен на модели.



А можно сконструировать самому похожий, пользуясь слайдерами *Thickness* (относительная толщина профиля в процентах), *Camber* (кривизна профиля) и *Angle of Attack* (на самом деле угол установки крыла, в градусах). И вот тут полезно одновременно держать открытым какой-нибудь графический редактор типа *PhotoShop* с чертежом или изображением профиля модели - чтобы сравнивать толщину профиля, кривизну и угол установки.

Для экзотических профилей программа может высчитать коэффициенты по результатам замеров профиля - панель открывается кнопкой *From Measurements*.

А на некоторых моделях используется простейший профиль типа «изогнутая

пластина» - он воспроизводится установкой галочки в строке *Flat or curved plate* - и форма профиля мгновенно преобразится.

*Замечание.* Опущенные закрылки на модели примерно соответствуют одновременному изменению кривизны и угла установки крыла.

MotoCalc главным в аэродинамике считает именно крыло, а по поводу остальных элементов самолета считает нужным иметь лишь упрощенное представление. Например, раздел *Fuselage Cross Section* дает выбор характера поперечных сечений фюзеляжа - Круглые/Овальные *Circular or Elliptical*, со скругленными углами *Rounded corners* или

прямоугольные *Rectangular*. А раздел *Surface Finish* - качество поверхности: гладкое *Smooth*, шершавое *Rough* или посредственное *Average*. Характер еще одного тормозящего элемента - шасси в разделе *Landing Gear* описывается четырьмя вариантами - *None or retractable* (отсутствуют или убирающиеся), постоянные *Fixed*, с обтекателями *Fixed with pants*, *Full-length Floats* - полноценные поплавки. Все остальное многообразие форм моделей попытались уложить в степень детализации *Profusions*: нет выступающих деталей *None*, мало деталей *Some*, и много копийных деталей (стойки и растяжки).



# БАЛЬЗА

ассортимент

*В нашем магазине*

Изящный фюзеляж планера имеет модель, или же это толстомордый И-16 - программа не хочет видеть разницы. Что, конечно же, неправильно.

По нажатию кнопки ОК - возврат в главную панель. Причем планер

модели хорошо бы тут же снабдить именем (может не совпадать с именем всего проекта) и сохранить в базе данных.

*Замечание.* Motocalc поддерживает принцип модульности. Проект в Motocalc есть комбинация уже готовых и сохраненных в базе элементов. В любой момент удачную мотоустановку можно применить к совершенно другому самолету, загрузив его из базы данных *Airframe* кнопкой *Open*, сохранять и применять разные подварианты одного и того же планера, и, наоборот, - на один и тот же планер устанавливать разные мотоустановки, батареи и т.д. - и все это могут быть разные проекты с



разными результатами, которые можно пробовать, сравнивать - и выбирать оптимальный.

Естественно, многие комбинации могут быть и невозможными - хотя бы с логической точки зрения. Например, программа выдаст сообщение об ошибке при попытке подключить бесколлекторный мотор к коллекторному регулятору.

### Особенности

Формулы, по которым MotoCalc производит свои расчеты, весьма несложны и присутствуют в любом учебнике по аэродинамике. Однако, и с их помощью можно получить невероятные результаты - при неграмотном использовании.

Например, уже упоминалось о влиянии геометрии входного и выходного каналов для импеллерного движителя. Используя весьма средний импеллер Wetotec диаметром 90мм, мне удавалось «получать» с него расчетную тягу 180 кг (!!!) на выходном сопле в 100см диаметром, а при «установке» сопла в 2см - скорость потока 745м/с, что аж вдвое превышает скорость звука! Разумеется, ничего общего с действительностью это не имеет.

Ненамного легче и с пропеллерами. При установке воздушных винтов с большим относительным шагом (например, 9"х9") мне удавалось в динамике



## Бумага, пленка для обтяжки

*В нашем магазине*

«получать» даже отрицательную скорость потока...

Означает ли это, что программа непригодна для расчета электрических ВМУ? Ни в коей мере. Как и всякая математическая модель, она является упрощенным

представлением действительных процессов, и у нее есть своя область ограничений. При выходе за границы корректных исходных значений не следует ждать и от программы корректных расчетов.

А для качественной оценки поведения ВМУ в статике и в динамике MotoCalc вполне годится и используется, давая достаточно достоверные результаты. Причем не только в расчетах и проектных работах, но и при оценке поведения уже готовых моделей.

Подтверждение практикой применения MotoCalc'a для самых разнообразных моделей приведено в [МОИХ СТАТЬЯХ](#).

# НОСТАЛЬГИЯ Двигатели прошлых лет

*Виталий Барыкин*



В этой статье я хочу рассказать о моторах, которые пока можно приобрести на барахолках - а ведь еще для многих из нас это ностальгия по авиамodelьно́й юности.



*Резина*

*FAI*

*В нашем магазине*

Компрессионный двигатель МК-17 «Юниор» разработан мастером спорта В. Петуховым. Он предназначен для моделей, изготовляемых в кружках. Этот двигатель не рассчитан на установление рекордов, но на нем устранены недостатки свойственные двигателю МК-16. Двигатель МК-17,

«МК-17 Юниор»

(рабочий объём 1,5 см<sup>3</sup>)



который называли «Юниором», сделан на основе двигателя МК-16 с рабочим объёмом 1,5 см<sup>3</sup>.

МК-16



Для повышения надежности усилены гильза и задняя крышка, а также винты головки, увеличены длина резьбы. Кроме того, изменена конструкция жиклера, уменьшен внутренний диаметр всасывающего патрубка. Съёмный диск распределения поставлен на ось, положение которой можно регулировать, тем самым меняя зазор между диском и задней крышкой.

Гильза выполнена из графитизированной стали с

последующей закалкой, а поршень - из серого антифрикционного чугуна. Такая пара обеспечивает значительное увеличение ресурса и повышение мощности за счет уменьшения трения.

Коническая форма полости в носке картера обеспечивает сток масла к переднему подшипнику. На двигателе

МК-17, комплект



МК-17



МК-17



упразднена шайба на контрпоршне, усилен регулировочный винт, а для предотвращения его самопроизвольного отворачивания сделан косой срез на торце.

Произведенные доработки улучшили запуск двигателя и его работу на малых оборотах, мощность возросла.

МК-17 «Юниор» был принят к освоению одним из машиностроительных заводов «Знамя революции» (сейчас называется ОАО МПО им. И. Румянцева), что гарантировало высокое качество изготовления. Двигатель с крепежными деталями и винт упаковывались в пластиковую коробку. В данное время не выпускается, также как и все остальные двигатели, описываемые в этой статье, но их все еще можно достать.



## «Метеор» (рабочий объём 2,5 см<sup>3</sup>)

Калильный двигатель «Метеор» с рабочим объёмом 2,5 см<sup>3</sup> выпускался нашей промышленностью.

Характеристики: диаметр цилиндра 15 мм, ход поршня 13 мм, рабочий объём 2,5 см<sup>3</sup>, максимальная мощность при 15000 об/мин — 0,32 л.с., вес двигателя 150г.

Работал двигатель хорошо только после его доработки, на фото - доработанная версия, - пара и головка цилиндра заменены на самодельные, доработан коленвал.

Мотор применялся, в основном, в классе «Воздушного боя» F2D, также использовался для скоростных моделей, выпускался с красным коком и без него.

Метеор



Метеор



## «Талка-7»

(рабочий объём 7,2 см<sup>3</sup>)

Предназначался для кордовых пилотажных моделей.

Характеристики двигателя «Талка 7»: одноцилиндровый двухтактный, с воздушным охлаждением, калильным зажиганием, впуск через коленчатый вал, продувка поперечная, рабочий объём 7,20 см<sup>3</sup>, диаметр цилиндра 21,6 мм, ход поршня 19,65 мм, мощность 0,52 кВт при частоте вращения 12000 об/мин, масса 240г (без глушителя).

Моноблочный картер имеет съёмную заднюю крышку. Головка цилиндра, закрепляемая шестью винтами, изготовлена из алюминиевого сплава, а подвергнутая закалке и шлифовке гильза — из стали.

Талка-7, v.I



Талка-7, v.I



# МАСЛО

## касторовое

В нашем магазине

# ОЧКИ

солнцезащитные  
антибликовые  
поляризационные

В нашем магазине

Гладкий чугунный поршень имеет дефлектор и две смазочные канавки. Коленчатый вал вращается в бронзовых подшипниках скольжения. Двигатель, комплектуемый глушителем, выпускался также и с латунной гильзой и поршнем из алюминиевого сплава; на нем возможна установка карбюратора для радиоуправляемых моделей. Выпускался Ивановским заводом и не только им, многие копировали данный двигатель.

Этот мотор открыл многим путь в пилотажные модели класса F2В.

Талка-7, v.II



Талка-7, v.II





*Полет, v.I*



Микродвигатель первых выпусков. Поршень выполнен из чугуна переменной твердости (доньшко имеет большую твердость, чем юбка), так в тот период делала японская фирма OS MAX. Коленвал мотора и опорная шайба тоже выполнены более «мощными» по сравнению с поздними выпусками «Полетов». Впоследствии «Полет» получил опорную шайбу от «Ритма» и капроновый диффузор.

## «Полет» (рабочий объём 5,6 см<sup>3</sup>)

*Полет, v.I*



## «ЦСТКАМ 2,5 К»

(рабочий объём 2,48 см<sup>3</sup>)

Микродвигатель ЦСТКАМ 2,5 К разработан в Центральном спортивно-техническом клубе авиационного моделизма (ЦСТКАМ) в 1977 году. Он проектировался как специальный двигатель для кордовых моделей воздушного боя (класс F2D) и свободнолетающих моделей с механическим двигателем (класс F1C). При этом были учтены современные достижения отечественной и зарубежной практики в названных классах спортивной техники того времени.

Двухтактный одноцилиндровый микродвигатель ЦСТКАМ 2,5 К с воздушным охлаждением и калильным

зажиганием имеет следующие основные характеристики: рабочий объём 2,48 см<sup>3</sup>, диаметр поршня 15 мм, ход поршня 14 мм, масса 0,15 кг, максимальная мощность 0,55 кВт.

В 1979 году впервые в стране началось серийное производство этого микродвигателя с рабочей парой АВС-типа на заводе № 9 ДОСААФ в Киеве. Также в более поздних сериях заднюю стенку стали выполнять из пластика.

ЦСТКАМ 2,5 К



## «ЦСТКАМ 2,5 КР»

(рабочий объём 2,5 см<sup>3</sup>)

Этот двигатель был разработан в 1976 году там же, где и ЦСТКАМ 2,5 К, как специализированный микродвигатель для скоростных моделей самолетов в классе до 2,5 см<sup>3</sup> (класс F2A).

В 1983 году после некоторых конструктивных доработок этот микродвигатель был поставлен на производство в СПО «Прогресс», г. Савелово, МАП СССР.

ЦСТКАМ 2,5 КР представляет собой двухтактный одноцилиндровый микродвигатель воздушного охлаждения с калильным зажиганием и с резонансным выхлопным устройством. Рабочий объём 2,5 см<sup>3</sup>.



**БАЛЬЗА**

ЛИСТ

*В нашем магазине*

**БАЛЬЗА**

брус

*В нашем магазине*



## «Тайфун» (рабочий объём 2,5 см<sup>3</sup>)



Микродвигатель ЦКТБМ 2,5 К «Тайфун» - одноцилиндровый, двухтактного типа, с калильным зажиганием, рабочий объём 2,5 см<sup>3</sup>.

Двигатель предназначен для эксплуатации на моделях класса F2D «Воздушный бой» квалифицированными спортсменами.

Технические характеристики: диаметр цилиндра 15 мм, ход поршня 14 мм, рабочий объём 2,47 см<sup>3</sup>, масса не более 0,125 кг.



Тайфун

Двигатель МАРЗ-2,5 Д предназначен для установки на самодвижущиеся модели самолетов, глиссеров, автомобилей, аэросаней и т.п., является одноцилиндровым двухтактным двигателем внутреннего сгорания.

Технические данные: диаметр цилиндра 15,5 мм, ход поршня 13 мм, объём цилиндра 2,48 см<sup>3</sup>,



«МАРЗ 2,5 Д»

(рабочий объём 2,5 см<sup>3</sup>)



мощность микродвигателя не менее 0,25 кВт, масса двигателя не более 155 г., степень сжатия 10-16.

## «КМД 2,5»

### (рабочий объём 2,5 см<sup>3</sup>)

Компрессионный микродвигатель КМД-2,5 предназначен для самодвижущихся моделей самолетов, глиссеров, аэросаней и пр.

Микродвигатель спроектирован с учетом новых достижений в этой области техники, имеет 3-х канальную продувку и 2-х конусный профиль гильзы, изготовлен из высококачественных материалов. По своим техническим параметрам двигатель обеспечивает выполнение норматива первого разряда по авиамodelьному спорту.

Технические данные: диаметр цилиндра 14,5 мм, ход поршня 15 мм, рабочий объём 2,48 см<sup>3</sup>, масса 180г.

Двигатель выпускался в 2-х вариантах, они имели несколько отличий друг от друга.

Первый вариант производился в г.Ленинграде (нынешнем Санкт-Петербурге) и получил название Ленинградский. Имел черную головку цилиндра, черный кок и опорную шайбу, клеймо на картере буква «Л», также сменные диффузоры карбюратора.





Второй производился в г. Калуге на «ГП Калужский моторостроительный завод», поэтому и назвали его Калужским. Качество и срок службы значительно уступали своему предшественнику, сделанные доработки не пошли на пользу. Изменен карбюратор, упрощена конструкция жиклера, контрвинт, цилиндр и поршень. Но он все равно остался лучше, чем многие двигатели, выпущенные в более поздний период.

В эту статью вошла большая часть двигателей, с которыми мне приходилось работать, в каждом есть свои преимущества и недостатки. Сейчас, в основном, использую «МК-17», «КМД» (Ленинград), «ЦСТКАМ 2,5 К», «Тайфун» и «Талка-7».



## Проволока ОВС

ассортимент  
В нашем магазине

## Латунная ТРУБКА

ассортимент  
В нашем магазине

# Разные клеи

*Михаил Симонов*



Склеивание — один из широко применяемых способов получения неразъемных соединений.

Клеевые соединения имеют ряд преимуществ по сравнению с заклепочными, сварными, болтовыми и т. п. Это, в первую очередь, возможность соединять самые разнородные материалы. В ряде случаев — это единственный практически приемлемый метод соединения неметаллических материалов между собой и с металлами. В клеевых соединениях более равномерно распределены напряжения, исключены отверстия под болты и заклепки, ослабляющие скрепляемые элементы. Важным достоинством соединений на основе синтетических клеев является их атмосферостойкость, способность

противостоять коррозии и гниению. В ряде случаев клеевые соединения обеспечивают герметичность конструкций.

Современные клеи в большинстве случаев представляют собой композиции на основе полимерных материалов. Выбор клея для соединения материалов в изделии определяется многими условиями. Универсального клея, способного склеивать любые поверхности, нет. Однако имеется множество самых разнообразных по свойствам клеев, из которых нужно выбирать наиболее пригодный.

Прежде всего, необходимо иметь четкое представление о свойствах и химической природе клеев и склеиваемых материалов, чтобы наметить для использования клей или

группу клеев. Одним из первых и, по-видимому, наиболее важным фактором, определяющим выбор клея, является характер и величина напряжения, которое должно выдерживать соединение при эксплуатации. Другим, не менее важным фактором является интервал температур, при которых эксплуатируется клеевое соединение. В частности, при повышенных температурах не могут быть применены клеи на основе термопластов, тогда как термореактивные смолы можно использовать в условиях высоких температур.

Следует иметь в виду, что прочность склеивания зависит не только от применяемого клея, но и от конструкции соединения, технологии





## ЦИАКРИН

средний

*В нашем магазине*



## ЦИАКРИН

жидкий

*В нашем магазине*

склеивания, состояния склеиваемых поверхностей и многих других факторов.

Клеевые соединения неметаллических материалов должны иметь прочность, близкую к прочности склеиваемых материалов.

Прочностные характеристики клеевых соединений должны соответствовать условиям эксплуатации соединения. Основным показателем эксплуатационных свойств клеев является их клеящая

способность и долговечность.

Разрабатывая технологический процесс склеивания, следует учитывать специфические особенности клеев, а также их токсичность и горючесть.

При склеивании необходимо строго соблюдать указания по подготовке поверхностей и нанесению клея, а также режим отверждения.

Также, при применении клея необходимо учитывать гарантийные сроки хранения клея и его компонентов, а также его жизнеспособность.

С целью установления возможности использования выбранного клея для склеивания материалов в конкретных соединениях и для отработки технологии склеивания рекомендуется предварительно опробовать клей на элементах конструкции или на макетах.

Если клей готовят непосредственно перед употреблением, то это необходимо делать, строго следуя указаниям технической документации.

## **Коротко о клеях, применяемых в моделизме**

**Клей ПВА (поливинилацетатный).** Представляет собой раствор поливинилацетата в воде, с пластификатором и специальными добавками. Склеивает дерево, картон, стекло, кожу, ткань. Особенностью этого клея является то, что он допускает разбавление водой до нужной консистенции, но после полимеризации становится водостойким. Клей наносят тонким слоем на обезжиренные поверхности, соединяют и сжимают их.

«Схватывает» клей за 20 мин, полностью высыхает за 24 ч. При склеивании требуется обеспечить испарение содержащейся в нем воды. Иначе в закрытых полостях клей может оставаться жидким как угодно долго. До высыхания клеевой шов нетрудно очистить влажной тряпочкой.

**Клей Titan** - идеальный клей для склеивания потолочной плитки. Его можно использовать для того чтобы приклеить и бумагу и ткань. Клей схватывается примерно через 10 минут, а полное высыхание наступает через 24 часа. При полимеризации образуют твердую прозрачную массу. Плохо поддается обработке наждачной бумагой. Клеевой шов «Титана» после высыхания получается прочнее потолочки. При разрыве отрывается не

по шву. «Титан» эластичен, работает на изгиб и не ломается. Загустевший клей можно разбавить спиртом или денатуратом. Сильно разбавленный «Титан» склеивает плохо и обычно используется для грунтовки поверхности. Перед склеиванием потолочки необходимо зачистить склеиваемые поверхности наждачной бумагой. При склеивании «Титан» нанести тонким слоем и равномерно распределить по склеиваемой поверхности. Подождать 1-2 минуты и затем соединить склеиваемые детали, прижать и зафиксировать. Попавший на кожу клей хорошо смывается теплой водой с мылом.

**Клей универсальный «Момент-1»** склеивает дерево, металл, жесткий поливинилхлорид, кожу, резину,

войлок, декоративно-слоистый пластик, стекло, керамику. Клей токсичен и огнеопасен, поэтому работать с ним необходимо в хорошо проветриваемом помещении или на открытом воздухе вдали от открытого огня. Наносят клей тонким слоем на обе склеиваемые поверхности (сухие, очищенные и обезжиренные), выдерживают 15-20 мин, пока клей не подсохнет до «отлипа» (т.е. до тех пор, пока клей не перестанет прилипать к мучистому пальцу), и сжимают их на несколько секунд. При склеивании поверхностей большой площади из гибкого материала, например, тонкой резины и пластика, совместить поверхности довольно трудно, так как склеивание происходит мгновенно и при неправильном наложении уже практически ничего



нельзя будет изменить. Совмещение облегчается, если проложить между склеиваемыми поверхностями лист чистой бумаги. Постепенно выдвигая бумагу, совмещают поверхности и сжимают их (прикатывают). Наносить клей на большие площади удобно металлическим шпателем.

**Клей эпоксидный** предназначен для склеивания металла, керамики, стекла, древесины и других материалов, для заделки отверстий и трещин. Может быть использован в качестве лакового покрытия. Клей водо- и маслостоек, является хорошим электроизолятором. Склеиваемые поверхности тщательно зачищают, обезжиривают растворителем и высушивают. Клей готовят путем смешивания, как правило, 10 объёмных частей смолы с одной частью отвердителя

непосредственно перед использованием (готовая масса теряет текучесть в течение 30 мин). Склеиваемые поверхности покрывают тонким слоем и соединяют с небольшим нажимом. Излишки клея удаляют. Полное отверждение при комнатной температуре наступает в течение 24 ч. При более низкой температуре время отверждения значительно увеличивается. Прочность клеевого шва существенно зависит от точности соблюдения указанного в инструкции соотношения смешиваемых компонентов. Прочность можно повысить прогреванием склеиваемых деталей при температуре около 100 °С в течение нескольких часов после отверждения клея. И компоненты, и приготовленный клей оказывают раздражающее действие на

кожу. Попавший на кожу клей следует немедленно смыть теплой водой с мылом. Для ремонта пищевой посуды клей применять нельзя.

**Клеи БФ-2 и БФ-4** склеивают металлы, пластмассы, дерево, стекло, керамику, кожу. Отличаются хорошими электроизоляционными свойствами, но большими диэлектрическими потерями. Клей БФ-2 используют, когда требуется хорошая влаго- и теплостойкость клеевого шва. Клею БФ-4 отдают предпочтение, если требуется эластичность и морозостойкость соединения. Для достижения высокой прочности соединения склеиваемые поверхности должны быть тщательно подогнаны друг к другу (зазор не более 0,05 мм), очищены от грязи и оксидов,

обезжирены ацетоном или другим растворителем. На подготовленные таким образом поверхности кистью наносят тонкий грунтовочный слой клея, сушат около 1ч на воздухе или в течение 15 мин при температуре 85—95 °С. После охлаждения деталей до комнатной температуры наносят второй слой клея. Дают ему подсохнуть, после



## Кессон (цулага)

для крыла  
Р.У. модели

*В нашем магазине*

чего детали стягивают (например, струбцинами) и помещают в термостат или духовку, где сушат при температуре 120—160 °С в течение 2 ч. Если детали имеют низкую теплостойкость, клеевой шов сушат при комнатной температуре 36—48 ч, однако прочность склеивания в этом случае будет ниже. Эти клеи можно применять для защиты металлических деталей от коррозии. Они хорошо растекаются по поверхности металла и обеспечивают достаточно стойкое к механическим и химическим воздействиям покрытие. Если клей слишком загустел, его можно разбавить этиловым спиртом.

**Клей БФ-6** применяется для склеивания тканей. Обеспечивает прочность не меньшую, чем при

сшивании. Чтобы сделать соединение незаметным, подрезают бахрому и подгоняют края ткани. Затем вырезают накладку шириной 1,5—2 см из аналогичной или более тонкой ткани. Ткань очищают от пыли и грязи. Чтобы клей в дальнейшем не выступал на лицевой стороне ткани, накладку и место соединения обильно смачивают водой и отжимают. Кисточкой наносят тонкий слой клея с изнанки ткани и на приклеиваемую сторону накладки. Дают клею подсохнуть на воздухе до «отлипа», затем наносят второй слой и также просушивают его до «отлипа». С изнанки прикладывают накладку, накрывают ее чистой влажной тканью и прижимают горячим утюгом. Через каждые 10—12 с утюг отрывают на 2—3 с, затем снова прижимают. Эту операцию повторяют до тех пор,



пока увлажненный участок ткани не высохнет. Затем, не двигая материал, дают ему охладиться до комнатной температуры. Утюг следует нагревать до температуры, рекомендуемой для данного типа ткани. Аналогичным образом можно заклеить разрыв, разрез или ликвидировать дыру в ткани.

**Клей 88Н** хорошо приклеивает резину и другие материалы к металлу. Клей разжижают бензолом до консистенции жидкой сметаны (не тянется за кистью и не стекает с нее). Клеем намазывают материал и сушат 3—5 мин. Затем наносят второй слой клея на резину и первый на металл. Оба слоя сушат 5—6 мин. Детали соединяют и резину прикатывают роликом, после чего сушат в течение суток (лучше под прессом).

**Клей «Уникум»** обеспечивает водостойкое соединение изделий из дерева, металла, резины, керамики, кожи, кожзаменителей, плотных тканей, поролона и пластмасс в различных сочетаниях. На склеиваемые поверхности, обезжиренные ацетоном или бензином, наносят слой клея, через 2—3 мин — еще один слой и плотно сжимают на 5—6 ч. Пользоваться склеенными изделиями рекомендуется не ранее чем через 24 ч. Работать с клеем надо в хорошо проветриваемом помещении вдали от открытого огня, так как клей горюч!

**Клей «Марс»** предназначен, в основном, для склеивания изделий из кожи и кожзаменителей, но может успешно применяться и для керамики,



# ТЯГА БОУДЕН

*В нашем магазине*

дерева, картона, полистирола. На сухие и очищенные поверхности наносят тонкий слой клея. Через 5 мин наносят второй слой, соединяют склеиваемые поверхности и оставляют под грузом на 24 ч. Клей горюч, и работать с ним надо вдали от открытого огня.

**Клей изоцианатный** обеспечивает прочное соединение резины с

металлом. Состав клея: лейконат и дихлорэтан в массовом соотношении 2:8. Детали зачищают и обезжиривают. Металл покрывают клеем и сушат на воздухе 30—40 мин. Затем на резину наносят первый слой, а на металл — второй. Через 20—30 мин наносят на металл третий слой, а на резину — второй. Детали соединяют, сжимают, нагревают до температуры 180—240°C и сушат при этой температуре в течение 10—12 мин.

**Клей столярный** широко используется для склеивания древесины. Качество клея во многом зависит от правильности его приготовления. Нужно количество сухого плиточного клея измельчают, заливают чистой холодной водой (на 3—5 см выше уровня клея) и дают ему

размокнуть не менее 6-12 часов. После набухания клея верхний слой воды сливают, посуду с клеем помещают в «водяную баню», и нагревают на небольшом огне, периодически помешивая, пока не растворятся все кусочки клея. В процессе приготовления температура клея не должна превышать 60-70°C, иначе клеящая способность его ухудшается. В процессе склеивания температура клеевого раствора должна быть 30-50°C. При склеивании древесины вдоль волокон поверхности деталей смазывают клеем один раз, торцевые поверхности - два раза, дав первому слою подсохнуть. Склеиваемые детали сжимают не сразу, так как горячий клей частично выдавливается наружу, а дают клею подсохнуть в течение 3-5 мин (пленка при пробе пальцем

должна быть липкой и вытягиваться в нити). После этого детали соединяют, немного притирают, слегка сдвигая их, затем сжимают (струбцинами) или стягивают (шпагатом, бинтом) и оставляют на 4-6 ч. При ремонте изделий слой прежнего клея удаляют. Для этого смачивают водой тряпку и кладут ее на слой клея на 2 ч. Размягченный клей соскабливают ножом, стамеской или шпателем. Прочность клеевого шва зависит от его толщины и влажности древесины. Для получения прочного соединения толщина шва должна быть не более 0,1-0,15 мм. При влажности древесины более 12% (шпона - 5%) прочность склеивания значительно ухудшается. Небольшая добавка антисептика (бура, салициловая кислота) делает клей стойким против всех видов плесени.



**Клей столярный водостойкий** можно получить, если добавить в обычный столярный клей натуральную олифу в массовом соотношении 4:1.

**Клеевая паста** применяется для грунтования, шпаклевания и склеивания деталей из древесины, зазоры при соединении которых превышают 0,2 мм. Пасту получают путем замешивания в горячем клее мелкопросеянной золы, сухого просеянного мела, миканитовой пыли или сухой крошки асбеста и т. п. Клеевую пасту можно также получить, смешивая вышеуказанные наполнители и с другими клеями.

**Клей синдетиконовый** применяется для склеивания древесины и приклеивания к ней различных

материалов. Состав клея (в граммах на литр воды): сухой столярный клей — 200; сахар — 200; известь гашеная — 70. Растворяют в воде сахар, затем известь и нагревают на слабом огне до получения прозрачной жидкости. Раствор фильтруют и кладут в него измельченный столярный клей. В течение суток столярному клею дают набухнуть, а затем его распускают в клееварке на «водяной бане». В закрытой стеклянной посуде клей может сохраняться длительное время, не теряя своих свойств. При добавлении в клей мелкопросеянной золы или сухого мела получается хорошая шпаклевочная паста.

**Клей казеиновый** применяют для склеивания древесины, преимущественно с запрессовкой, картона,

а также для приклеивания к древесине и картону бумаги, ткани, кожи. Казеин, представляющий собой светлый порошок, разводят в холодной воде до густоты сметаны, подливая воду небольшими порциями и тщательно перемешивая в течение 40—50 мин. Готов клей к применению через полтора часа. Наносят клей кистью на обе склеиваемые поверхности, которые через 4—6 мин плотно сжимают и выдерживают не менее 6—8 ч. Полное высыхание — через 18—20 ч. Высохший клей значительно более устойчив к высокой температуре и влажности, чем столярный клей. Добавление алюминиевых квасцов (100 г/л) делает клеевое соединение более водостойким. Клей нужно антисептировать, иначе при медленном высыхании гигроскопических

материалов образуется плесень, и детали могут быть испорчены. Для антисептирования клей разводят в 10—15 %-ном растворе аммиака (нашатырном спирте) или добавляют в него 200 г/л буры. Следует помнить, что клей оставляет пятна, особенно заметные на светлой древесине, причем со временем эти пятна могут становиться контрастнее. Перестоявший (более 4—6 ч) и загустевший клей не следует разводить водой: он полностью утрачивает клеящую способность.



**ORACOVER**

*В нашем магазине*



**ECOSPAN**

*В нашем магазине*

**Клей для картона** приготавливают, растворяя в 100 мл воды 9г конторского (силикатного) клея, 6г картофельного крахмала и 1г сахара. Полученную кашицу подогревают до образования однородной массы. Склеивать картон можно и многими другими клеями, однако клей по приведенному рецепту дает более прочное соединение, чем, например, клейстер из муки и, к тому же, дешевле многих других клеев, что немаловажно при большом расходе клея.

**Клей декстриновый** — распространенный клей для бумаги. Приготавливают клей, разводя декстрин холодной водой (400 г/л). Декстрин можно приготовить самим, если подогреть сухой картофельный крахмал на железном листе до 400°С

и полученные коричневые непрозрачные комки размолоть в порошок.

**Клей для папиросной бумаги** можно приготовить, добавив в декстриновый клей такое количество денатурированного спирта, чтобы получилась сиропообразная жидкость. Этот клей не просачивается через бумагу.

**Гуммиарабик** — клей для бумаги и картона — приготавливают из камеди (загустевшего сока некоторых плодовых деревьев, например вишни, сливы, абрикоса). Камедь размельчают в порошок и разводят теплой водой до консистенции жидкой сметаны.

**Клейстер из крахмала** — клей для



бумаги. Картофельный крахмал растворяют в холодной воде (1/5 общего объема воды), тщательно размешивают, заваривают крутым кипятком (4/5 общего объема воды) и добавляют буру (25 г/л). Применяют клейстер обычным холодным.

**Клейстер из муки** — клей для бумаги и картона. Для приготовления 1л клейстера берут 200г пшеничной муки и 50г сухого столярного клея. Муку развести в холодной воде и при тщательном размешивании добавлять кипяток до образования жидкой кашицы. Затем влить распущенный в воде столярный клей. Полученную смесь варить на слабом огне, непрерывно помешивая, чтобы не подгорела. Когда каша начнет пузыриться и станет синеватой, клейстер готов.

**Фотоклей** можно использовать для приклеивания шкал, шильдиков, выполненных на фотобумаге. Состав фотоклея (в граммах на литр воды): крахмал — 60, квасцы алюминиевые — 40, мел (зубной порошок) — 40, синька сухая — 1. Около половины общего количества воды подогревают и растворяют в ней квасцы. Оставшаяся вода идет на приготовление клейстера из крахмала. Раствор квасцов вливают в клейстер и хорошо размешивают. Через полчаса добавляют мел (зубной порошок) и синьку и тщательно перемешивают. Хранят клей в закрытой стеклянной посуде.

**Клей для соединения ткани, дерматина и кожи с древесиной** можно приготовить по следующему рецепту (в массовых частях): смешивают муку пшеничную (40), канифоль (3), квасцы

алюминиевые (1,5), все это заливают водой (100) и тщательно размешивают. Полученную тестообразную массу ставят на слабый огонь и помешивают до тех пор, пока масса не начнет густеть. Склеивание производят горячим клеем.



## **Разделитель ВОСКОВЫЙ**

*В нашем магазине*

**Протакрил** — пластическая масса — универсальный высококачественный клей и покрытие, дающее после шлифования и полирования декоративную влагонепроницаемую поверхность. Широко применяется в зубоврачебной практике. Нерастворим в кислотах, щелочах, минеральных маслах. Прекрасно адгезирует с различными материалами — металлом, стеклом, фарфором, пластмассой, деревом. Протакрил состоит из порошка и жидкости, которые непосредственно перед применением смешивают в соотношении 2: 1-1,1 в стеклянной или фарфоровой посуде и перемешивают в течение 1-2 мин; при этом надо избегать попадания пузырьков воздуха в массу (шпатель при перемешивании массы все время должен касаться дна



посуды). Порошок должен полностью пропитаться жидкостью, поверхность массы должна стать однородной и блестящей. Готовность массы определяют появлением тянущихся за шпателем нитей. Склеиваемые поверхности очищают от грязи и тщательно обезжиривают ацетоном, бензином или каким-либо другим органическим растворителем. Наносить клей нужно на обе поверхности, затем совместить их и слегка сжать. Полная полимеризация

при температуре 40—45 °С наступает через 15—20 мин, при комнатной — через 30-70 мин. Для достижения необходимой толщины покрытия протакрил можно наносить на поверхность в несколько слоев. Места, не подлежащие покрытию, смазывают силиконовым маслом или натирают графитовым порошком. Несколько худшие результаты дает обыкновенное подсолнечное масло.

**Клей для целлулоида** представляет собой раствор целлулоида в ацетоне. Для приготовления такого клея в домашних условиях надо растворить кусочки целлулоида (2—3 г) в ацетоне (100 мл). Клей наносят на обезжиренные поверхности кисточкой или деревянной лопаточкой, дают ему подсохнуть 2—3 мин, после чего



детали плотно соединяют и сушат при комнатной температуре около часа.

**Клей для полистирола** представляет собой раствор полистирольной стружки (4—6 г) в бензоле (10 мл). Склеивать детали из полистирола можно также чистым ацетоном, который хорошо растворяет этот материал.

**Клей для органического стекла** может иметь один из следующих составов (раствор стружки органического стекла): 0,5—1,5 г стружки, 100 мл дихлорэтана; 3—5 г стружки, 100 мл ледяной уксусной кислоты; 3—5 г стружки, 100 мл 85 %-ной муравьиной кислоты; 0,5—1 г стружки, смесь ацетона (60 мл) и уксусной эссенции (40 мл).

Кроме того, склеивать органическое

стекло можно чистым дихлорэтаном. Для этого его наносят на органическое стекло кисточкой до тех пор, пока поверхностный слой деталей не начнет слегка растворяться. Работать с дихлорэтаном лучше на открытом воздухе, так как он токсичен; нужно избегать попадания его на поврежденные участки кожи.

**Клей для эбонита** готовят, смешивая порошок чистой канифоли (6 массовых частей) с льняным маслом (1 часть). Состав подогревают, помешивая, и доводят до кипения. После остывания клей сохраняется неограниченное время. Склеиваемые поверхности обрабатывают рашпилем, прогревают при температуре 50—70°С в течение 15—20 мин и наносят на них разогретый до кипения клей.



# Norpol Wax W-70

*В нашем магазине*

Клеящий раствор пенопласта в дихлорэтано устойчив против щелочи и щелочного электролита и может служить защитной пленкой для крашеной поверхности. Раствор готовят в чистой стеклянной посуде, растворяя в дихлорэтано мелкие кусочки пенопласта. Раствор должен иметь густоту силикатного

клея. На обезжиренную чистым бензином или ацетоном и высушенную поверхность мягкой кистью наносят тонкий слой раствора и просушивают. Затем поверхность покрывают краской или битумным лаком, и после высыхания вторично наносят раствор. В результате слой краски или лака окажется между двумя слоями щелочеустойчивого покрытия. Таким способом хорошо покрывать, например, банки щелочных аккумуляторов. Раствор токсичен и летуч. Приготавливать раствор и работать с ним необходимо на открытом воздухе или в помещении с хорошей вентиляцией. Хранить раствор нужно в сосуде с притертой пробкой.

Клей для стекла приготавливают, распуская желатин в равном (по массе)

количестве 5 %-го раствора двуххромовокислого калия. Клей готовят в затемненном помещении. Детали промывают, стягивают струбциной или, например, крепко обматывают нитками и выдерживают на свету в течение 5—8 ч. Клей не растворяется в горячей воде.

**Клей для стекла и керамики** может иметь один из следующих составов: раствор казеина в жидком стекле (или силикатном клее) гипс, замешанный на яичном белке; гипс, замоченный на сутки в насыщенном растворе алюминиевых квасцов, затем высушенный, размолотый и замешанный на воде (это лучший состав для склеивания керамики); раствор сухого мелкоразмолотого мела (зубного порошка) в жидком стекле

в соотношении 1:4 (по массе). Все эти клеи должны иметь консистенцию сметаны.

**Паста для склеивания стекла с металлом** удобна при большой площади склеиваемых поверхностей, так как имеет жидкую консистенцию. Клеевое соединение довольно прочно. Состав пасты в массовых частях: оксид меди — 2; наждачный порошок — 2; жидкое стекло — 6. Смесь растирают до образования однородной массы. Склеенные детали нагревают до 100°С и выдерживают при этой температуре 2 ч, затем охлаждают до комнатной температуры. Через 12-14 ч паста полностью затвердевает.

**Теплостойкая клеевая паста** пригодна для ремонта остеклованных



резисторов, для изоляции их выводов, а также для изоляции нагревательных элементов. Просушенный тальк (6 массовых частей) смешивают с жидким стеклом (или силикатным клеем), которого берут столько, чтобы получить массу консистенции сметаны (примерно 8—12 частей). Поврежденные или формуемые участки покрытия промазывают пастой и сушат при комнатной температуре около часа. Затем деталь нагревают до 100—110°С и выдерживают при температуре 10—15 мин.

Для тех, кто хочет получить больше информации по клеям можно рекомендовать книгу: Справочник по клеям. Айрапетян Л. Х., Заика В. Д., Яшина Л. А. Л.: Химия, 1980. 304 с, ил. В справочнике впервые собраны и



# ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА

*В нашем магазине*

систематизированы сведения об отечественных клеях, клеевых пленках и липких лентах. Приведены физико-механические и химико-технологические свойства клеев, режимы склеивания, указаны области применения.

Справочник по клеям/Составители: Айрапетян Л. Х., Заика В. Д., Елецкая Л. Д., Яншина Л. А.—Л.: Химия, 1980. — 304 с, ил.

Чтобы рационально использовать клеи, необходимо иметь полное представление об их основных характеристиках. В справочнике собраны и систематизированы сведения об отечественных клеях, клеевых пленках и липких лентах. Приведены физико-механические и химико-технологические свойства клеев, режимы склеивания, указаны области применения.

*Информацию подготовил Игорь Мороз*

*Информация к сведению: Все файлы электронных материалов в этой категории и всех ее субкатегориях представлены исключительно в ознакомительных целях. Публикация данных материалов не несет никакой коммерческой выгоды, а способствует побуждению читателя к приобретению бумажного варианта издания. Все авторские права на электронные материалы сохраняются за их правообладателями. Запрещено коммерческое и иное использование кроме их предварительного ознакомления. После ознакомления с содержанием любого файла Вам необходимо незамедлительно удалить его. Копируя и сохраняя его, Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему законодательству об Авторском праве.*

*Примечание: Книга доступна для скачивания в течение 24 часов с момента опубликования журнала в Интернет. Скачать книгу можете щелкнув мышкой по [этой ссылке](#).*



# Фотореалистичные изображения в Solid Works'e



*Валентин Субботин*

Для того, чтобы представить себе, как будет выглядеть деталь в действительности, в SolidWorks'e есть необходимые инструменты - это приложение PhotoWorks, которое входит в стандартный пакет SolidWorks и позволяет создавать фотореалистичные изображения созданных моделей.

При помощи приложения PhotoWorks можно создать изображе-

ние этой детали/сборки, не уступающее по качеству реальным фотографиям. Такие изображения получаются благодаря тому, что в приложении PhotoWorks можно создать фон (сцену), на которой располагаются объекты, и установить освещение. Можно также задать свойства поверхности: материал, цвет, текстуру, коэффициент отражения, для чего в PhotoWorks имеется библиотека текстур. Кроме того, PhotoWorks позволяет сканировать изображения

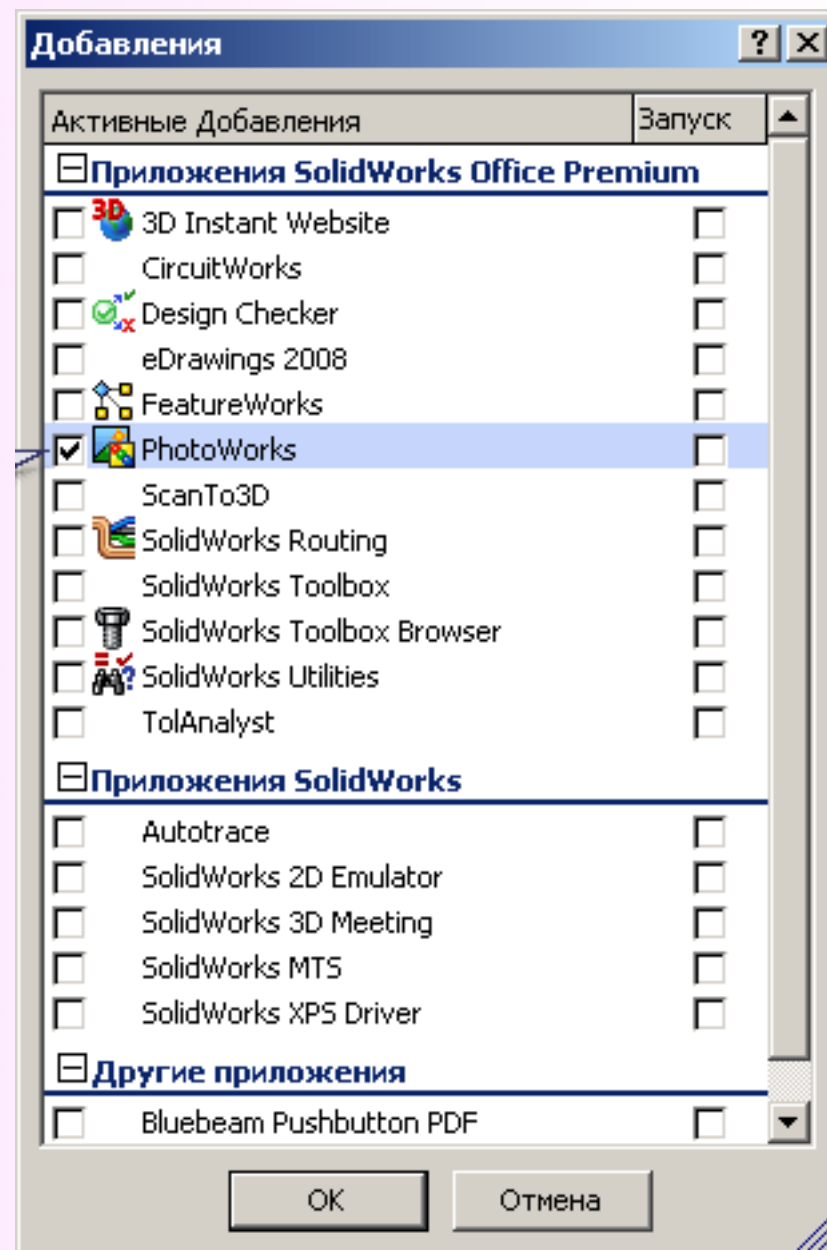


поверхностей и материалов и использовать их для создания изображения. Более конкретно - PhotoWorks позволяет создавать растровые фотореалистичные изображения в форматах TIFF, JPEG, PostScript, BMP и т.д. по 3D моделям SolidWorks.

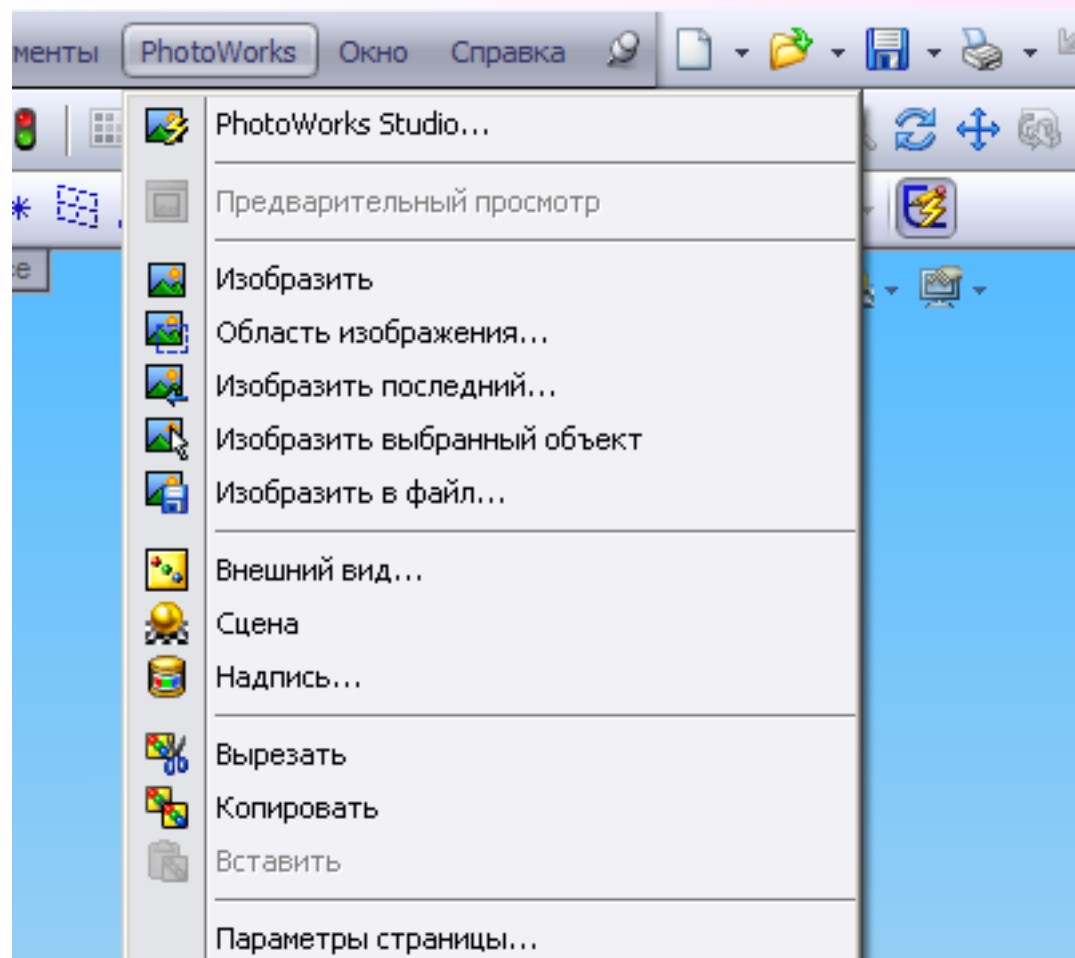
Программа PhotoWorks является дополнительным модулем. Поэтому после установки SolidWorks панель инструментов PhotoWorks отсутствует в списке панелей инструментов. Чтобы получить к ней доступ, необходимо ее подключить. Для этого надо выполнить следующее:

- Из главного меню выберите **Инструменты/Добавления**.
- В списке окна **Добавления** напротив **SolidWorks** установите галочку. Пункт **PhotoWorks** появится в главном меню

программы SolidWorks.



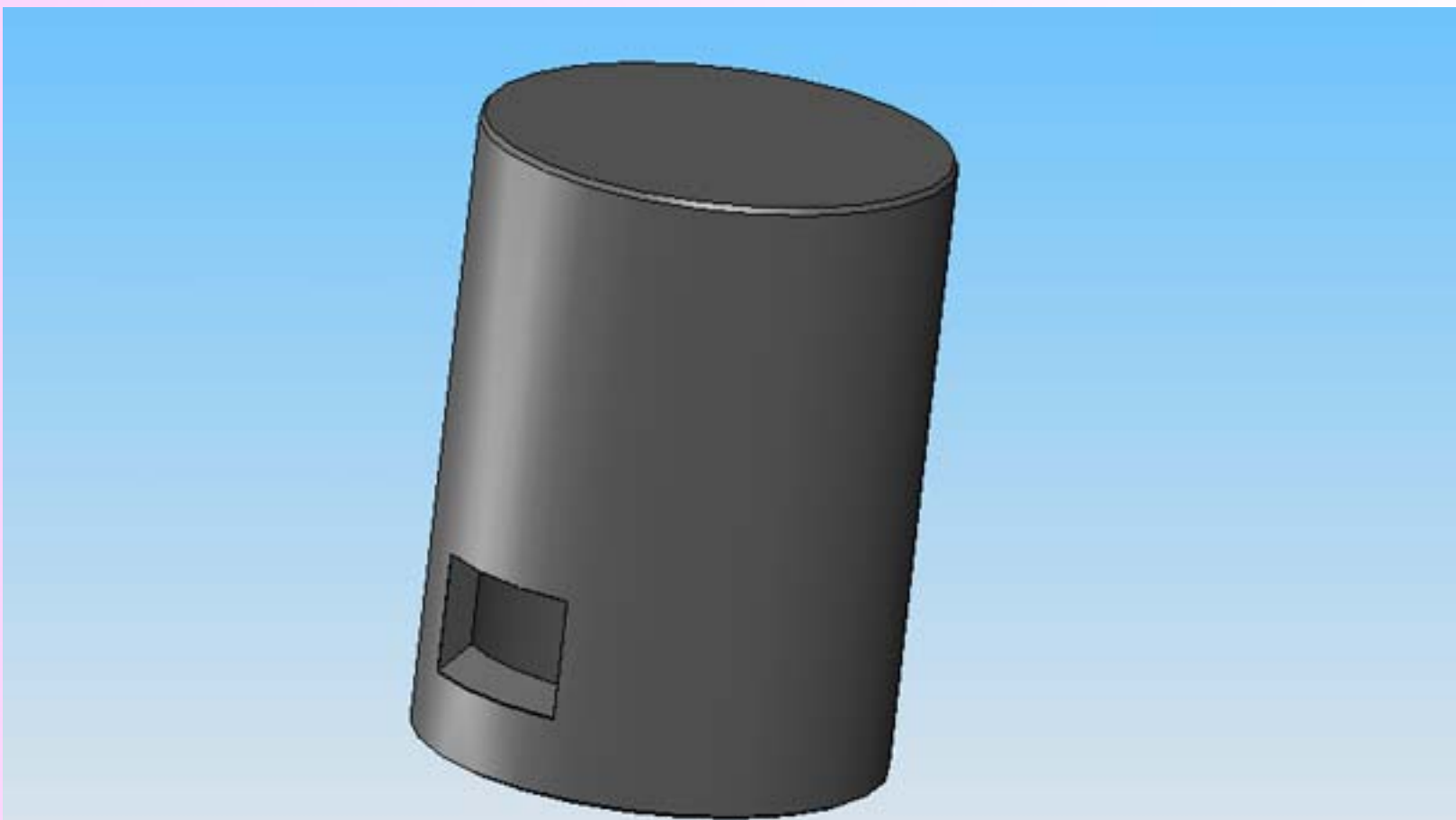
В меню появится пункт **PhotoWorks**, и на экран можно будет вызвать панель инструментов **PhotoWorks**.



- **Изобразить**: при выборе параметра используется реальная трассировка лучей для определения видимости и теневого изображения. Поддерживаются прозрачность, отражение и преломление света.
- **Изобразить область картинки**: изображение области картинки.
- **Изобразить выбранный объект**: изображение выбранного объекта.
- **Изобразить последний**: при выборе параметра картинки отображаются поверх друг друга.
- **Изобразить в файл**: изображение картинки SolidWorks в файл.
- **Интерактивное изображение**: интерактивное изображение быстрее полного изображения, но оно не поддерживает все дополнительные эффекты изображения в PhotoWorks.

- **Материалы:** материалы определяют, как поверхность детали реагирует на свет. Задают такие свойства поверхности, как цвет, текстура, отражение (блеск), шероховатость и прозрачность.
- **Помощник для изображения картинке:** помощник задания параметров для изображения картинке SolidWorks.

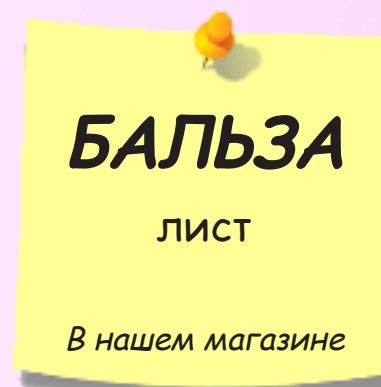
Я расскажу, как выполнить визуализацию в SW на примере поршня.





Для этого нам необходимо открыть соответствующий документ, определить материал, из которого будет изготовлена деталь, задать освещение и сцену. Выполним визуализацию с помощью **Помощника** для изображения картинki:

- Откройте документ *Поршень.SLDPRТ* (см. прикрепленные к журналу файлы).
- Щелкните правой кнопкой мыши по полю главного меню или панелей инструментов.
- Выберите *PhotoWorks, Помощник для изображения картинki* из главного меню. Откроется приветственное окно *Добро пожаловать*, в котором указаны шаги процедуры оформления изображения: 1 шаг - выбор внешнего вида для модели, 2 шаг - выбор сцены, 3 шаг - отображение самой картинki.
- Нажмите *Далее* в диалоговом окне

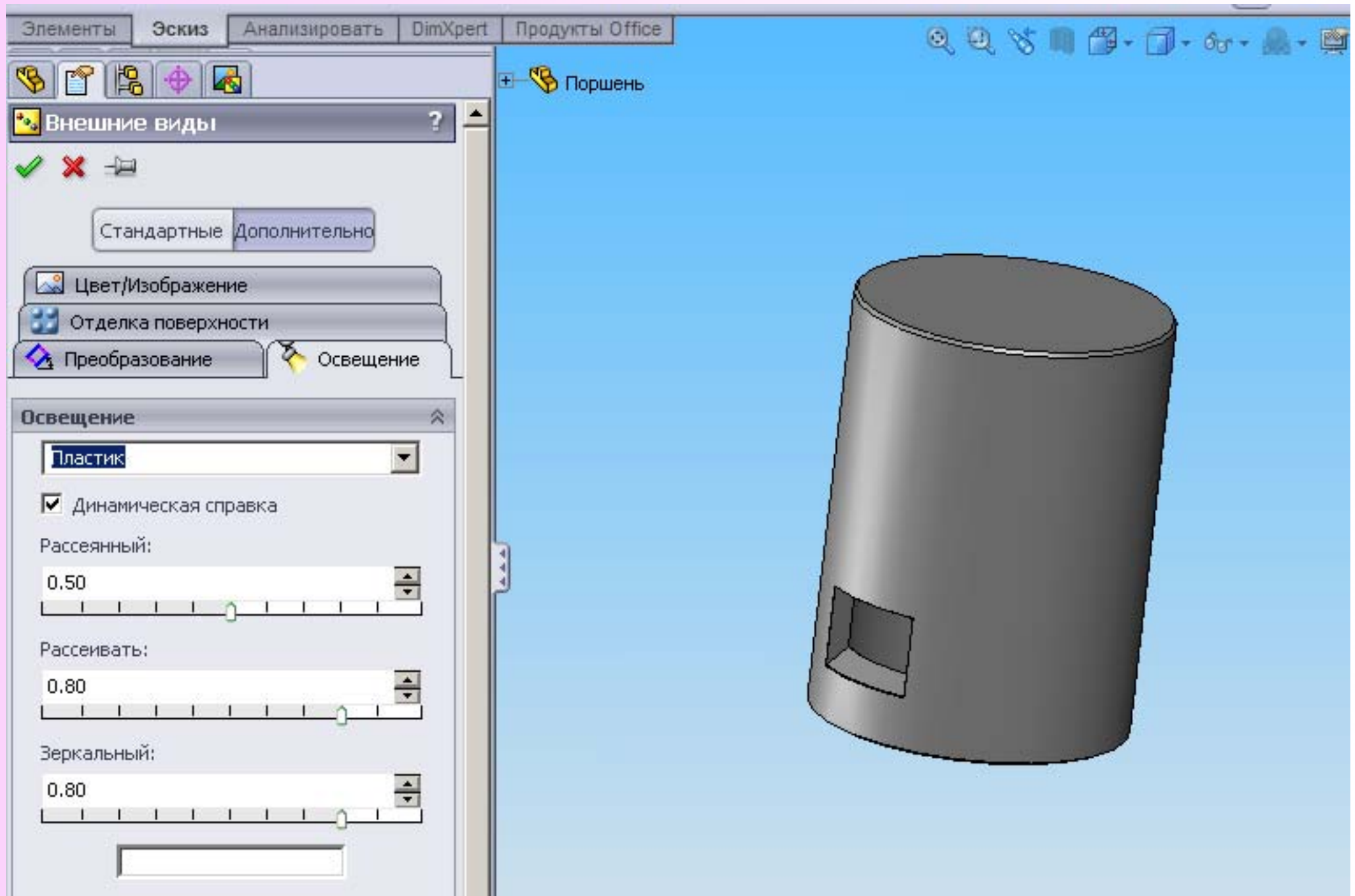


приветствия **Помощника**.

На экране в Менеджере свойств активизируется окно *Внешний вид* с областями *Освещение, Отделка поверхности, Цвет/Изображение*, которые содержат соответствующие библиотеки. Выберите понравившиеся вам варианты изображений. После выбора нажмите кнопку *ОК* в **Менеджере свойств**.

Затем нажатием кнопки *Далее* в окне *Внешний вид*.

На экране появится окно *Редактор сцен* с активной вкладкой *Менеджер*.

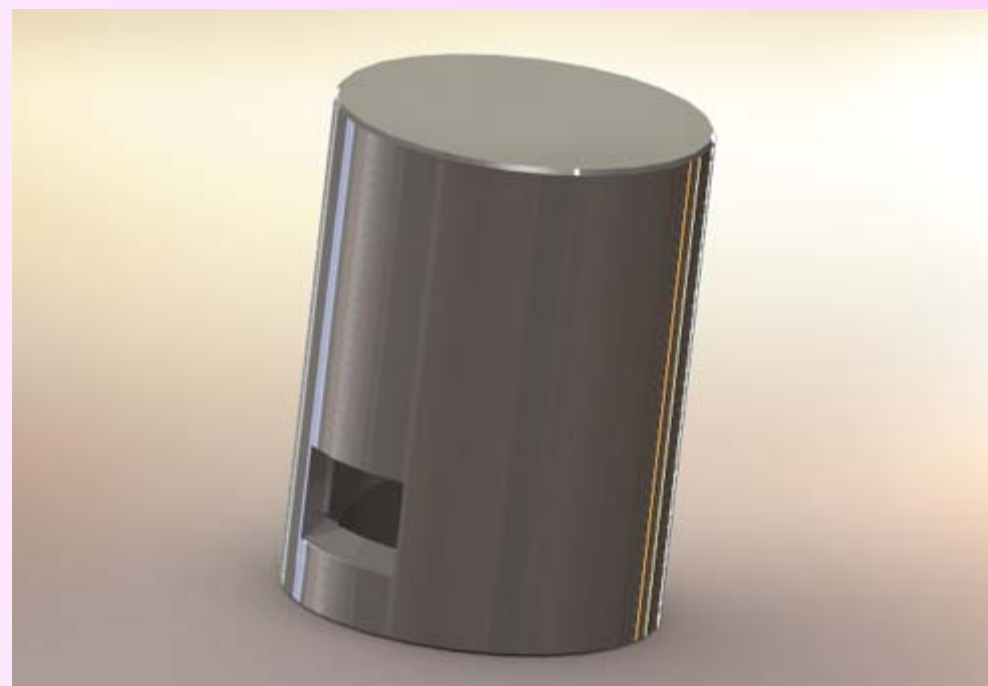


В этом окне вам предлагается библиотека демонстрационных помещений, фонов, оснований, окружающей среды, изображение которых может стать сценой для вашей модели. Нужно лишь выбрать подходящее оформление (см. прикрепленные к журналу файлы *Solid Works 1.jpg*, *Solid Works 2.jpg*, *Solid Works 3.jpg*).

В окне **Редактор сцен** можно также задать размеры комнаты и видимость материалов (вкладка **Комната**), определиться с освещением (вкладка **Ос-вещение**), а также оформить задний и передний планы изображения (вкладка **Задний план/передний план**).

Выбрав и установив необходимые параметры, нажмите кнопку **Далее** в диалоговом окне **Сцена**.

Закончим оформление картинки нажатием кнопки **Готово**. В результате на экране появится реалистичная картинка поршня.



Это изображение можно сохранить в файле, для чего нажмите кнопку **Изобразить в файл**, расположенную на панели инструментов *PhotoWorks*, или выберите в меню *PhotoWorks*





*Изобразить в файл.* На экране появится окно *Изобразить в файл*, где нужно указать папку, имя файла и его расширение. Сохраните картинку в файле, с нужным Вам расширением, из списка доступных.

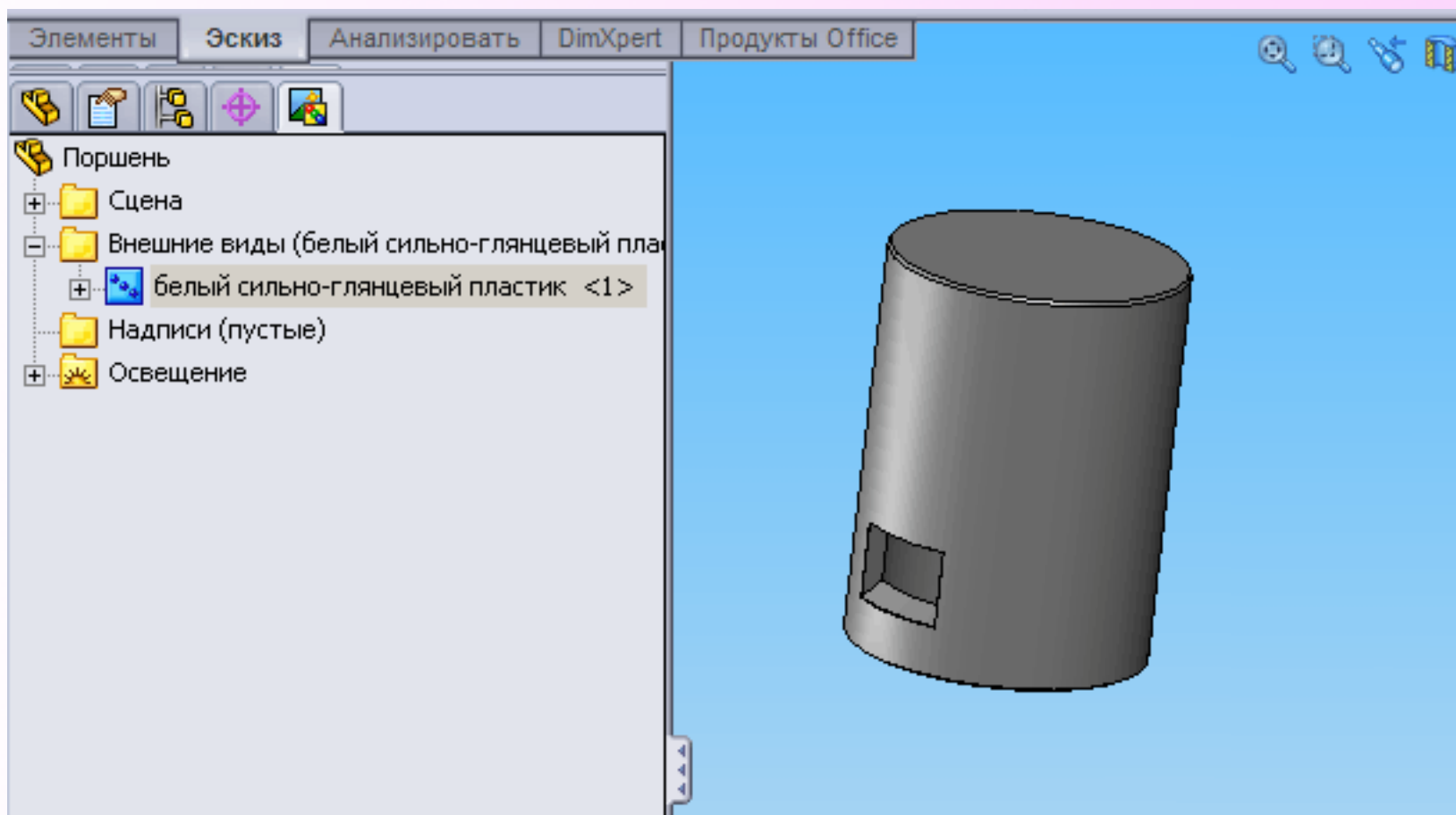
Аналогичным образом можно создать картинку без использования

Помощника для изображения картинки. Чтобы подобрать материал для объекта, нужно активировать *Редактор материалов* нажатием кнопки *Внешний вид*, которая расположена на панели инструментов *PhotoWorks*, или воспользоваться командой меню *PhotoWorks Внешний вид*.

Выбор декорации (сцены) для объекта осуществляется при помощи *Редактора сцен*, который активируется нажатием кнопки *Сцена*. Создать надпись поможет соответствующая команда, которая запускается кнопкой *Создать надпись*. Посмотреть же оформленную картинку можно при помощи кнопки *Изобразить*, которая расположена на панели инструментов *PhotoWorks*, а также команды меню *PhotoWorks Изобразить*.

Если по каким-либо причинам результат Вас не устроил - не тот вид сцены, освещение или материалы, установленные при помощи помощника, их можно отредактировать.

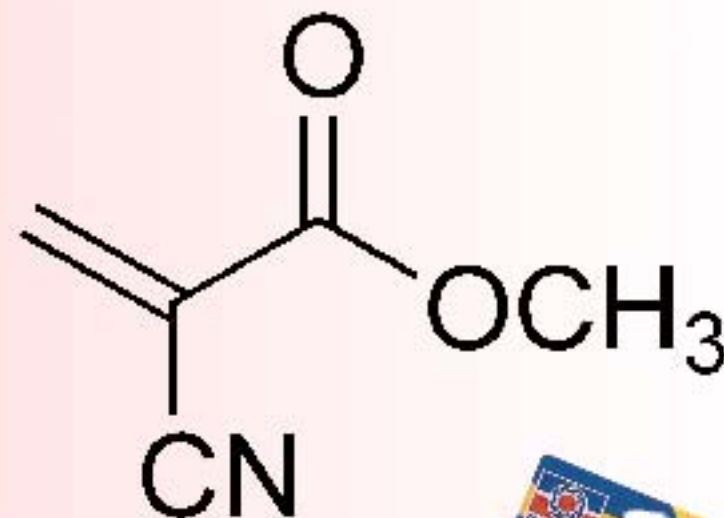
Для этого в **Менеджере изображения** активируйте щелчком правой кнопки мыши одну из строк: *Сцена*, *Материалы*, *Надписи* или *Освещение*, и в появившемся контекстном меню выберите команду *Редактировать*, а затем установите нужные настройки.



# ЦИАКРИН

*Валентин Субботин*

Циакрин - он же «Цианопан», «Секунда», «Монолит», «Слон», «Супер-момент» и т.д. - по химическому составу это эфир цианакриловой кислоты:  $CH_2 = C(CN)COOR$ . Основным компонентом цианоакрилатных клеев являются мономерные эфиры  $CN$  - цианоакриловой кислоты  $CH = C - COOR$ , которые легко полимеризуются в присутствии аминокислот  $NH$ , слабых оснований и гидроксильных групп, что приводит к прочному соединению полимерной пленки с поверхностями объектов в местах нахождения этих аминокислот и т.д.





Исключение составляют неполярные вещества типа тефлон, фторопласт, полиэтилен и некоторые другие. Клеи представляют собой жидкости, прозрачные и слегка желтоватые. Их вязкость зависит от вида используемого цианоакрилового мономера, количества введенного наполнителя и полимерных добавок.

Если не влезать в дебри химических формул, то циакрин — прочный, быстро схватывающийся, моментальный клей. Легко склеивает непористые и содержащие воду материалы. Октил-2-цианакрилат — наименее ядовитый из цианакрилатов — применяется в полевой хирургии для остановки кровотечений, чтобы можно было довести раненого солдата до госпиталя. Пары цианакрилата применяются для обнаружения отпечатков пальцев на

предметах. Затвердевший, но ещё свежий цианакрилат можно растворить ацетоном или диметилсульфоксидом. Этилцианакрилат не растворяется в этаноле, дихлорэтаноле.

Цианакрилаты были изобретены в 1942 году американскими исследователями, во время экспериментов по получению прозрачного пластика, подходящего для оружейных прицелов. В ходе опытов обнаружилось, что цианакрилаты могут быстро и хорошо склеивать широкий спектр материалов. Естественно, цианакрилаты, склеивающие практически вся и вся, не подходили для оружейных прицелов. На некоторое время о них забыли.

В 1951 году цианакрилаты были вновь «открыты» в Eastman Kodak исследователями Гарри Кувером и

**ЦИАКРИН**

средний

*В нашем магазине***ЦИАКРИН**

жидкий

*В нашем магазине*

Фредом Джойнером. На основе этих разработок фирма Kodak выпустила клей "Истман №910" (позже "Истман 910"), которые стали через несколько лет основой для промышленного производства "суперклея". В 1960 году Eastman Kodak продала права на цианакриловый клей фирме Loctite, которая, в свою очередь, распространяла его под брендом "Loctite 404 Quick Set." В 1971 году, Loctite разработала свою собственную технологию производства и

представила свою собственную линию производства цианакрилатов, называемую Super Bonder. Продукция Loctite быстро завоевала рынок.

### **Физические свойства клея и клеевых швов**

Жидкое состояние:

- основа: Ethyl Cyanoacrylate
- удельный вес (при 20°C): 1,069
- индекс преломления (при 20°C): 1,439
- точка воспламенения: 112°C
- точка кипения: 65/6 mmHg
- вязкость: 3-5

Твердое состояние:

- цвет: прозрачный
- удельный вес (при 20°C): 1,17
- индекс преломления (при 20°C): 1,48
- растворим в ацетоне, диметилформальдегиде, нитрометане, диметилсульфоксиде.

Ориентировочные характеристики шва - проба на сдвиг спустя 24 часа (при температуре 20 градусов Цельсия, склеиваемые материалы/разрыв шва в кг/см<sup>2</sup>):

- сталь + сталь: 150-190
- н/ж + н/ж сталь: 150-180
- алюминий + алюминий: 140-170
- медь + медь: 130-150
- поликарбонат + поликарбонат: 80-120
- сталь + пластик: 50-60
- ПВХ + ПВХ: 40-60
- полистирол + полистирол: 30-45
- АВС пластик + АВС пластик: 5-10
- резина + резина: 5-9
- неопрен + неопрен: 5-9
- н/ж сталь + неопрен: 5-10

### **Изготовление циакрина (СА)**

Для изготовления СА клея, необходимо большое количество этил-

цианоацетата (ethyl cyanoacetate), катализатор и достаточно большая камера-реактор (стоимость химикалий, только для одной партии СА клея около 25000\$). Все ингредиенты размещаются в реакторе для "дробления". Когда все ингредиенты находятся в реакторе, специальные кислые стабилизаторы добавляются к смеси, чтобы сохранить формирующийся СА мономер от затвердевания, поскольку химические цепи начинают формироваться - происходит формирование "пред-полимера". Затем, реактор нагревается, и смесь доводится до приблизительно 200°C. Процесс нагрева очень критичен и полностью компьютеризирован. Чтобы достичь необходимой температуры, требуется несколько часов.



Следующий этап - перегонка (дистилляция). Перед этим сырье нагревается до критической температуры с точностью плюс-минус четверть градуса. Это должно быть сделано с такой точностью еще и потому, что от этого зависит, с какой степенью чистоты получится мономер. Смысл перегонки заключается в том, что только СА будет испаряться при этой температуре и ничего более. Все примеси остаются в реакторе. Если среда станет слишком горячей, примеси в мономере будут испаряться и смешиваться с очищенным СА, который не будет очищен и, следовательно, партия будет испорчена. Если температура будет недостаточно высока, ничто не случится вообще. СА мономер только останется в реакторе.

Из камеры химической реакции пары СА попадают в колонку дистилляции. Этот процесс называется частичной дистилляцией. Методом водяного охлаждения пары конденсируют, и жидкость СА собирается во второй реактор.

Образцы каждой партии клея 12 дней находятся в термостате при температуре 82°C. Это испытание моделирует полную жизнь полимера при нормальных условиях. При возникновении любых проблем на данном этапе вся партия отправляется на переработку (повторная дистилляция).

Этот процесс (однократная дистилляция) используют все изготовители СА-клея. Если он проведен тщательно, то производитель добивается чистоты между 92% и 96%.

Компании, которые заинтересованы в изготовлении изделий высокого качества, процесс дистилляции проводят несколько раз. При этом с каждым разом получают мономер все более высокой чистоты. Многократная дистилляция чрезвычайно эффективна в создании СА-клея, который значительно превосходит однократно дистиллированный клей. Проходя дистилляцию несколько раз, мономер очищается всё больше с каждой последующей дистилляцией. Такие клеи называют в промышленности «Нечувствительные к роду поверхности». Это означает, что независимо от того, щелочная поверхность склеивания или кислая, клей может буквально компенсировать pH на поверхностях и обеспечивать максимальную прочность связи.

Так как все СА-клеи могут быть или ускорены или замедлены поверхностным pH, это означает, что высококачественный клей не будет мгновенно застывать в немного щелочной среде или застывать длительное время в немного кислой среде. Это - один из знаков высокого качества продукта.

К примеру, для склеивания дерева (ель фанера, бальза) применяются самые высококачественные ЦА клеи с чистотой 96% и более. При этом если клей застывает в течение приемлемого времени, без необходимости использовать ускоритель, клей хорош. Если он не будет склеивать хорошо, или потребуются необычайно большое время склеивания, это - не поверхностно-нечувствительный клей. Это изделие более низкого качества. Не

забудьте, что в этом случае вам необходимо постоянно использовать ускоритель, чтобы процесс пошёл. Такой клей является или старым или, возможно, второразрядным изделием. Для склеивания резины или

Имейте в виду, что мы говорим о СА-клеях для общего применения в быту и на производстве. Настоящие специализированные СА-продукты для определенных промышленных применений, сделаны по-другому с самого начала процесса. Они также во много раз дороже хоббийных или бытовых СА-клеев.

Покупая определенной направленности СА клей, имейте в виду, - это изделие, которое было особенным образом стабилизировано, чтобы работать лучше при соединении конкретных материалов, но в этом случае компромиссом всегда будет прочность соединения. Это не сверхсложная химия, это - только здравый смысл. Хочется еще раз акцентировать Ваше внимание на том, что, увеличивая чистоту СА, можно

## **Стержень**

углепластиковый  
пултрузионный

*В нашем магазине*

## **Рейка**

углепластиковая  
пултрузионная

*В нашем магазине*

пластмассы достаточно чистоты 92%.

Многokратная дистилляция хороша еще тем, что увеличенная чистота мономера, достигнутая многokратной дистилляцией, устраняет необходимость в "специализации" СА-клеев.



склеивать все эти различные материалы намного лучше, и при этом увеличить связующую силу одновременно. Просто запомните - чем выше чистота и большее количество клея находится в баллоне, тем лучше он работает. Из этого не должно следовать, что стабилизация СА-изделий не важна. Правильная стабилизация чрезвычайно важна. Однако, чем выше степень чистоты мономера, тем меньшее количество стабилизаторов должно быть добавлено. Они добавляются, чтобы увеличить срок хранения, сохранять качество клея внутри баллона и предотвращать преждевременное ухудшение СА. Другими словами, клей становится более вязким ("толстым" - "thick"), потому что застывает внутри баллона. Правильная стабилизация

должна предотвратить это. Также чрезвычайно важно, из какого материала изготовлен пластиковый баллон. Баллоны из обычного полиэтилена не будут хорошо сохранять клей, по крайней мере, в течение гарантийного отрезка времени.

Правильная стабилизация - также важный фактор в отношении времени хранения клея. Свойства всех СА начинают ухудшаться с момента изготовления. Сами мономеры имеют тенденцию искать более устойчивое состояние, как и в большинстве химических процессов. Это более устойчивое состояние - полимер. Следовательно, они стремятся полимеризоваться.

Еще несколько слов о стабилизации. В промышленности перестабильный СА называется

“устойчивый”. “Устойчивый” – означает, что изделие имеет очень большое количество стабилизаторов, которые обычно добавляются, чтобы увеличить срок хранения и (-или) предотвратить влияние химических примесей в мономере. Эта перестабилизация значительно ухудшает застывание, уменьшает продольную и поперечную связующие силы клея.

“Устойчивость” также может являться причиной изменения вязкости клея от пузырька к пузырьку. Скорее всего, Вы уже отметили это для многих СА-клеев. Например, последний пузырек этой марки, который у Вас был, не был столь «густой», как новый (т.е. не был такой же вязкости). Это – второе свойство, которым проверяется качество СА. Вязкость клея должна быть всегда одинаковой.

Кроме того, “устойчивость” является еще одной причиной, почему некоторым компаниям-производителям СА приходится выпускать множество “специальных” клеев. Это потому что стабилизаторы, которые они используют для каждого конкретного применения, не будут работать также хорошо и для другого. Следовательно, необходимо множество “специализаций” клеев.

### Как работает СА-клеи

Характерной особенностью СА-клеев является реакция взаимодействия с гидроокисью в щелочном растворе. Говоря более простым языком, это увлажнение на микроскопическом уровне. Практически каждая поверхность имеет компоненту, на которую может подействовать реакция

этого клея. Если же будет переизбыток клея, реакция не произойдет. Иными словами, СА не будет работать с сырыми или влажными поверхностями. При использовании СА на влажной поверхности остаются белые следы. Избыток СА окажет отрицательное воздействие на процесс склейки. Слишком много клея сведет реакцию практически на нет. Одной капли достаточно для того, чтобы покрыть поверхность площадью в 2 кв. см. Время высыхания - от 1 секунды до 1 минуты. Если этого недостаточно, то существуют ускорители процесса. Сжатия, как такового, не требуется. Достаточно будет устойчивого надавливания. Полная фиксация достигается по истечении 48 часов. Время «схватывания» зависит от основы, температуры, влажности,

количества используемого клея.

Пользоваться СА достаточно легко. Но вместе с тем надо соблюдать осторожность. Поскольку фиксация происходит достаточно быстро, особо сильного сжатия не требуется. Необходимо только совместить части или фрагменты вместе до момента их полной стыковки. Как только детали совмещены, капните на поверхность, требующую склейки. Не дотрагивайтесь носиком тюбика с клеем до склеиваемых поверхностей. Жидкость, действие которой основано на капиллярном эффекте, растечется по всей поверхности. Быстрое распространение жидкости вследствие своей высокой клейкости может привести к опасным последствиям. Клей будет растекаться настолько далеко, насколько сможет.



## Коротко о СА-клеях, которые можно встретить в модельных магазинах



В нашем магазине

Клей циакриновый (густой, средний, жидкий). Применяется для склеивания древесины, фанеры, бальзы, каучука, большинства пластмасс и металлов. Время склеивания 20-60 секунд.

По цвету на тюбике, можно определить какой густоты:

белый или зеленый - самый жидкий  
красный - средний  
темно-синий - густой  
светло-синий - самый густой.

Чем отличаются СА-клеи различной консистенции? Все достаточно просто. При одинаковой площади склейки, чем тоньше клеевой шов, тем прочнее склейка. Поэтому нужно применять настолько жидкий клей, насколько

позволяет подгонка деталей друг к другу. Тогда прочность клеевого шва при склейке бальзовых деталей циакрином будет зависеть только от степени подгонки деталей. Более густой клей нужен для заполнения микронеровностей между деталями. Если детали подогнаны друг к другу идеально, то нужно применять жидкий циакрин, и прочность будет максимальной. Если применить более густой клей, он будет только утолщать клеевой шов, и прочность будет хуже. Если детали нельзя подогнуть идеально, то нужен циакрин средней густоты для заполнения микронеровностей. В случае, если по технологическим причинам детали совсем плохо подгоняются друг к другу или их для этого нужно даже чуть-чуть подвигать, применяется густой

циакрин. Им можно даже сделать небольшие наплывы к швам деталей, расположенных под углом.

**Клей циакриновый супербыстрый.** Действует крайне быстро. После нанесения клея, необходимо немедленно соединить поверхности.

Клей циакриновый для полистирола. Применяется для склеивания всех типов твердых пластиков, например, пенопласта Depron. Необходимо грамотно подбирать активатор.

Часто у моделлистов возникает вопрос: «А чем модельные СА-клеи отличаются от бытовых "суперклеев", кроме цены?» Разница (а она огромна) в свойствах клея, так как бытовые СА слишком сильно «застабилизованы» и очень плохо очищены, что в

значительной степени влияет на качество клеевого шва.

Еще раз напомним - при работе с СА-клеями

**помните о**

## **МЕРАХ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ**

Берегите глаза и кожу от попадания клея! При попадании на кожу или в глаза промойте теплой водой с мылом. Используйте в хорошо проветриваемом помещении. Храните в недоступном для детей месте!

## **ВНИМАНИЕ!**

При попадании клея на руки, особенно густых клеев, ни в коем случае не брызгать активатором - моментально получите ожог.

## **Вспомогательные составы для работы с СА**

В процессе работы с цианакрилатными клеями применяются дополнительные составы, облегчающие работу с СА.

Что же это за составы:

**1. Активатор циакринового клея.** Он же - акселератор (ускоритель процесса затвердевания) для клеев, основанных на цианакрилате. Улучшает заполняющую способность клея, ускоряет процесс полимеризации и позволяет склеить большинство различных поверхностей. Активатор применяется для сокращения времени застывания циакриновых клеев до нескольких секунд. Незаменим при ремонте моделей в полевых условиях. Производители для изготовления



активаторов чаще всего используют ароматический амин, растворённый в различных веществах-носителях. Это наиболее общий метод изготовления, прежде всего, потому что активатор работает хорошо при низких концентрациях и хорошо выполняет свои функции без того, чтобы "ломать полимер" - т.е. ухудшать качество связей в полимере. При этом хороший активатор не должен срабатывать мгновенно. Это звучит несколько противоречиво, по отношению к названию, но если активатор будет срабатывать мгновенно, Вы не сможете с ним работать. Вы могли видеть это, если когда-либо случайно ускоряли "жидкий" СА. Он как будто закипал, когда отверждался. Нет надобности говорить, что прочность клеевого соединения в таком случае будет

практически нулевой. Однако, это может случиться, хотя и в меньшей степени, и с более "густыми" клеями. В случае, если активатор слишком сильный и содержит слишком много ароматического амина, или сделан менее совместимым с клеем химически, в клеевом соединении будет фактически нарушена форма полимера. И прочность связи даже самых лучших СА клеев снизится более, чем наполовину от обычной. Избежать этого нетрудно. Для этого ищите клей, который быстро и равномерно растечётся на поверхности склеиваемых деталей после того, как носитель полностью испарится. Стоит заметить, что это все, что должно произойти. При этом не должно оставаться гребней или трещин на поверхности нанесённой полоски клея

## Стеклоткань ассортимент

В нашем магазине

## Углеткань ассортимент

В нашем магазине

после отверждения. И эта нанесённая полоска клея не должна отверждаться немедленно. Также поверхности не должны белеть. Если Вы наблюдаете любой из этих случаев или все вместе, когда ускоряете процесс склеивания, активатор, скорее всего, нарушает склейку. Это просто исправить: попробуйте другую марку активатора, или используйте его как можно меньше. Достаточно нанести его только в виде очень легкого тумана.

СА-активатор - чрезвычайно мощное

средство. Активный ингредиент (ароматический амин) в активаторе вносится в очень, очень малом количестве, в действительности, вполне достаточно только того, что попадает в результате контакта. Остальная часть активатора - летучие соединения, способствующие быстрому испарению амина, и которые химически не взаимодействуют с ним каким-либо образом. Следовательно, даже пары активатора могут заставить клей внутри даже нераскрытых пузырьков начинать затвердевать! Это не шутка, можно привести пример одного изготовителя, который случайно хранил активатор рядом со складом своих "высококачественных" СА. Они потеряли всю партию "высококачественного" СА-клея, когда пары из нарушенной ёмкости с активатором

полимеризовали клей внутри нераскрытых баллонов! Поэтому, соблюдайте осторожность и храните ваш активатор подальше от СА-клеев. По возможности, храните его в другом конце комнаты от СА-клея, когда он не используется.

**2. Растворитель циакрина** (смывка или СА-solvent). Позволяет удалить остатки циакринового клея, смыть, по мере возможности, следы клея с рук, одежды. Большинство из того, что можно встретить сегодня на рынке, сделано из нитрометана или ацетона. Чаще всего растворители - смесь обоих из этих химикатов. Эти смеси, исходя из практики применения, работают лучше других для удаления застывшего СА с поверхности и являются самыми надежными растворителями,

при использовании в малых количествах.

Имеется другой растворитель, который растворяет застывший СА и который используют некоторые изготовители, это - ацетонитрил (Acetonitrile). Ацетонитрил лучше известен как метил-цианид (methyl cyanide). Если его случайно проглотить, этот химикат может легко вас убить. Если случайно проглотить немного этого растворителя, кислота в желудке преобразует химикат в цианистую кислоту (hydrogen cyanide) - сильный яд. Пользоваться таким растворителем - подвергать свою жизнь опасности.

**Внимание!** Растворитель является химически активным веществом, и его применение может повредить поверхность некоторых материалов.



Чтобы избежать повреждений, нанесите небольшое количество растворителя на малозаметную часть изделия и оцените возможность использования очистителя в вашем случае.

### **Меры предосторожности:**

- Беречь от детей и домашних животных!
- Пары очистителя не вдыхать!
- Работы проводить в хорошо проветриваемом помещении.
- Растворитель, попавший на кожу, можно удалить теплой водой с мылом.
- При попадании растворителя в глаза тщательно промойте их водой, немедленно обратитесь к врачу.

**3. Наполнитель для циакрина (Contact Filler).** Наполнитель для непос-

редственного соединения с циакриновым клеем. Смесь применяется для заполнения трещин, промежутков, отверстий и неровностей.

### **Циакрин - рациональное применение**

Запомните, что когда клеевой шов имеет в точности такие же характеристики, как и склеиваемые детали, то клеевой шов получается наиболее хорошо работающий. Правда, следует отметить, что так никогда бывает. Но надо стремиться к этому - разные материалы клеить только при помощи специально предназначенного для этих материалов клея.

### **Наиболее рациональное применение СА**

- Жидкий - для склеивания бальзы малой и средней плотности. В этом

случае клеевой шов -прочнее самого дерева. Преимущества в том, что клеить надо очень мало, он очень текучий, сам проникает в шов и склеивает по всей площади детали.

- Густой - для бальзы более плотных сортов и твердой бальзы, а также при использовании акселератора. Таким клеем удобно склеивать там, куда после установки детали нельзя нанести жидкий СА-клей. Клеевой шов - прочнее склеиваемой бальзы.

Технология склеивания такая: жидким СА капают на шов соединенных деталей. При использовании густого СА - сначала наносят его на одну деталь, а потом детали соединяют. Допускается применение акселератора.

## Несколько практических советов при работе с циакрином

1. Чтобы защитить чертеж от попадания на него СА, оберните бумагу полиэтиленовой пленкой. Подойдет пленка для упаковки пищевых продуктов. Она хорошо липнет к чертежам и надежно защищает их от всяких протечек клеев, красок и растворителей.

2. Помните, что действие клея снижается при температуре выше 50 градусов по Цельсию (рабочая температура СА-клея ~ 20 градусов по Цельсию). Контактная поверхность должна быть максимально возможно гладкой и хорошо подогнанной. Металл необходимо клеить с металлом, несовместимые материалы будут стыковаться друг с другом настолько, насколько гладкие у них

контактные поверхности и насколько они взаимодействуют друг с другом.

3. Никогда не используйте свои пальцы в качестве зажимов.

4. Никогда не держите зажим слишком близко к рабочей поверхности, иначе он будет испорчен, и потребует ремонта. Прижимайте рабочие детали друг к другу с помощью не очень острого металлического предмета. Если он прилипнет, то его придется отдирать от небольшой по площади поверхности.

5. Различные клеи разных фирм имеют разное время схватывания (застывания). Обычно на упаковке СА-клея указывают его "время жизни". Так для Thin оно составляет 10-15 секунд, а для Thick - от 40 сек. до 2-х минут. Для склейки больших площадей используйте клей с большим "временем жизни".

## Правила склеивания, дефекты и способы их устранения

При работе с любым клеем можно добиться эффективного результата только в том случае, если вы в точности соблюдаете руководства и рекомендации по применению. Циакриновый клей здесь не исключение.

Склеивание - это процесс, состоящий из нескольких операций, которые необходимо выполнить для качественного соединения склеиваемых деталей:

- подготовку материала к склеиванию;
- нанесение клея на склеиваемые поверхности;
- соединение склеиваемых поверхностей;
- выдержку клееных изделий под прессом или без него;



- обработку склеенных изделий.

Помните, что на процесс склеивания влияет:

- температура и влажность воздуха в помещении при склеивании (оптимальные условия для работы с клеем - комнатная температура и влажность не более 80%);

- температура (клей не должен быть охлажденным или перегретым);

- чистота подготовки поверхности материала, предназначенного для склеивания (поверхность должна быть гладкой, ровной, без следов жира, грязи и пыли);

- равномерность нанесения клея на поверхность (слой клея должен быть нормальной толщины, без пузырьков воздуха);

- выдержка перед сборкой склеиваемых поверхностей (не допускается

пересушка или выдержка меньше указанного времени);

- запрессовка склеиваемых поверхностей (необходима в начале затвердевания клея при всех видах склеивания);

Дефекты клеевых соединений и причины их возникновения.

1. Местные непроклейки (неплотное прилегание склеиваемых поверхностей).

Причина, устранив которую, добьемся хорошего качества соединения склеиваемых поверхностей:

- плохая подготовка склеиваемых поверхностей;

- неравномерный прижим поверхностей после их соединения;

- нанесение слишком тонкого слоя клея;

- неравномерное нанесение клея на поверхности;
- недостаточная пропитка клеем склеиваемых материалов.

2. Слабое сцепление (пониженная прочность клеевого соединения).

Причина, устранив которую, добьемся хорошего качества соединения склеиваемых поверхностей:

- недостаточная пропитка склеиваемых материалов;
- недостаточная выдержка склеиваемых поверхностей;
- плохо подготовленная поверхность (при условии, что клеевая пленка отлипает от одной из склеиваемых поверхностей);
- сильная впитываемость клея в материал, что не позволяет получить равномерной клеевой пленки;

- неравномерность нанесения клея и непромазка отдельных мест.

В большинстве случаев дефекты, возникающие при склеивании, можно исправить путем повторного переклеивания.



## Хранение циакрина (СА)

Большинство СА-клеев имеют пометку "Использовать до ..." или дату изготовления на флаконе непосредственно. Некоторые имеют маленькую метку на дне баллонов с датой изготовления. На них, первое число - год, а оставшиеся числа - дата, когда клей был изготовлен. Но даже, если таких надписей нет, то жизнь СА-клеев можно значительно продлить, если хранить их в темном и холодном месте.

Оптимальная температура хранения от +5 до +10°C (в холодильнике).

Хранить СА-клеи необходимо в соответствии с правилами по хранению огнеопасных материалов, в плотно закрытой упаковке.

## Меры безопасности при работе с цианоакрилатами

При работе с цианоакрилатными клеями необходимо соблюдать определенные меры предосторожности

Работы с СА необходимо проводить в отдельном помещении, оборудованном вентиляцией или в шкафу с вытяжкой. При недостаточной вентиляции можно использовать респираторы и противогазы. Следует избегать вдыхания паров и прямого контакта с парами глаз и кожи. Для защиты использовать защитные очки, перчатки, защитную одежду и респираторы.

Пары, образующиеся при склеивании СА, могут вредным образом воздействовать на органы дыхания и даже вызывать аллергическую реакцию, нельзя также исключать



раздражение глаз и кожи. Аллергические симптомы воздействия СА похожи на симптомы с гриппа.

В случае поражения, необходимо выйти на свежий воздух, промыть глаза большим количеством воды. Пораженную кожу следует обработать мыльным раствором и также промыть большим количеством воды. При необходимости обратиться к врачу.

Как обычно, несчастные случаи при применении СА могут произойти тогда, когда их не ожидаешь. Если клей попал на «мясо», то причин для паники нет. Ожога не будет. Когда клей застынет, вы увидите, как на пальце (если клей попал на палец) образуется грубый слой кожи. Не волнуйтесь, через некоторое время и без всякой помощи этот слой отойдет сам по себе. Процесс ускорит хорошее смачивание.

Размягчите поверхность кожи и позвольте вашим естественным выделениям (пот, жир) проникнуть в зону склейки. Это позволит ослабить сцепление двух поверхностей.

Удаление СА с кожного покрова с помощью специальных растворителей требует терпения. Наложите растворитель на пораженные участки кожи с помощью мягкой ветоши. Если участок большой, накладывайте растворитель небольшими порциями. Подождите 1-2 минуты, пока клей не начнет растворяться. Теперь медленно удалите образовавшуюся корочку с поверхности кожи. Повторяйте процесс до тех пор, пока кожа не станет чистой. Для удаления остатков промойте «пострадавший» участок с мылом.

Тюбики с СА клеем снабжены (чаще всего) аппликатором,

ввиду особенности протекания жидкости, т.е. тонкой трубкой-носиком. Если носик аппликатора засорился или забился засохшим клеем, то ни в коем случае не отдирайте подсохший клей с помощью пальцев. Не стучите по трубке, чтобы удалить остатки клея возле образовавшейся пробки. Капля клея высвободится, и брызги разлетятся в разных направлениях. Она может попасть (и не раз попадала!) в глаза. Схожая ситуация может произойти, если вы слишком быстро убираете трубку со склеиваемой поверхности.

Естественной реакцией человека на попадание посторонних частиц в глаз - протереть его рукой. Ни в коем случае! Нет смысла. В большинстве случаев количество попавшего в глаз клея невелико, а природное увлажнение глаза таково, что слипание внутренних

поверхностей глаза попросту не происходит. Лучше всего в таком случае плотно закрыть глаз. В большинстве случаев это действие вызывает выделение слезы.

Если происходит склеивание века, не прилагайте усилия для его разделения. Протрите его тепловатой водой и сразу обратитесь к врачу.

Самое сложное в ЧП, связанных с применением СА - не подчиняться инстинктам. Природная реакция на прилипание к чему-либо - сразу отодраться. Если вы собираетесь работать с СА-клеем, запомните: забудьте про инстинкты. Основное правило в таком случае - это не паниковать. Будьте всегда готовыми к какой-нибудь неожиданности. Безопасность при работе с СА предполагает подготовку и наличие здравого смысла.

## Первая помощь при несчастном случае во время склеивания

Если клей попал в рот:

- Дайте пострадавшему выпить чая, воды или фруктового сока. Не молока!!!
- Не вызывайте у пострадавшего рвоту.
- Не давайте пострадавшему соленой воды.

Если несчастный случай произошел при использовании секундного клея:

Не паникуйте!

Не пытайтесь силой оторвать склеенные участки кожи друг от друга или отделить их хирургическим путем!

Трос  
стальной  
0.3 мм

*В нашем магазине*

Трос  
стальной  
0.5 мм

*В нашем магазине*

Если склеились два участка кожи. Сначала обработайте склеенные участки кожи теплым мыльным раствором или 1%-раствором соды, затем аккуратными движениями разделите их микропинцетом, штапелем, ватной палочкой или карандашом. Если склеились совсем маленькие участки кожи, можно использовать ацетон. Аккуратно нанесите несколько капель ацетона на склеенные участки по краям (при необходимости повторите). Ацетон



нельзя использовать на больших поверхностях, вокруг глаз, на слизистых оболочках и поврежденных участках кожи. Как только клей удалось смыть, промойте кожу чистой водой и нанесите жирный крем или масло. Никогда не пытайтесь содрать клей, так как он может сойти вместе с кожей.

### **Кожа головы, волосы.**

Вымойте голову (волосы) и обильно нанесите на поврежденные участки жирный крем; оставьте на некоторое время (например на ночь). При необходимости повторите. Клей сойдет сам.

### **Глаза.**

Если склеились веки, немедленно ополосните их теплой водой, чтобы свести взаимодействие с клеем к минимуму. Не пытайтесь открыть глаза,

если веки склеились.

### **Веко приклеилось к веку, главному яблоку или ресницам.**

Немедленно тщательно промойте глаз теплой водой и наложите влажную марлевую повязку, компресс или тампон. Увлажняйте компресс или тампон по мере высыхания. Глаз откроется сам через 1-4 дня. Последствий обычно не возникает. Если глаз не открылся, обратитесь в поликлинику или к своему окулисту.

### **Клей на глазном яблоке.**

Обычно особых мер предпринимать не требуется. Цианоакрилатный клей вступает в реакцию с протеиновым слоем на поверхности глазного яблока и постепенно теряет свои свойства. Пока клей размягчается, и удаляются его остатки, глаз выделяет больше

слезы, чем обычно. Может наблюдаться также раздвоение объектов. Это нормальная реакция. Клей обычно смывается через 1-2 дня, за исключением особо тяжелых случаев.

### Рот.

Если случайно склеились губы, их можно разъединить применением большого количества теплой воды снаружи и слюны изнутри. Контакт с жидкостью должен быть максимальным. Движения губ и рта обычно ослабляют действие клея. Остатки клея смываются водой, жирным кремом или маслом. Никогда не пытайтесь силой разъединить губы, если они склеились. Цианоакрилатный клей практически невозможно проглотить: он действует немедленно и тут же склеивает рот, оставляя белый налет, или

полимеризуется. Особых действий предпринимать обычно не требуется. Слюна смывает клей с внутренних оболочек рта за 1-2 дня. Если во рту слиплось большое количество клея, пострадавшего нужно положить так, чтобы он случайно не проглотил клей, когда сгусток начнет растворяться. Убедитесь, что клей не попал в дыхательное горло.

### Ожоги.

Цианоакрилатный клей при затвердевании выделяет тепло. Очень часто клей может вызвать ожог. Первая помощь при ожоге, вызванном цианоакрилатным клеем, такая же, как и при обычном ожоге. Перед обработкой ожога нужно аккуратно, если это возможно, смыть клей и отделить приклеенную поверхность

(например, перчатку).

### **Медицинское вмешательство.**

Склеенные участки кожи не следует разделять хирургическим путем. Даже если не предпринято никаких мер первой помощи, цианоакрилатный клей сам сходит с кожи, глаз или рта под воздействием естественных увлажнителей: влажности кожи, потоотделения, пота, слез или слюны.

**ПРОВОЛОКА**

**ОВС**

*ассортимент*

*В нашем магазине*

**ЛАТУННАЯ**

**ТРУБКА**

*ассортимент*

*В нашем магазине*



# Авиамодельная ракета

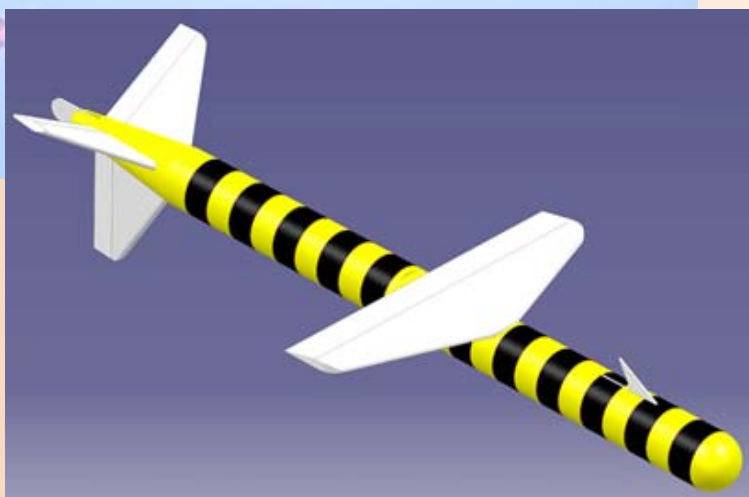
## "Пчела"

Олег Орлов  
Александр Милов



Предлагаем воспользоваться идеей простейшей ракеты, которую можно пускать с борта авиамодели.

В конструкции ракеты не используются пиротехнические компоненты, поэтому она достаточно безопасна, и может быть рекомендована для изготовления в авиамodelных кружках начинающими моделистами.



X-55

При постройке мы руководствовались следующими требованиями:

- безопасность.
- простота в использовании.
- многоразовое использование.
- технологичность.

В качестве прототипа была выбрана Российская стратегическая ракета X-55.



X-55 - дозвуковая малогабаритная стратегическая крылатая ракета, совершающая полет с огибанием рельефа местности на малой высоте,

предназначена для использования против важных стратегических объектов противника с заранее разведанными координатами.

### Описание конструкции



Из соображений безопасности и простоты эксплуатации наша ракета не имеет своего двигателя, запуск осуществляется с пусковой установки, где в качестве разгонного устройства

используется резиновый жгут.

Ракета изготовлена из желтого пенопласта (пенополистирол), оперение и крыло - из потолочки. Силовые элементы (крюк, петля спускового механизма) - ПВХ пластик, в носовой части установлен грузик из свинца (см. прикрепленный к журналу файл *Draw rocket 1.jpg*).

### Порядок изготовления ракеты

Детализировка ракеты приведена на чертеже (см. прикрепленный к журналу файл *Draw rocket 2.jpg*).

Вырезаем из пенопласта фюзеляж, шлифуем его до получения ровного цилиндра, скругляем носовую часть и делаем сужение к хвостовой части. От полученного фюзеляжа отрезаем носовой обтекатель. В носовом

обтекателе вырезаем отсек для груза.

В носовой части вырезаем паз для крюка и лыску для установки крыла. В хвостовой части вырезаем пазы для стабилизаторов (под углом 120 градусов друг к другу на глубину 2-3мм) и петли спускового механизма.

Крыло и стабилизаторы вырезаем из потолочки. Крылу придаем плоско-выпуклый профиль, стабилизаторам - симметричный. Крыло и стабилизаторы обтягиваются скотчем. При обтяжке стабилизаторов необходимо оставить 3 мм не обтянутой поверхности в корневой части. Это необходимо для вклеивания в пазы.

Крюк и петля спускового механизма вырезаются из пластика (толщина 1-2мм).



## Сборка

- Установить в носовой обтекатель свинцовый груз. Закрепить его, чтобы он не перемещался под действием перегрузок (на клей, либо двухсторонний скотч).
- Приклеить носовой обтекатель с установленным грузом к фюзеляжу. Обтянуть полученную конструкцию скотчем. Прорезать в скотче пазы для хвостового оперения.
- Вклеить стабилизаторы. Места стыков дополнительно проклеить скотчем - это предотвратит отламывание при посадках. (Рис.1)
- Вклеить крюк и петлю спускового механизма.
- Крыло установить на 2-х сторонний скотч. (Рис.2)
- Нанести «боевую» раскраску перманентным маркером. (Рис.3)

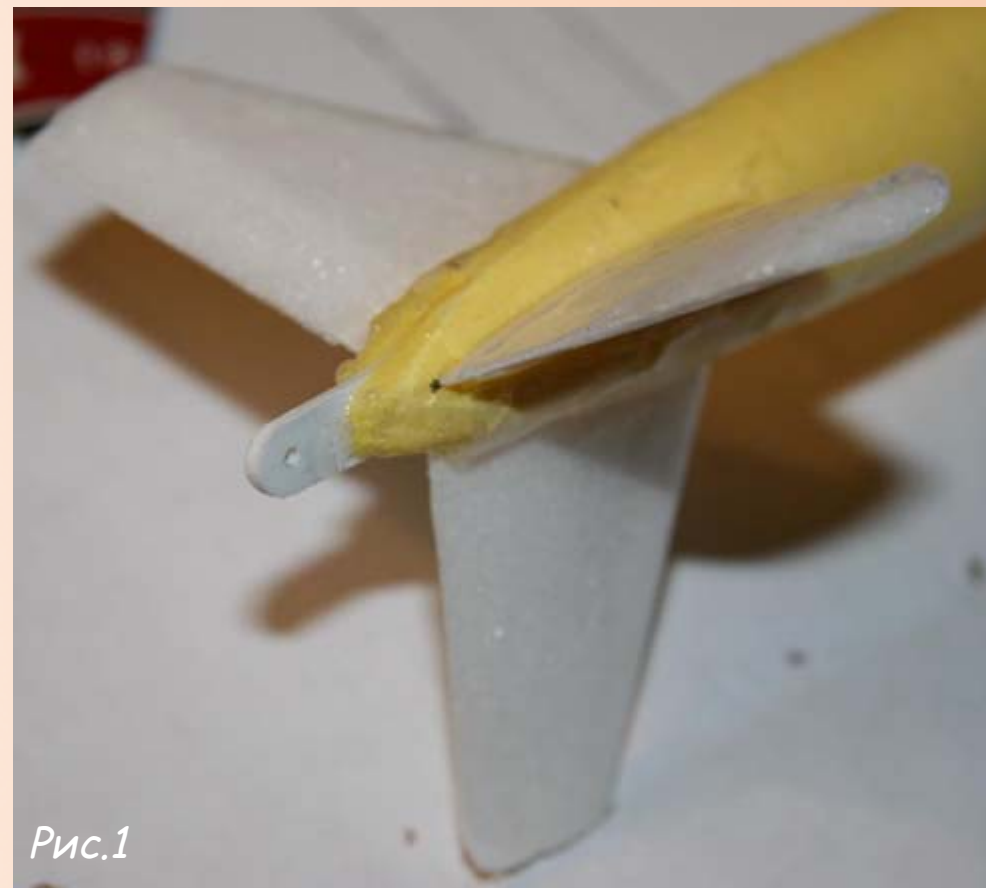


Рис.1

- Из жести от пивной банки вырезать триммер (полоска 5x15мм) и приклеить на конце крыла 2-х сторонним скотчем.
- Подгибанием триммера вверх или вниз добиваемся устранения крена при полете. (Рис.4)

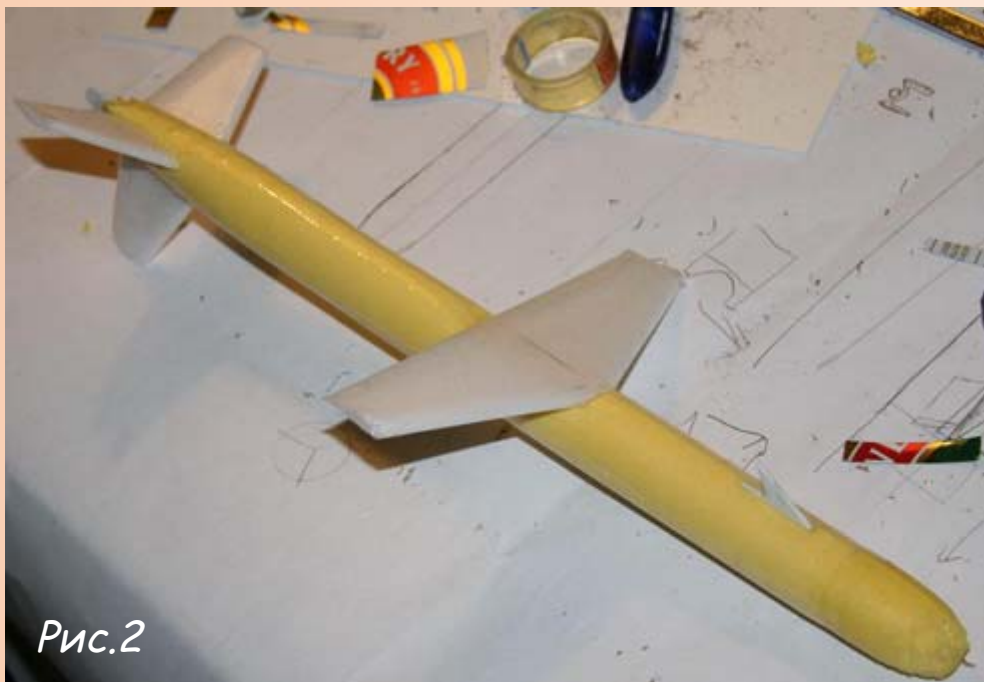


Рис.2



Рис.3



Рис.4

## Пусковая установка

Пусковая установка представляет собой алюминиевую трубку длиной 600мм, диаметром 8мм и с толщиной стенки 1мм. На одном ее конце закреплена резинка (Рис.5 и 6).

Для достижения необходимого усилия резинка укладывается в несколько слоев. Максимальное усилие натяжения резинки диктуется прочностью конструкции ракеты на





растяжение. В нашем случае мы ограничились усилием 2.5 кг. Для предотвращения перетирания в месте контакта с трубкой резника защищена термоусадкой.

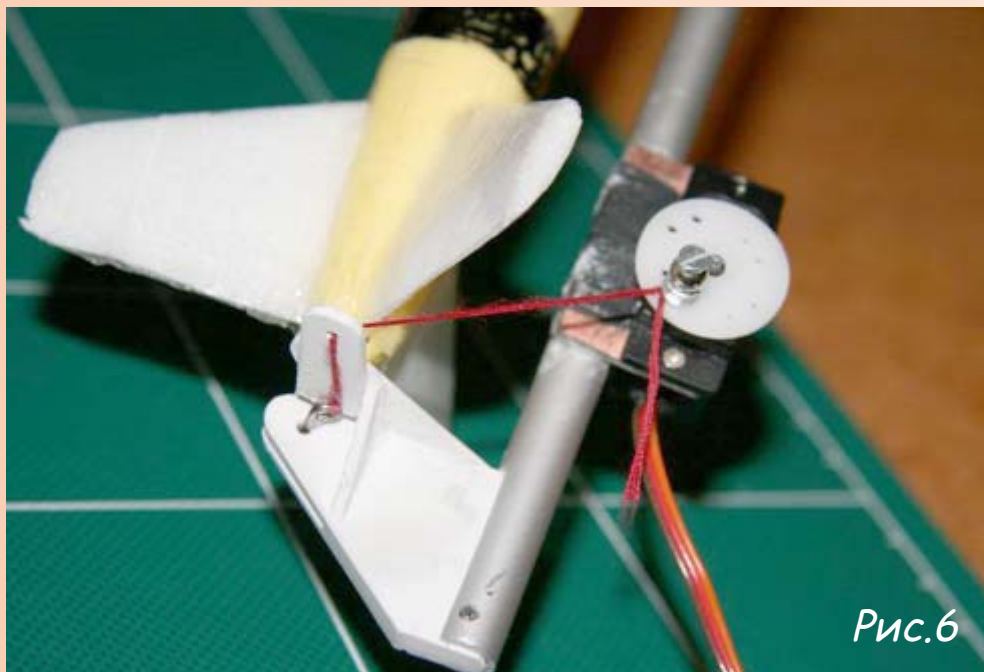
На другом конце трубки установлен спусковой механизм, вырезанный из пластика.

Спусковой механизм закреплен в пазе, вырезанном в алюминиевой





трубке, с помощью эпоксидной смолы и болта, который удерживает его от выворачивания. (Рис.7)



Размеры спусковой системы зависят непосредственно от носителя, под который она разрабатывается, и от способа ее установки на борту.

Основное требование - обеспечить беспрепятственный сход ракеты с пусковой установки, исключая

возможность задевания ракетой самой установки, либо частей ЛА.

Кронштейн для сервы вырезан из стеклотекстолита. На трубке сделана лыска, в которую вклеен кронштейн эпоксидкой с нитками. Чека изготовлена из 1мм стальной проволоки. Для уменьшения трения между чекой и механизмом рекомендуется смазать трущиеся детали.

Для надежной работы системы лучше использовать серву помощнее (в нашем случае крутящего момента 1,3 кг/см. явно не хватало, механизм срабатывал с задержкой).

Для того, чтобы при изготовлении ракетной установки заложить в нее желаемые технические характеристики, можно воспользоваться приведенным ниже теоретическим описанием.

## Теоретическая часть

Полет описываемой ракеты основан на баллистическом принципе. Т.е. в момент пуска ракете сообщается кинетическая энергия, которая впоследствии и движет ракету в полете. Такое движение в ракетной технике называется пассивным.

Собственного двигателя ракета не имеет, поэтому основные параметры полета (скорость и дальность), в основном, будут зависеть от массы ракеты и количества энергии, сообщаемой ракете в момент пуска.

Принцип действия пусковой установки основан на предварительном аккумулировании необходимой для полета энергии в виде деформации резинового жгута и последующем ее преобразовании в кинетическую энергию движения ракеты.

Кинетическая энергия ракеты в момент старта определяется, Дж:

$$E_{кин} = \frac{M_P \cdot V_{ст}^2}{2}$$

где  $M_P$  - масса ракеты, кг;

$V_{ст}$  - стартовая скорость, м/с.

Принцип запасания энергии пусковой установкой показан на (Рис.7).

1 - точка максимального натяжения резинового жгута;

2 - точка максимальной стартовой скорости и схода ракеты;

**ЕУТР** - энергия упругой деформации резинового жгута;

**ГУТР** - сила натяжения резинового жгута;

**L1** - длина жгута в ненапрянутом состоянии;

$L_2$  - длина жгута в натянутом состоянии;

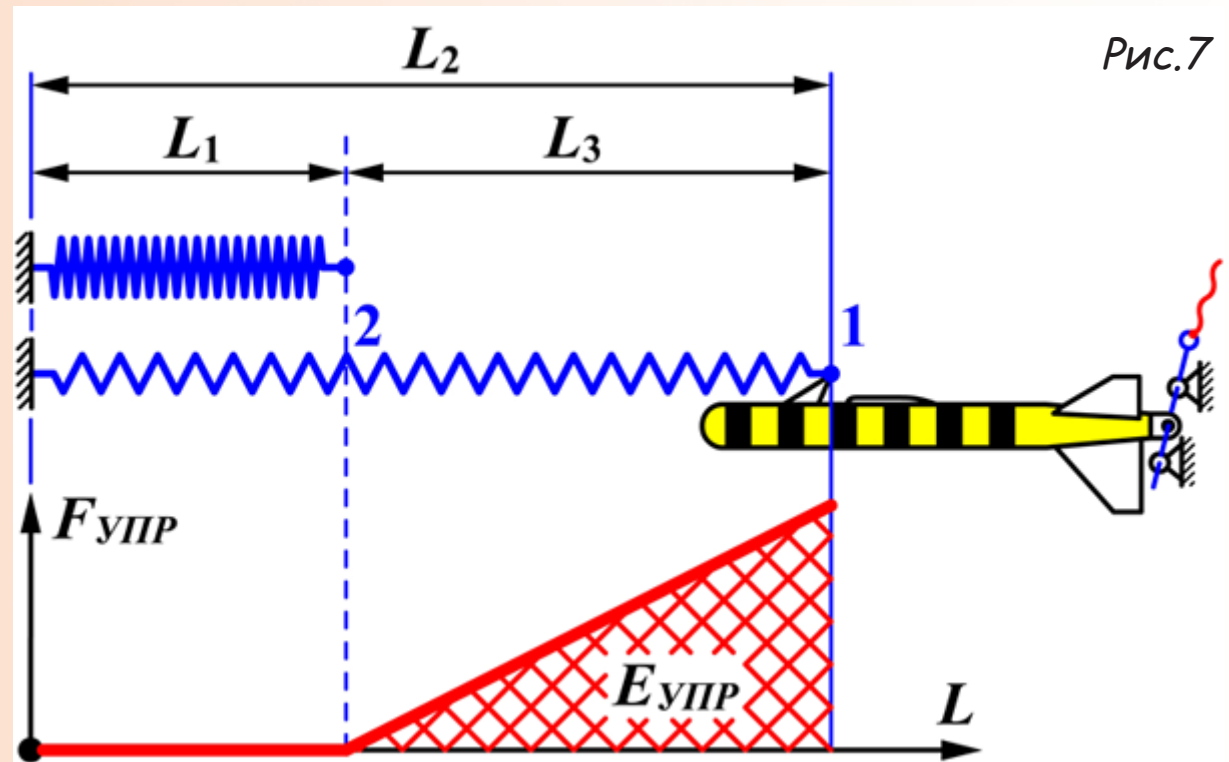
$L_3$  - расстояние, на котором ракете сообщается кинетическая энергия.

Как видно из Рис.7, энергия упругой деформации численно равна площади прямоугольного треугольника и вычисляется, Дж:

$$E_{УПР} = \frac{F_{УПР} \cdot L_3}{2}$$

где  $F_{УПР}$  - сила натяжения резинового жгута в точке 1, Н;

$L_3 = (L_2 - L_1)$  - разница длин жгута в натянутом и ослабленном состояниях, м.



Формула для вычисления стартовой скорости ракеты выводится на основе равенства:

$$E_{КИН} = E_{УПР}$$

$$V_{СТ} = \sqrt{\frac{F_{УПР} \cdot L_3}{M_P}}$$



Величина силы натяжения жгута может быть измерена обычными бытовыми весами.

В описываемом случае:

$$F_{УТР} = 2.5 \cdot 9.81 = 24.5 \text{ Н}$$

где 2.5 - показания весов, кг;

9.81 =  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Остальные данные рассматриваемого случая для расчета  $V_{СТ}$ :

$$M_P = 0.012 \text{ кг};$$

$$L_3 = 0.245 \text{ м}.$$

Теоретическая стартовая скорость ракеты согласно:

$$V_{СТ}^{ТЕОР} = \sqrt{\frac{24.5 \cdot 0.22}{0.012}} = 21.2 \text{ м/с}$$

$$21.2 \cdot 3.6 = 76.3 \text{ км/ч}.$$

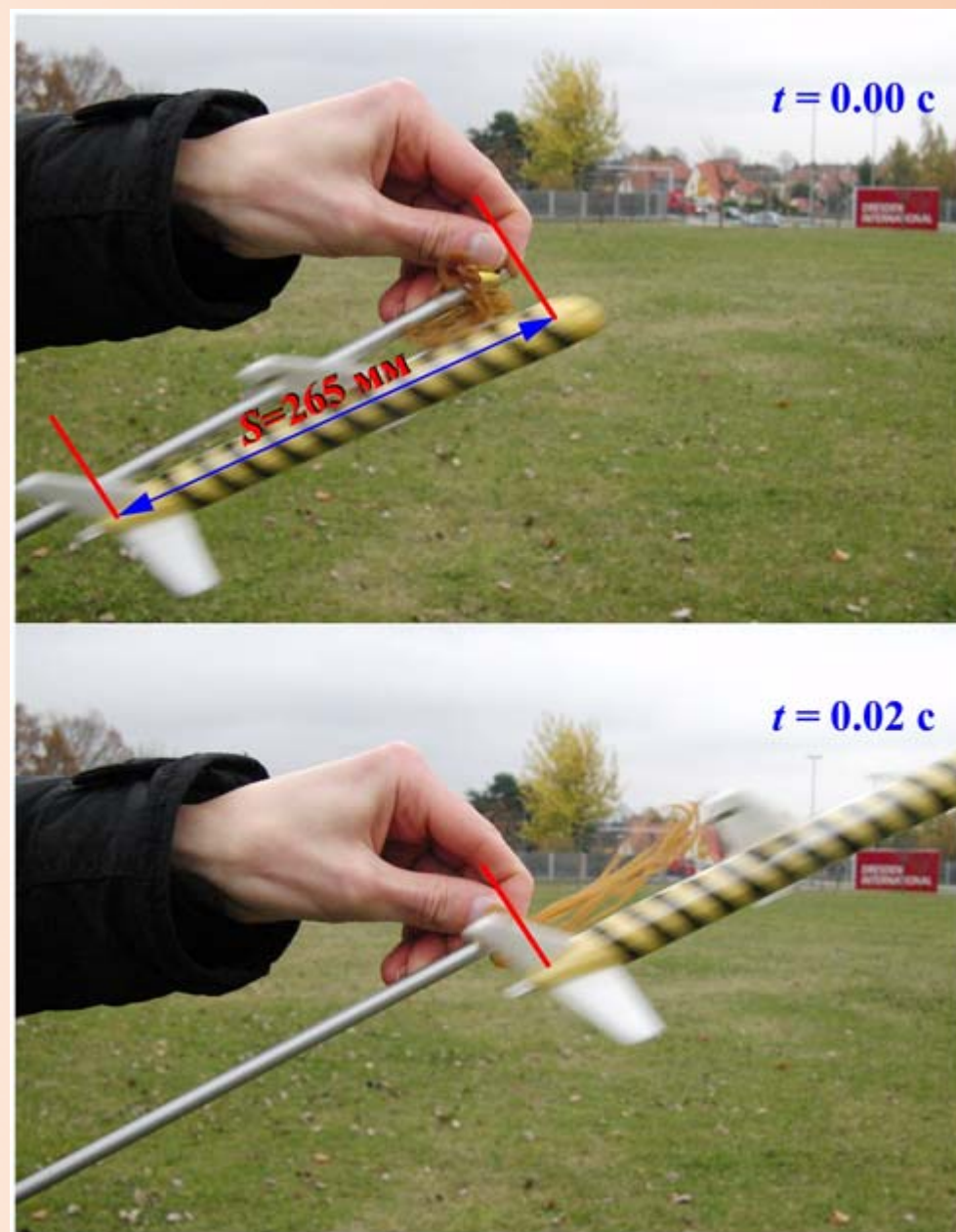


Рис. 8 Измерение скорости схода ракеты методом скоростной фотосъемки

На практике стартовая скорость ракеты была измерена методом скоростной фотосъемки (Рис.8). Использованный для этих целей фотоаппарат: **Casio Exilim EX-F1**, позволяет производить фотосъемку с частотой 60 кадров в секунду.

Согласно Рис.8, практическая стартовая скорость составила:

$$V_{СТ}^{ПП} = \frac{S}{t} = \frac{0.265}{0.02} = 13.25 \text{ м/с}$$

$$13.25 \cdot 3.6 = 47.7 \text{ км/ч}$$

где  $t = 1/60$  с - временной промежуток между кадрами.

Как и следовало ожидать, практическая скорость схода ракеты оказалась меньше рассчитанной теоретически, это обстоятельство свя-

зано с тем, что в расчете не были учтены неизбежные потери энергии. В качестве основных причин ухода полезной энергии "налево" можно указать следующее:

- трение ракеты о клубок сокращающегося резинового жгута, поджимаемого к ракете штангой пусковой установки (что отчетливо видно на фотографии);
- часть кинетической энергии сообщается резиновому жгуту (чем больше масса жгута, тем больше энергии он возьмет на приведение себя в движение).

Кроме того, для упрощения расчета был принят линейный закон растяжения жгута. В действительности диаграмма растяжения резины имеет вид, примерно соответствующий изображенному на рис.9.

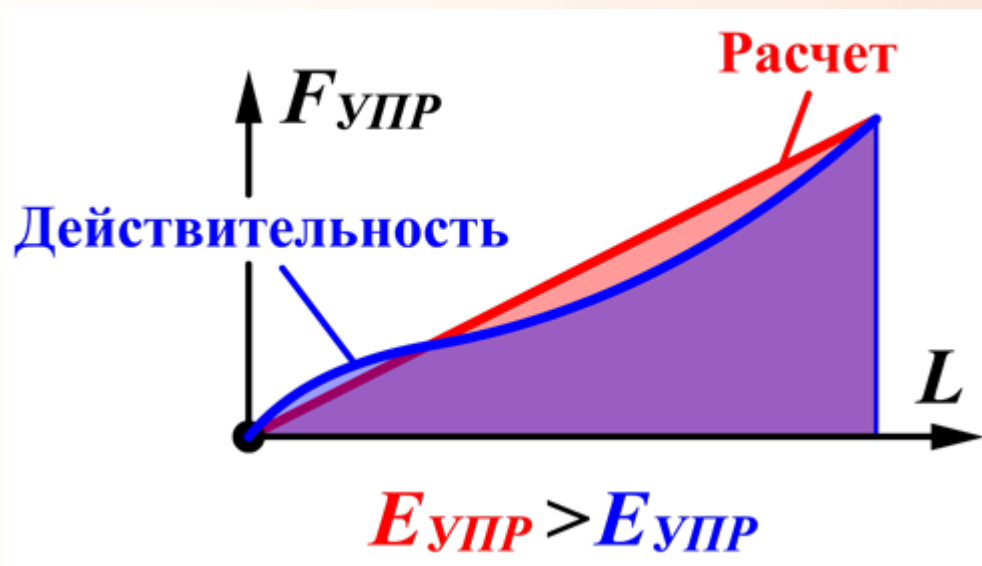


Рис. 9 Сравнение расчетной и действительной диаграмм растяжения резины

Как видно из рис.9, в ряде случаев допущение о линейности поведения резины может приводить к завышению расчетной величины энергии упругой деформации. Очевидно, более точный результат расчета теоретической стартовой скорости может быть получен методом интегрирования.

Совершенство пусковой установки может быть оценено коэффициентом полезного действия, который найдется как отношение измеренной и теоретической кинетической энергии ракеты в момент пуска:

$$КПД = \frac{E_{КИН}^{ПР}}{E_{КИН}^{ТЕОР}} \cdot 100\% = \left( \frac{V_{СТ}^{ПР}}{V_{СТ}^{ТЕОР}} \right)^2 \cdot 100\%$$

В нашем случае:

$$КПД = \left( \frac{13.25}{21.2} \right)^2 \cdot 100\% = 38\%$$

На Рис.10 показана схема усовершенствованной пусковой установки, рекомендуемой моделистам для реализации. Установка, построенная по предлагаемой схеме,

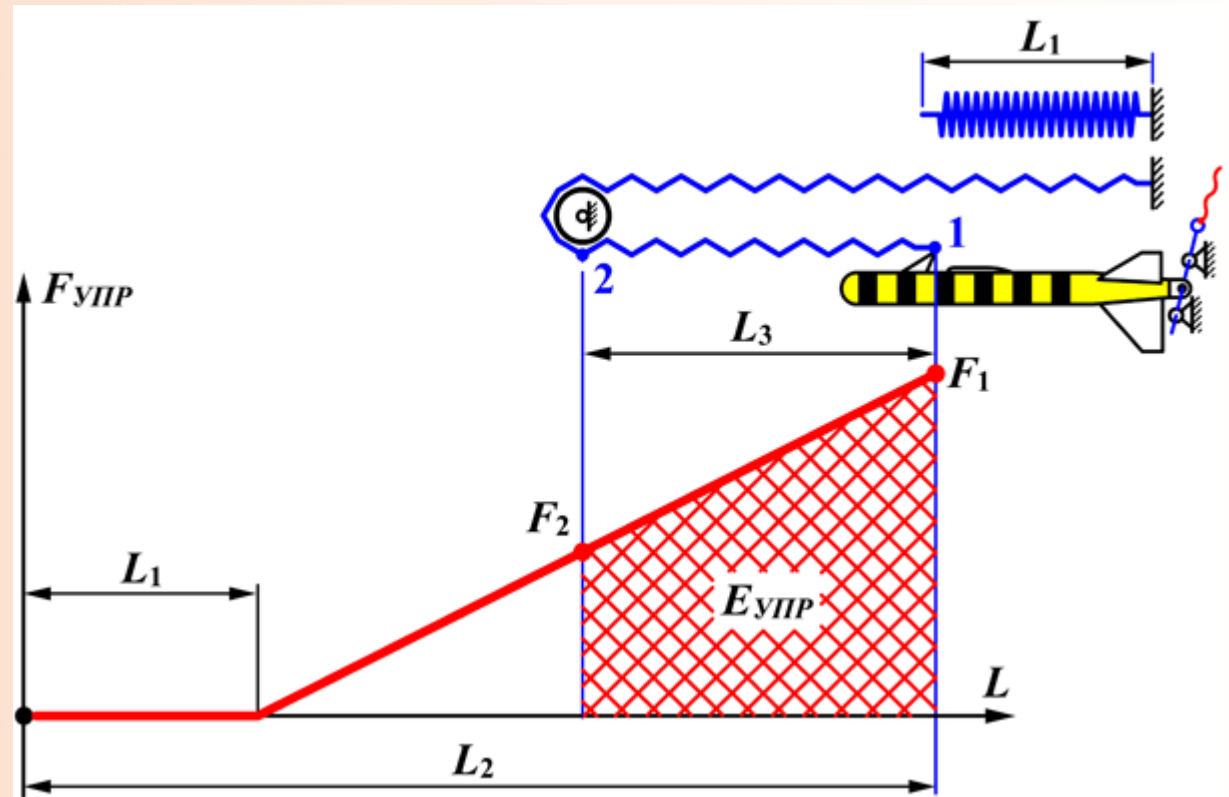


будет обладать большей энергоемкостью и иметь компактный размер, позволяющий вписаться в пусковое устройство авиа-модели-копии.

Рис.10 Схема и принцип работы усовершенствованной пусковой установки:  $F_1$ ,  $F_2$  - силы натяжения резинового жгута в начале и в конце разгонного участка  $L_3$

Энергия, запасаемая такой установкой, равна площади трапеции, и при линейном законе растяжения резины вычисляется:

$$E_{УПР} = \frac{(F_1 + F_2) \cdot L_3}{2}$$



Теоретическая стартовая скорость без учета потерь:

$$V_{СТ} = \sqrt{\frac{(F_1 + F_2) \cdot L_3}{M_P}}$$

Для того, чтобы оценить скорость ракеты при пуске с движущегося самолета, воспользуемся законом сохранения импульса:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_P = \frac{(M_C + M_P) \cdot V_{C,1} + M_C \cdot V_{CT}^{ПП}}{M_C + M_P} \\ V_{C,2} = V_P - V_{CT}^{ПП} \end{array} \right.$$

где  $M_C$  – масса самолета, кг;

$V_{C,1}$  – скорость самолета перед пуском ракеты, м/с;

$V_{C,2}$  – скорость самолета после пуска ракеты, м/с;

$V_P$  – начальная скорость ракеты при пуске с движущегося самолета, м/с.

Максимальная скорость горизонтального полета "ракетоносца", на котором испытывалась ракета, была

была измерена на его компьютерной модели в симуляторе REFLEX, и составляет порядка 15 м/с. Масса "ракетоносца" 0.8 кг.

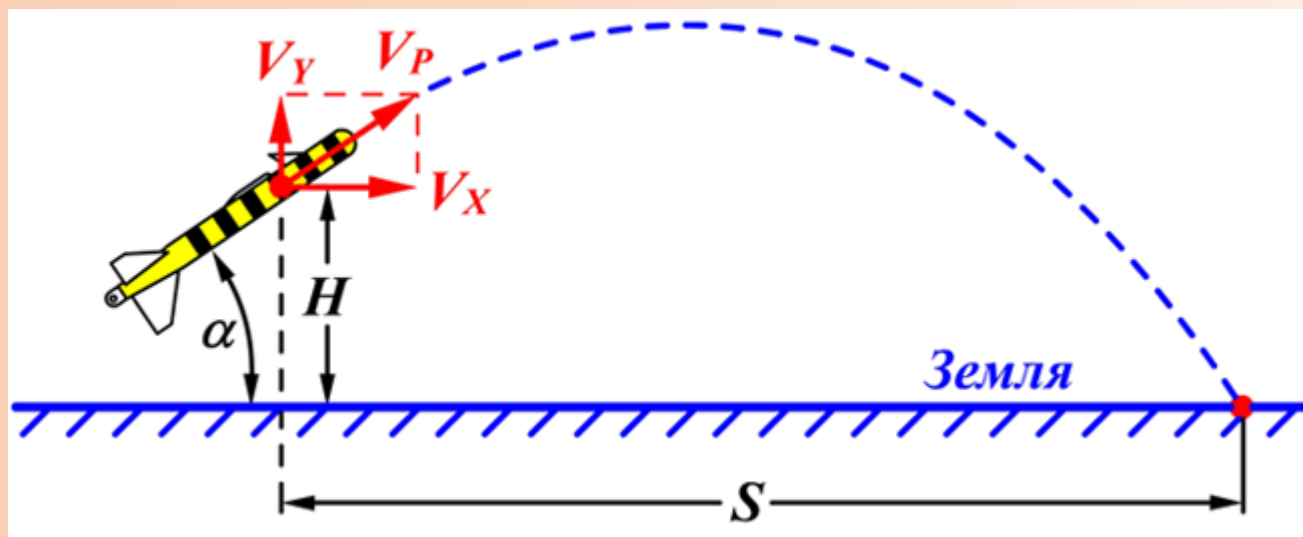
$$\left\{ \begin{array}{l} V_P = \frac{(0.8 + 0.012) \cdot 15 + 0.8 \cdot 13.25}{0.8 + 0.012} = 28.05 \text{ м/с} \\ V_{C,2} = 28.05 - 13.25 = 14.8 \text{ м/с} \end{array} \right.$$

$$28.05 \cdot 3.6 = 101 \text{ км/ч}$$

Как видно из вычислений, падение скорости "ракетоносца" при пуске происходит на незначительную величину (0.2 м/с) и не несет для него опасности (потери скорости и управляемости), поскольку разница масс ракеты и самолета составляет почти два порядка. Ввиду малости потерь, в таких случаях расчет начальной скорости ракеты при пуске с самолета можно производить по

упрощенной формуле:  $V_P = V_{C,1} + V_{CT}^{ПП}$

Последнее, что нас интересует - это дальность полета ракеты. Приводимая ниже методика расчета для простоты вычислений не учитывает действующих на ракету в полете аэродинамических сил.



$$\left\{ \begin{array}{l} V_X = V_P \cdot \cos(\alpha) \\ V_Y = V_P \cdot \sin(\alpha) \\ t = \frac{V_Y + \sqrt{V_Y^2 + 2 \cdot g \cdot H}}{g} \\ S = V_X \cdot t \end{array} \right.$$

Расчет дальности полета ракеты

- $H$  - высота запуска;
- $\alpha$  - угол наклона ракеты к горизонту при старте;
- $S$  - дальность полета ракеты;
- $V_P$  - начальная скорость ракеты;
- $V_X$  - горизонтальная компонента скорости;
- $V_Y$  - вертикальная компонента скорости.



В силу сложности количественной регистрации полета ракеты при пуске с самолета, практические измерения дальности осуществлялись для случая наземного запуска с рук.

Соответствующие исходные данные:

$$V_P = 13.25 \text{ м/с}; \alpha = 45^\circ; H = 1 \text{ м}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_X = 13.25 \cdot \cos(45^\circ) = 9.37 \text{ м/с} \\ V_Y = 13.25 \cdot \sin(45^\circ) = 9.37 \text{ м/с} \\ t = \frac{9.37 + \sqrt{9.37^2 + 2 \cdot 9.81 \cdot 1}}{9.81} = 2.01 \text{ с} \\ S = 9.37 \cdot 2.01 = 18.8 \text{ м} \end{array} \right.$$

Средняя практическая дальность полетов при нескольких пусках по направлению и против ветра составила 14.5м. Расхождение теории с практикой составляет 23%. Очевидно, что чем

меньшим аэродинамическим сопротивлением будет обладать ракета, тем результаты расчета по формуле:

$$\left\{ \begin{array}{l} V_X = V_P \cdot \cos(\alpha) \\ V_Y = V_P \cdot \sin(\alpha) \\ t = \frac{V_Y + \sqrt{V_Y^2 + 2 \cdot g \cdot H}}{g} \\ S = V_X \cdot t \end{array} \right.$$

будут ближе к практике.

**РЕЗИНА  
FAI**

В нашем магазине

**СИЛИКОН**

В нашем магазине

## Практика запусков

При массе ракеты 12 г., нагрузка на крыло составляет 30г/дм. Как показала практика, при наземных запусках с рук скорость ракеты недостаточна для участия в полете крыла. Полет чисто баллистический. При пусках с летящего самолета полет ракеты выглядит более зрелищно за счет включения аэродинамических качеств крыла в динамику полета. При запуске с положительным углом атаки ракета эффектно наби-



рает высоту и продолжительно планирует. Однако наличие крыла делает ее чувствительной к ветру.



Видео пусков можно посмотреть [здесь](#) и [здесь](#).



# PROXON

маленький инструмент для больших дел

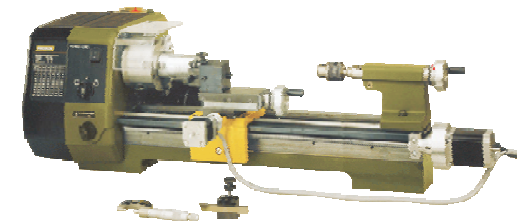
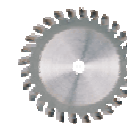
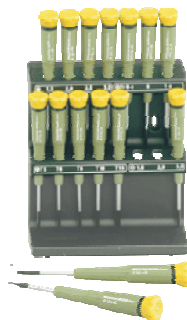
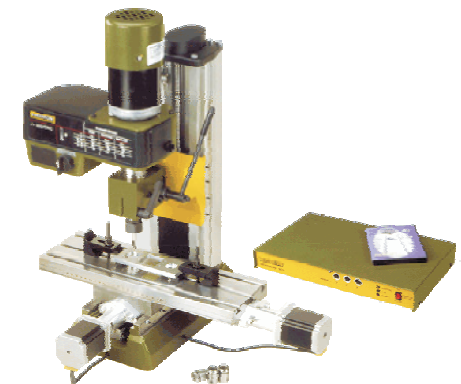
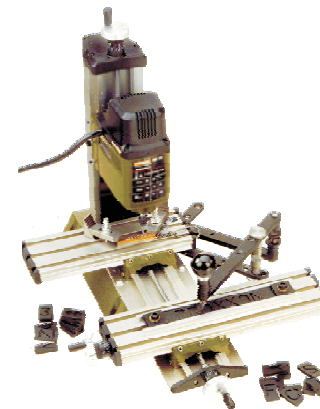
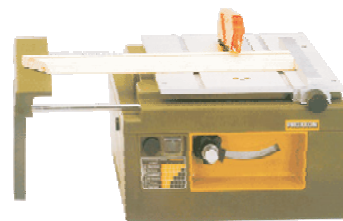
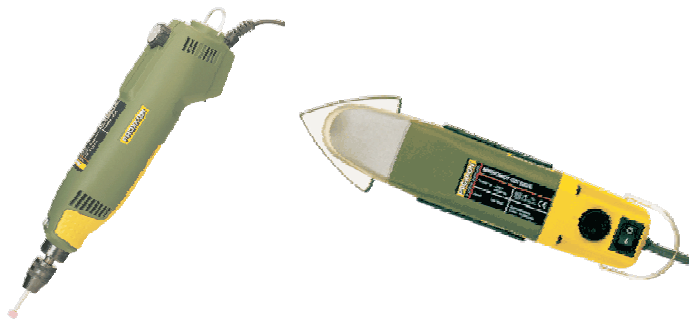
Бормашины и оборудование

Ручной электроинструмент

Станки и оснастка

Расходные

Станки с ЧПУ



# Резиномоторный вертолет или нескончаемый эксперимент

*Виталий Штефан*

Существует довольно популярный класс резиномоторных моделей - копий самолетов PEANUT, а вертолеты строят единицы. Сложностей при постройке возникает много - вес, точность механики, устойчивость, аэродинамика, прочность, упругие колебания и резонансы.





Именно эти сложности и являются наиболее привлекательным моментом - есть над чем поломать голову. Успешная модель вертолета требует не только "прямых рук", но и толковых конструкторских решений, каждая мелочь должна быть доведена до "звона". История моей любви к вертолетам теряется где-то в детстве, полтора года назад мое увлечение моделизмом пережило перерождение. В прошлом году мне удалось довести до облета полукопию Robinson r44.



Этот вертолет мне понравился из-за высокого пилона, на котором расположен несущий винт. Модель была построена практически на интуиции, летала, но содержала массу недостатков. Попытки устранения этих недостатков вылились в исследовательскую работу, на которую я потратил весь предыдущий год. В этой статье я хочу систематизировать свой опыт.

### Энергетика - несущие свойства винта

Ориентировочный расчет тяги от потребляемой мощности можно выполнить по формуле:

$$F=(10*M*D)^{0.666}$$

Где  $F$  - тяга в килограммах,

$M$  - мощность в л.с. (1лс=736Вт),

$D$  - диаметр несущего винта в м.



Помните, что подъемная сила пропорциональна крутящему моменту и квадрату скорости вращения. Также подъемная сила пропорциональна диаметру в 4й степени при постоянной угловой скорости. Отношение подъемной силы к крутящему моменту, которое мне удалось достичь  $8.8M^{-1}$ . Наиболее подходящий профиль лопасти - тонкий вогнутый, как у планеров - парителей. Такой профиль обеспечивает наименьшую частоту вращения несущего винта при большом крутящем моменте, что хорошо согласуется с особенностями резиномотора. Не забывайте и про шероховатость поверхности лопасти. Помните, что число Re для резиномоторных вертолетов мало (30000-3000). Крутка не дает

заметного выигрыша в эффективности несущего винта. При малых числах Re желательно обеспечить большой коэффициент заполнения (отношение площади лопастей к площади диска), рекомендую 7%. Угол установки лопастей 8-12 градусов.



## Устойчивость модели

Необходимо применять меры для обеспечения устойчивости (по крену и тангажу), т.к. модель без специальных приспособлений будет переворачиваться или раскачиваться, совершая весьма экстремальный пилотаж. Ошибочно думать, что низкое положение центра тяжести относительно ротора обеспечит устойчивость. Для обеспечения устойчивости можно применить упрощенный автомат Янга (как на вертолетах фирмы Белл).



*Верхний ротор китайского вертолета*

На малооборотистых винтах желательно стабилизирующую штангу устанавливать под углом  $45^\circ$ , т.к. гироскопические силы малы относительно аэродинамических. Наиболее удачная реализация этого автомата выполнена на китайских соосных вертолетиках. Автомат обеспечивает отрицательную обратную связь по угловой скорости тангажа или крена. Плоскость вращения штанги с грузиками отстает от плоскости вращения винта пропорционально угловой скорости тангажа или крена.

Но более полезна на практике оказалась установка грузов впереди лопасти (Рис.1).

Помимо функции стабилизации, грузик обеспечивает отсутствие флаттера, автоматическое изменение

коллективного шага винта при раскрутке резиномотора. Такой тип стабилизации пригоден для любого числа лопастей. Стабилизация грузиками имеет и свои недостатки. Требуется наличие осевого шарнира на каждой лопасти. Осевой шарнир работает в сложных условиях из-за центробежных нагрузок, изгибающего момента от подъемной силы, немало ему достается при неудачной посадке. Штанга, удерживающая грузик, испытывает значительную нагрузку на изгиб от центробежных сил. Проблематично обеспечить управление коллективным шагом только за счет грузиков при большом трении в осевых шарнирах, на моделях прошлого в помощь к грузикам ставили стабилизатор (Рис.2).



Рис.1

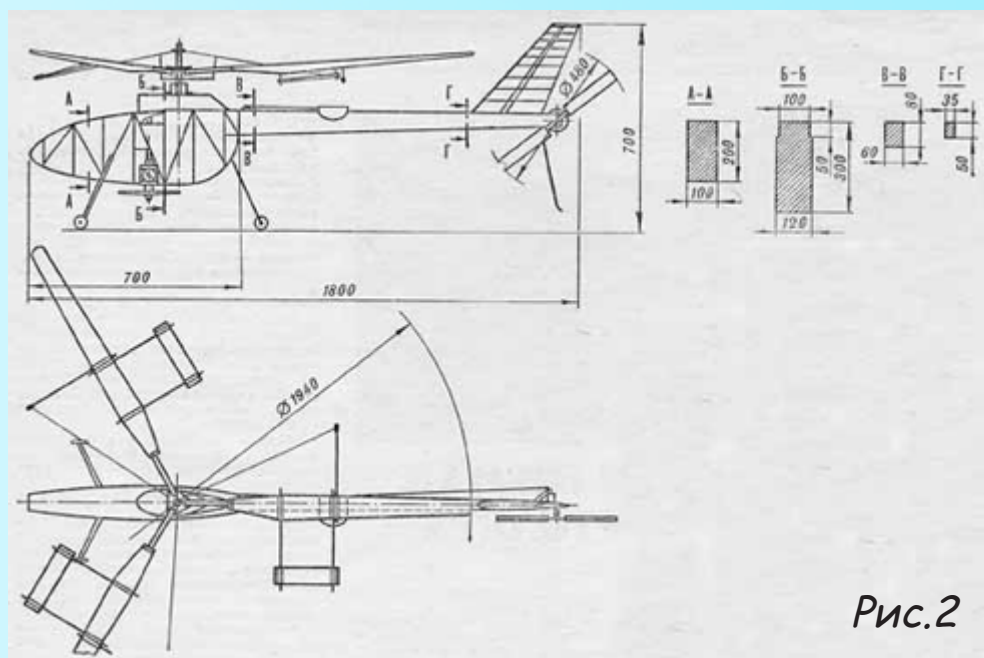
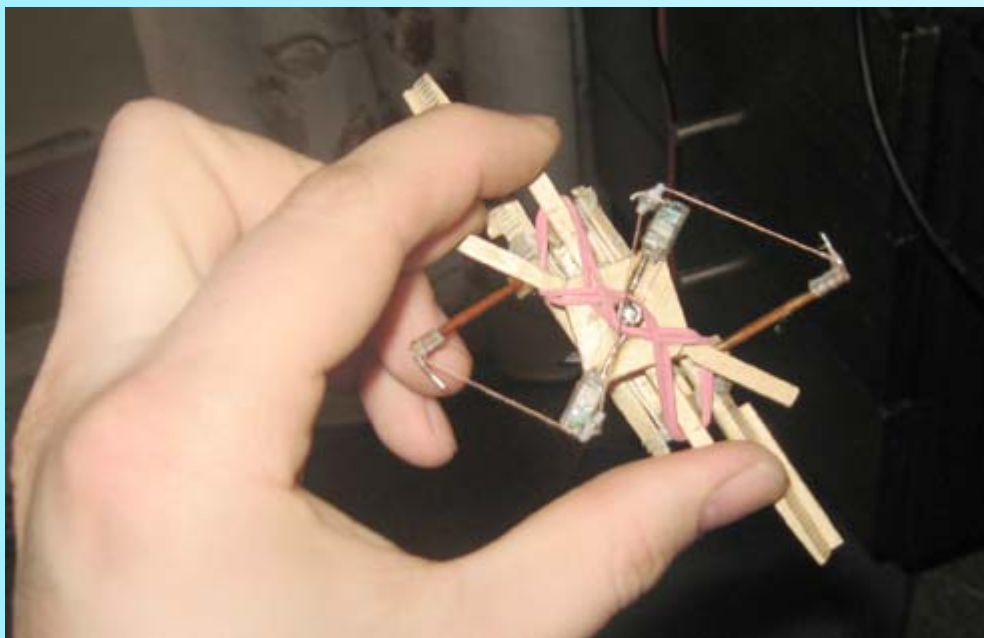


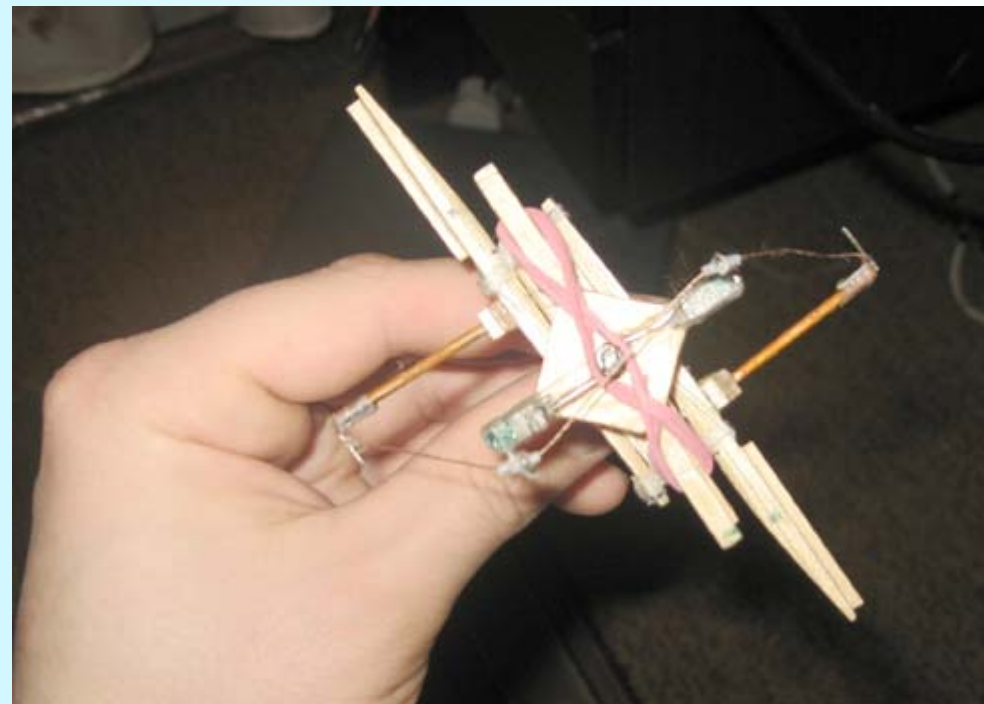
Рис.2



Я использую несколько иное решение - упругую муфту между валом и втулкой несущего винта. С помощью нитки муфта может приподнимать рычаги лопастей, увеличивая шаг при большем крутящем моменте, при этом нитка не мешает циклическому шагу, Рис. 3а и 3б.



*Рис.3а. Упругая муфта, полный завод резиномотора*



*Рис. 3б. Упругая муфта в конце полета*

### **Конструктивные "мелочи"**

Было опробовано много вариантов осевых шарниров. Остановился на шарнирах из толстых капроновых ниток, нитки мотаются "восьмеркой" 2 витка с каждой стороны, Рис.4.

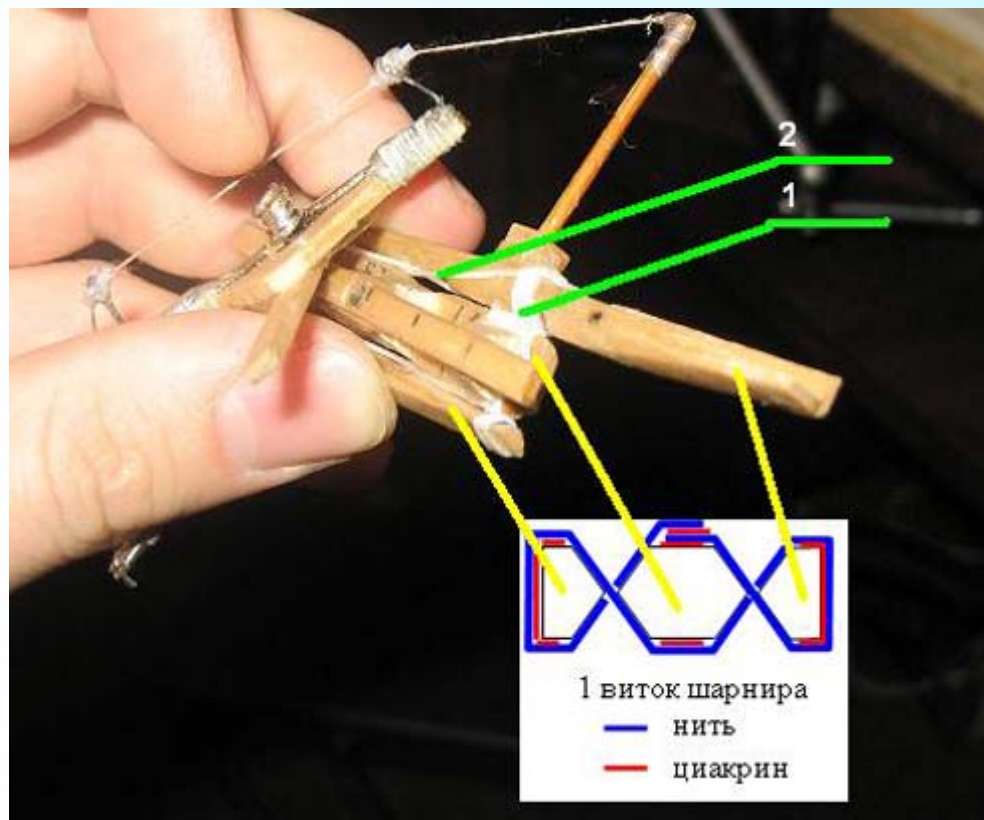


Рис.4 Образец намотки шарнира

Помимо ниток, выполняющих функции шарнира (отмечены цифрой 1), есть нитки для компенсации центробежных сил (отмечены цифрой 2). Важно наматывать нить с небольшим усилием (грамм 200 - 300).

Нить фиксируется с помощью циакрина. Перед намоткой желательно все 3 детали скрепить рейкой на ЦА, после установки шарнирных нитей рейка удаляется. С помощью натяжения нитей 1 выставляется 0-е положение лопастей.

Все деревянные детали втулки и хвостовики лопастей покрываются ЦА

Лопастки крепятся на резиновых нитках за хвостовики, Рис. 5.





*Рис.5 Крепление лопасти*

Центробежная сила при вращении грузиков компенсируется ниткой, которая крепится за лонжерон лопасти, Рис. 6.



*Рис.6 Крепление нити*

Лопасть вначале изготавливается плоской, путем последовательной склейки рейки и полоски пенопласта, с промежуточными сушками. Не стоит пытаться склеить всю заготовку лопасти сразу. После придания плосковыпуклого профиля лопастям и их балансировки, лопасти сгибают на банке, которая подогревается феном до 60-70 градусов, Рис. 7.



*Рис.7 Сгибание лопасти*

На банке лопасть фиксируется скотчем. Смещая лопасть от комля к законцовке, нужно стараться делать



шаги не более 5-7см. Толщина профиля 3мм, хорда 50мм, кривизна профиля 5-7%. Диаметр винта 900мм.

Втулка несущего винта фиксируется на валу пайкой, Рис.8.

Диаметр вала 2мм, проволока ОВС.

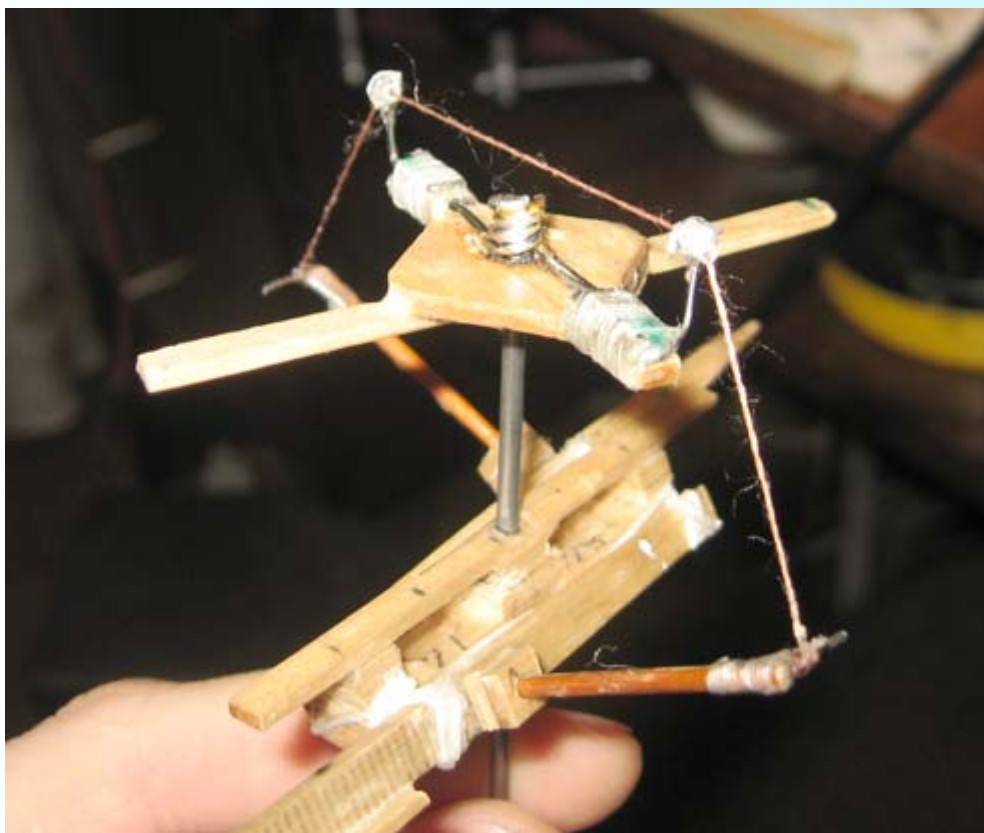


Рис.8 Соединение втулки с валом

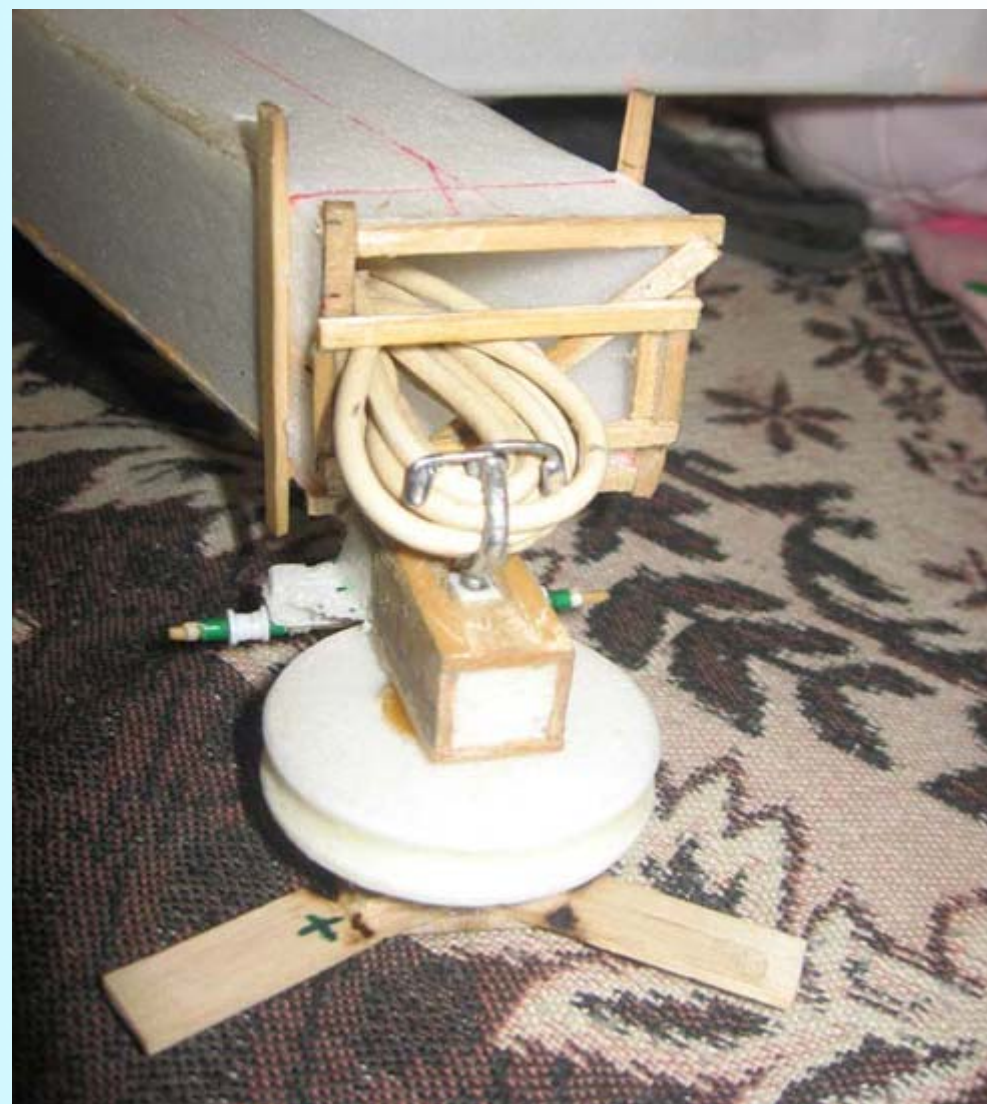
Нить в упругой муфте скользит по фторопластовым трубочкам (изоляция провода МГТФ или МС).

Несущий винт необходимо отрегулировать, делать это на резиномоторе довольно трудоемко, желательно иметь стенд с электромотором и редуктором. Помните, что ток мотора пропорционален крутящему моменту. Сначала подбирают жесткость резинки в упругой муфте при максимальном заводе резиномотора (для моей модели - 100г\*40см), муфта должна отклоняться примерно на 30 градусов. Потом, при крутящем моменте примерно 1/2 от максимального, добиваются максимальной подъемной силы ротора, при этом подбирают длину нити в упругой муфте. Для обеспечения равенства

подъемной силы лопастей рекомендую на законцовки наклеить полоски цветного блестящего лавсана или скотча, если при вращении винта направить луч фонарика на законцовку, то хорошо видно, какая лопасть идет выше или ниже. Регулировка равенства подъемной силы лопастей (тюльпан) достигается гибкой бамбуковых штанг стабилизирующих грузиков на паяльнике.

Резиномотор выполнен в пенопластовом коробе 40\*40 мм из экструдированной потолочки 3,5мм (такой короб держит 10-12кгс на сжатие). Расположен под углом 30° к оси ротора, вес мотора 35г, длина 340мм. Угловое положение ротора позволяет увеличить длину резиномотора и компенсировать

вес хвостовой балки. Чтобы резина не соскальзывала с крючка, его нужно заменить кольцом с перекладиной как на фото ниже.





**Углепластиковые  
стержни  
ассортимент**

*В нашем магазине*

**Углепластиковые  
рейки  
ассортимент**

*В нашем магазине*

Перекладина и кольцо разбивают жгут на 4 части. Ось несущего винта испытывает сильные радиальные нагрузки (из-за наклонного жгута), поэтому толщина бобышки, в которой вращается вал, должна быть не меньше 20мм. Вал вращается во фторопластовых вкладышах. Сама бобышка удерживается на коробе резиномотора резиновыми кольцами, - это позволяет спасти винт при неудачной посадке. На бобышке также установлена штанга с направляющими

для ремня привода хвостового винта. Пенопластовый шкив имеет деревянную втулку, это предохраняет пенопласт от оплавления при пайке, и обеспечивает передачу усилия от сжатого резиномотора на фиксатор вала.

Передача на хвостовой винт состоит из ремня и 2-х шкивов. Шкивы имеют диаметр 4см и 1.5см, выполнены из строительного пенопласта. Желоб шкива покрывается сначала клеем "титан", потом резиновым. Ремень выполнен из нескольких колец тонкой капроновой нити (до диаметра 0.5мм), нити пропитываются клеем "момент", такая конструкция позволяет избежать узелков на ремне. Ременной передаче требуется натяжение, а легкая хвостовая балка не обеспечивает



необходимой жесткости. Поэтому Расположение шкива на хвостовой балке выбирается определенным образом, так, чтобы тяга хвостового винта способствовала натяжению ремня.

В основном сила натяжения компенсируется ниткой-растяжкой, Рис. 9.



*Рис.9 Вид со стороны ХБ*

Как видите, даже если очень кратко изложить тонкости постройки резиноmotorной копии вертолета, то понятно, что задача эта очень непростая. В то же время хочу заметить, что большинство проблем решается простыми средствами, без применения дорогих и редких материалов, что позволяет строить такие модели всем, при условии достаточной подготовки. Надеюсь, что мои мысли заинтересуют читателей идеей постройки резиноmotorных копий вертолетов; окажутся ценными указаниям, которые помогут избежать ошибок в своих разработках.

К сожалению, не располагаю достаточным свободным временем, чтобы довести модель до конца раньше, чем закончу эту статью.

Возможно, в результате дальнейшей работы будут открыты новые конструктивные мелочи, так что вполне возможно, что эта статья приобретет свое продолжение.

Видео моих опытов и полетов можно увидеть [здесь](#).

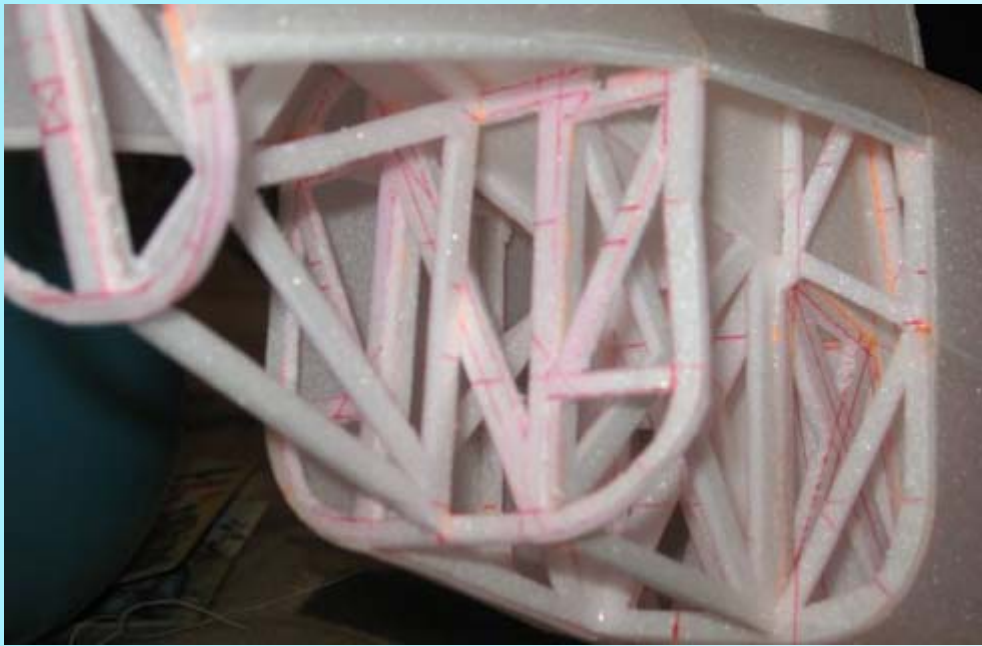
Основные параметры построенной модели:

- вес: 130 г.
- диаметр несущего винта: 900мм
- вес резиномотора: 35 г.
- длина резиномотора: 350мм
- вес несущего винта: 27 г.
- диаметр хвостового: 280мм
- фюзеляж: 780\*350\*120мм
- взлетный вес: 130 г.
- передаточное число хвостовой трансмиссии: 2.5/1

Далее фото не вошедшие в материал.























# SHOPRC.RU



В нашем магазине мы предлагаем Вам разнообразные радиоуправляемые модели самолетов, вертолетов, автомоделей, моделей катеров и яхт как электрических, так и бензиновых. Также у нас Вы найдете аксессуары, запчасти для радиоуправляемых моделей.

Ассортимент нашего магазина порадует не только новичков, которые решили купить для себя первую радиоуправляемую модель, но и уже искушенных любителей радиоуправляемых моделей, которые уже стали профессионалами в обращении с такого рода техникой.



Мы предлагаем нашим клиентам постоянно обновляющийся ассортимент радиоуправляемых моделей. У нас Вы всегда найдете как классические модели, так и популярнейшие новинки.



Доставка возможна в любой регион Российской Федерации.

Будем очень рады встречи с Вами в нашем магазине!

С уважением, команда «ShopRC».

(495)740-51-73

shoprc@mail.ru

ICQ: 559811005



# Пробный МАКС или Мосаэрошоу-92

Мы уже привыкли, что каждый нечетный год в августе в Жуковском проходит очередной Московский Авиационно - Космический Салон или как говорят в народе: МАКСи - шоу. А мало уже кто помнит, что сначала был пробный МАКС в 1992 году!

Плохо что тогда о цифровых фотоаппаратах еще и не мечтали.

И «цвет» в провинции практически был недоступен.

*Официоз: Первая авиационно-космическая выставка в новой России была успешно проведена на аэродроме Летно-исследовательского института им. М.М. Громова с 11 по 16 августа 1992 года. Более 200 предприятий из стран СНГ и дальнего зарубежья собрались для участия в «Мосаэрошоу-92». На выставке экспонировалось 114 летательных аппаратов. Общее число посетителей составило около 300 000 человек.*



## РАСПОРЯЖЕНИЕ ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О демонстрации достижений  
авиационно-космической промышленности России

В целях демонстрации достижений авиационно-космической промышленности России, укрепления делового сотрудничества и дальнейшего развития международных и внутренних связей:

1. Одобрить инициативу предприятий авиационной промышленности о проведении регулярных международных авиационно-космических салонов в Российской Федерации.

Определить местом их проведения территорию Летно-исследовательского института (ЛИИ) Министерства промышленности Российской Федерации.

2. С целью накопления опыта проведения международных авиационно-космических салонов согласиться с предложением Летно-исследовательского института провести на его территории с 11 по 16 августа 1992 г. первую Российскую авиационную выставку «МОСАЭРОШОУ-92» с приглашением отечественных и иностранных разработчиков и создателей авиационной и космической техники.

Вице-президент  
Российской Федерации

А. Руцкой

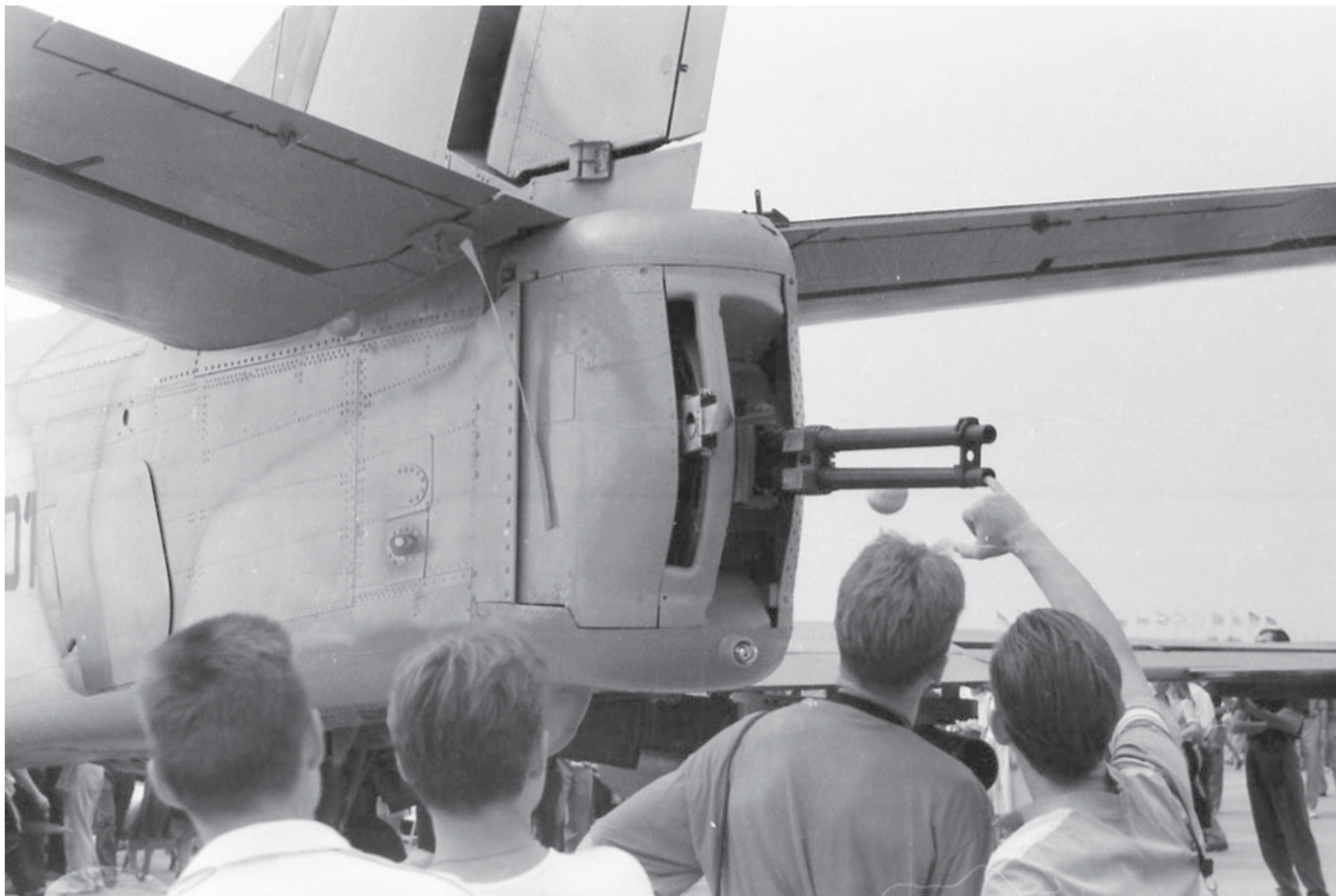
“6” мая 1992 года

Фотографии предоставлены Савельевым Валерием, г. Радужный Владимирской области



Этот уже отлетал и возвращается на демонстрационную площадку.





Замер калибра.



Л-610 дальнейшее развитие Л-410.

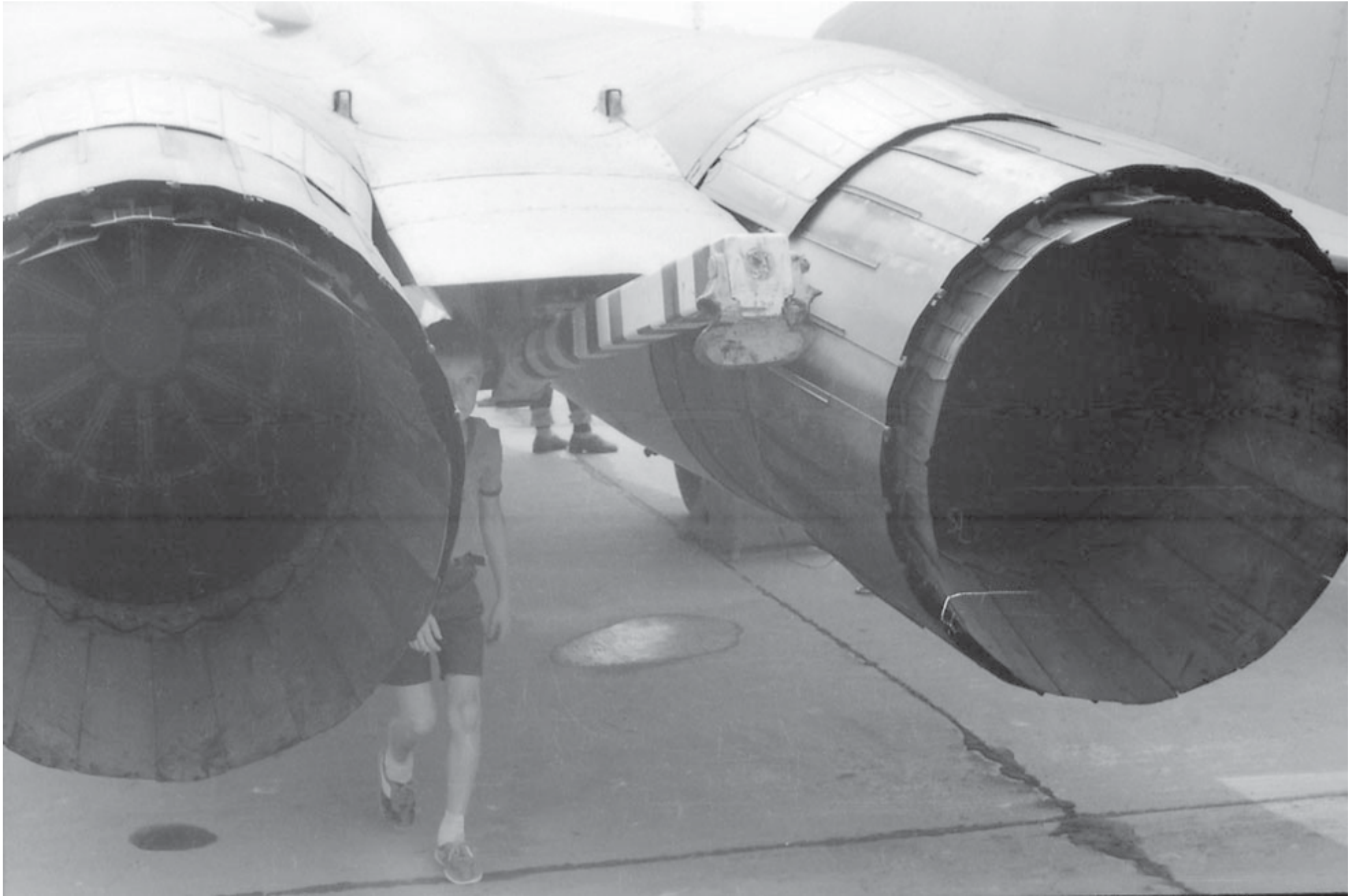


Бедный Ми-2, что с ним поляки сотворили!



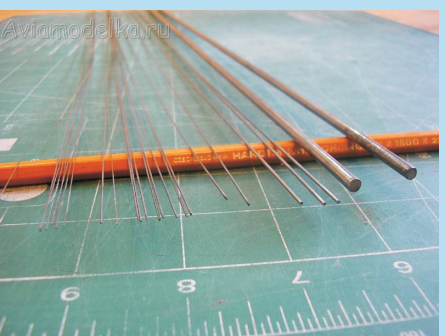
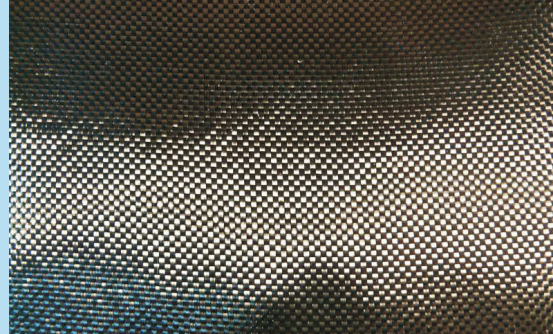
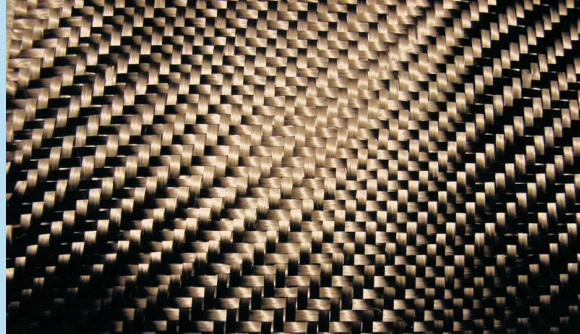


Л-59 дальнейшее развитие Л-39



«Потом в старости буду вспоминать, когда под "Сухим" пешком ходил...»





**В нашем магазине <http://shop.aviamodelka.ru/>**

- Бальза листы, брус**
- Карбоновые (углепластиковые) трубки**
- Ткани, жгуты, ленты, нить СВМ**
- Микросфера**
- Бумага и пленка для обшивки**
- Эпоксидные смолы, отвердители, разделители**
- Латунная трубка**
- Проволока ОВС**
- Хвостовые конусные балки**
- Пенопласт Нерех**
- Силикон, циакрин, масло касторовое**
- Резина FAI**
- Магниты**

