

**Е. Д. ШЕКУНОВ**

**КАК  
ПОСТРОИТЬ  
ЛЕТАЮЩУЮ  
МОДЕЛЬ**



**ИЗДАТЕЛЬСТВО • АВИАХИМ  
МОСКВА**



**1 9 2 6**

# Издательство „АВИАХИМ“

Москва, Никольская 17. ☎ Телефоны: 2-08-14 и 1-56-24.

## НА СКЛАДЕ ИЗДАТЕЛЬСТВА ИМЕЮТСЯ:

Фадеев—Аэродинамический расчет планера, Изд. 1926 г. . . . .	Цена 1 р. 80 к.
Е. Ф. Бурче—Безмоторное летание. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 30 ”
Н. Анощенко—Что такое планеры и зачем они нам нужны Изд. 1924 г. . . . .	” — ” 60 ”
Е. Д. Шекунов—Летающая модель самолета- моноплана. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 10 ”
Сборник: II Всесоюзные планерные испы- тания. Изд. 1925 г. . . . .	” 1 ” — ”
Сборник материалов по учету опыта II-х Всесоюзных планерных испыта- ний. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 40 ”
В. Невдачин—Выбор местности для полетов на планерах. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 40 ”
Фаусек—Летающие модели самолетов и как их строить. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 60 ”
Рабочие чертежи учебного планера типа АВФ—II. Изд. 1925 г. . . . .	” 2 ” — ”
Рабочие чертежи учебно-тренировочного планера АВФ-13 к инструкции И. И. Артамонова. Изд. 1925 г. . . . .	” 3 ” 50 ”
В. Вишнев—Альбом: Планеры и воздушные мо- тоциклетки . . . . .	” — ” 20 ”
Его-же—Альбом: Военные и Гражданские само- леты. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 20 ”
Жабров—Авиация и воздухоплавание (пособие для учащихся). Изд. 1925 г. . . . .	” 1 ” 60 ”
Б. М. Лобач-Жученко—Развитие авиационных двигателей и их современное состояние. Изд. 1924 г. . . . .	” — ” 90 ”
Его-же—Что такое авиационный мотор, как он устроен и работает. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 20 ”
Его-же—Современные авиационные моторы и их производство. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 30 ”
П. А. Моисеев—Авиационный мотор, зачем он нужен. Изд. 1924 г. . . . .	” — ” 15 ”
Н. П. Королев—Авиационный мотор и его работа. Изд. 1925 г. . . . .	” — ” 15 ”
В. Зарзар—Авиаким. II издание 1926 г. . . . .	” — ” 15 ”
Авиационно-Воздухоплавательный сло- варь. Под редакцией Покровского. Изд. 1926 г. . . . .	” — ” 60 ”
С. Петров—Авиаким в деревне. Изд. 1926 г. . . . .	” — ” 30 ”
В. Маяковский—Летающий Пролетарий. II. 1925 г. . . . .	” — ” 35 ”

Е. А. ШЕКУНОВ

# КАК ПОСТРОИТЬ ЛЕТАЮЩУЮ МОДЕЛЬ

РУКОВОДСТВО ДЛЯ МОДЕЛЬНЫХ  
КРУЖКОВ АВИАХИМА



---

Издательство „АВИАХИМ“  
МОСКВА — 1926



---

## ОТ АВТОРА.

Выпуская настоящую книжку, я хотел притти на помощь молодым друзьям воздушного флота, под которыми я разумел пионеров старшего возраста и комсомольцев.

В любом отряде юных пионеров имеется сильное желание познакомиться с воздушным флотом. Не следует думать, что это есть только требование занятой и увлекательной игрушки. Кто имел дело с пионерами, тот знает, какие подчас глубоко специальные вопросы волнуют молодого строителя. Не мудрено, что из игрушки модель самолета превращается в прибор для наглядного обучения, да еще такой прибор, который выполняется самим пионером. И в этом — 90 процентов воспитательной ценности так называемого массового авиаспорта.

Постройка модели не только знакомит с идеей самолета, но еще в большей мере способствует развитию наблюдательности, находчивости, сообразительности.

Зная что обычно волнует молодую аудиторию при беседах о воздушном флоте, я весь материал расположил так, как он обычно легче всего усваивается.

Вслед за небольшим по объему теоретическим изложением вопроса следует практическое разрешение его. Поэтому разделение всей книжки на две части — теоретическую и практическую — мною было отброшено, как совершенно неприемлемая форма изложения для подобной книги.

При разборе всякого вопроса мною было обращено особое внимание на освещение задетого вопроса до конца, напоминая иной раз читателю то, что некоторым, пожалуй, покажется излишним и давно известным.

Но из личной практики, а также и из практики всей секции военно-научного общества по работе среди комсомола, рабочей молодежи и пионеров, я убедился, что далеко не все на первый взгляд простые вещи понятны читателю.

Поэтому приходилось, в целях большей ясности, при изложении какого либо явления в целом поступаться строгостью изложения деталей.

**Е. П. Шекунов.**

1 февраля 1926 года.

г. Москва.

---

---

## **Пионерский кружок авиаспорта.**

### **Сведения, необходимые для руководителя.**

Кто из пионеров равнодушно относится к вопросам воздушного флота, кого из них не интересуют причины, благодаря которым летают дирижабли, шары, самолеты?

Многие из ребят мечтают полететь на самолете, воочию убедиться, что машина может летать.

Авиаспорт как раз и преследует эти две задачи. С одной стороны, он приближает самолет к массе трудящихся, а с другой — этим самым приближением несет в массы авиазнание.

Было бы крайне невыгодно для государственного кармана самолеты, находящиеся в красном воздушном флоте, как в военном, так и в гражданском, бросить на дело авиапропаганды, и гораздо экономнее и лучше будет, если самодеятельностью самих трудящихся авиазнания пойдут в гущу рабочих и крестьян, во много раз усиливая этим оборону Союза.

В чем же выражается эта самодеятельность?

Конечно, не собиранием членских взносов Авиахима, не постановкой спектаклей и вечеров в пользу Воздушного Флота: этим авиазнаний не дашь. Этим можно сделать большую нужную работу — увеличить мощь воздушного флота.

Ликвидация же авиабезграмотности — это дело авиаспорта.

Взрослому рабочему по-плечу попробовать полетать на учебном планере (машина, построенная, как самолет, но не имеющая мотора. Дальше о ней мы поговорим подробнее). Ему по-плечу построить в рабочем кружке авиамотоци-

клетку—маленький самолет со слабым мотором мотоциклетного типа. Он уже достаточно физически сложился, и наверняка, прежде, чем заняться авиаспортом и строить планеры, уже занимался постройкой змеев и моделей самолетов.

Молодым же друзьям воздушного флота и всем, кто впервые начинает заниматься авиаспортом, необходимо сперва поучиться теории и практике полета на летающих моделях.

Учитывая всю важность авиаспорта, Авиахим ставит одной из своих задач—содействие развитию всех видов авиаспорта среди трудящихся нашего Союза.

Самым простым, доступным, да, пожалуй, и показательным является так называемый массовый авиаспорт.

Массовый авиаспорт ставит себе задачу—познакомить широкие слои трудящихся с основами авиации и воздухоплавания на моделях (т. е. уменьшенных машинах) самолетов, дирижаблей и т. п.

Модель понятнее любой самой понятной книги. Модель понятна и китайцу, и русскому, и англичанину. Эта интернациональность модели, как показательного средства обучения, делает ее необходимой принадлежностью всякого учебного кабинета, лаборатории, завода, музея.

Итак, модель—это, в первую голову, научный прибор. Правда, удовольствие, которое испытывают юные авиаторы, пуская свои модели и случайные зрители полетов моделей, говорит нам, что, пожалуй, постройка моделей также и весьма интересное развлечение. Во всяком случае, это развлечение—с большой примесью науки.

Этого нельзя забывать руководу кружка.

Руководитель обязан растолковать кружку, как найти причину неудачи полета и как избавиться от недостатков моделей.

Занятия в кружке не должны ограничиваться только постройкой моделей, т. е. практикой; необходимо проработать в кружке ряд вопросов из теории полета. Моя личная практика показала, что теоретический материал проще и легче всего усваивается в том порядке, в каком написана книжка. Не следует заниматься только одной теорией или только одной практикой: следует часы теории и практики чередовать.



Не следует также просто казенно читать лекции, не справляясь у кружка: понятно или не понятно. Нужно почаще устраивать совместное с кружком повторение пройденного путем бесед.

Первую лекцию лучше всего устроить с волшебным фонарем и затронуть понемногу, по возможности, все вопросы воздушного флота, как в мирном, так и в военном его применении.

Конечно, нужно как следует, основательно эту вашу первую лекцию проработать дома, и только тогда, окончательно овладевши темой лекции и захвативши с собой (если будет фонарь) штук 15 — 20 интересных диапозитивов, приступать к докладу.

Во время работы обращайтесь особое внимание на то, чтобы ребята приучались делать правильные (пусть некрасивые) рисунки и чертежи и умели бы ими хорошо пользоваться при разговоре друг с другом и во время исполнения моделей.

В то же время не советую думать, что сразу же кружок будет делать вполне хорошо летающие модели.

Вернее всего, на первый раз придется удовлетвориться тем, что модель, сделанная в кружке, похожа на изображенную на чертеже. На первых порах старайтесь добиться от моделей небольших уверенных полетов, пусть и очень кратковременных.

При этом требуйте самого точного соответствия с чертежом.

В дальнейшем же нужно после первых успехов, наоборот, предоставить самое широкое поле самостоятельности, помогая лишь только советом, да и то в том случае, если у вас его спросят: пусть каждый рассчитывает, главным образом, на свои собственные силы и знания.

Перед каждой отдельной практической работой нужно предварительно хорошенько продумать снабжение работающих всем необходимым.

Лучше всего запастись инструментами сразу для всех видов практической работы, т. е. для постройки монгольфьеров, змеев и самолетов. Материалы для работы должны быть дешевы и просты, так как в противном случае у кружка не хватит денег на приобретение их.

Нам потребуются такие материалы:

1. Папиросная бумага.
2. Материя (дешевые сорта), или пергаментная бумага.
3. Сосновые рейки (можно достать из брака авиазаводов).
4. 1 мм. фанера.
5. Камыш.
6. Бамбук.
7. Проволока алюминиевая (Госпромцветмет).
8. Проволока стальная 0,2 — 0,5 — 1,0 мм.
9. Алюминий листовой 0,3 — 0,5 мм. толщиной.
10. Дуралюминий (особый сорт алюминия, отличающийся крепостью. Можно достать в авиахламе и в Госпромцветмете).
11. Бусины (костяные и стеклянные).
12. Шайбочки, диаметр. 4—5 мм. и толщиной 0,2—0,3 мм.
13. Клей столярный.
14. Клей-синдетикон.
15. Камера велосипедная.
16. Резина в нитках и лентах для моторов.
17. Шкурки разных №№.
18. Гвоздики мелкие провололочные тонкие.
19. Булавки стальные негнущиеся.
20. Бумага твердая (как на почтовых открытках или картах).
21. Суровые нитки и бичевка.

Папиросная бумага идет на постройку монгольфьеров и обтягивание крыльев.

Материя — на обтягивание каркасов змеев.

Пергамент следует употреблять для больших моделей.

Сосновые рейки лучше всего достать через свой Авиацим на ближайшем авиазаводе, где всегда имеется большой запас брака таких реек. Цена их колеблется от 3 до 5 копеек за штуку. Это крайне пригодный для нас материал, так как рейки делаются из хорошего авиационного просушенного леса.

Фанера хороша только в 1 мм., так как фанера (клееная) вообще крайне тяжелый материал и толще 1 мм. она уже совсем не выгодна.

Камыш и бамбук встречаются сравнительно редко. Я их привожу для тех мест, где они имеются или их легко

достать. Благодаря своей гибкости и упругости, бамбук и камыш весьма хороший материал для постройки моделей.

Проволока алюминиевая продается в магазине Госпромцветмета, в Москве. Оттуда ее и может получить ваш Авиаким. Идет, главным образом, на стойки шасси и ободки рулей.

Относительно необходимости прочих материалов говорится подробно при описании постройки моделей.

Инструмент, который необходим в кружке, крайне сложен.

Вот его перечень.

1. Нож перочинный, на каждого члена кружка по одному.

2. Лобзик, 1 на 3 — 4 человека.

3. Дрель, 1 на 5 — 6 человек.

4. Молоток  $\frac{1}{4}$  фунта, 1 на 2 человека.

5. Шило, 1 на 2 человека.

6. Рубанок, 1 на 3 человека.

7. Струбцин деревян., не менее 15 штук.

8. Пила одноручная, 1 на 5 человек.

9. Стамеска, 1 на 4 человека.

10. Весы почтовые на граммы, 1 шт.

11. Метры складные, 1 на 2 человека.

12. Пилки для лобзика, 3 дюжины на 1 человека.

13. Угольник, 1 штука.

14. Брусочек точильный, 1 штука.

15. Круглогубцы, 1 штука.

16. Острогубцы (кусачки), 1 штука.

17. Плоскогубцы, 1 шт. на 7 человек.

18. Желательно иметь столярный верстак.

19. Примус для разогревания клея.

Все эти материалы и инструменты должны быть на учете. Проще это осуществить следующим образом.

Кружок выделяет для организаторской работы бюро из 3—4 человек в помощь руководителю. На обязанности бюро лежит наблюдение за внутренней жизнью кружка и учет материалов, инструмента и произведенной каждым членом кружка работы, а также—обязательное присутствие при испытании моделей, причем должен вестись протокол испытания моделей, куда заносятся не только результаты испы-

тания, но и данные модели, как то: тип модели, размах, конструкция, сведения о моторе и винте и обязательно прилагается рисунок или чертеж модели.

Лучше всего вести записи так, как указано на примерном протоколе.

Ведение протоколов испытаний приучает ребят, главным образом, более сознательно относиться к работам кружка и помогает выявить недостатки моделей.

Самую постройку модели можно производить группой, имея одного „ответственного“ — старшину группы.

Последовательность постройки лучше всего такая.

Строим все, кроме крыльев, и взвешиваем. Пусть у нас получится вес (с резиной) 160 грамм. Тогда задаемся нагрузкой на квадратный дециметр крыла и определяем площадь крыльев.

Пусть мы желаем построить модель с нагрузкой в 8 гр./кв. дец.

Тогда площадь крыла будет:

$$160 : 8 = 20 \text{ кв. дециметров.}$$

Если зададимся, например, шириной крыла в 2 дцм., то размах будет:

$$20 : 2 = 10 \text{ дцм., или 1 м., или 1.000 мм.}$$

Значит можем построить крыло

$$1.000 \times 200 \text{ мм.}$$

Это крыло имеет небольшое удлинение, так как

$$1000 : 200 = 5.$$

Так как такие крылья невыгодны, то берем ширину 1,6 дцм.

Имеем длину:

$$20 : 1,6 = 12,5 \text{ дцм., или 1250 мм.}$$

Это крыло будет иметь удлинение:

$$1250 : 160 = 7,8.$$

Так как у него удлинение больше, чем у первого, то считаем, что это крыло будет лучше.

---

Останавливаемся на крыле размахом 1250 мм. и шириною 160 мм.

Весьма целесообразно делить работающих в кружке ребят на группы: старшую и младшую, в возрастном отношении, так как младшие или с трудом поспевают за старшими, или совершенно отстают от своих товарищей и невольно начинают думать, что это занятие им не по зубам. Кроме того, вообще нужно сказать, что трудность работы в таком кружке скоро отсеивает весь нестойкий элемент, и кружок, насчитывающий при своем основании 20—25 человек, через месяц сохранит лишь 10—12 ребят.

Но этим смущаться не следует, это еще никоим образом не показывает, что руководитель плох. Нужно помнить, что пусть будет 12 человек, но зато активных и живых ребят.

Обычно ни один кружок не успокаивается на своей внутренней работе. Наоборот, лишь только кружок стал на ноги, окреп и сработался, как сейчас же у ребят является мысль: нельзя ли как нибудь вылезть на более широкое поле деятельности.

Руководитель должен этот момент почувствовать и найти подходящее случаю решение этого вопроса.

Можно с кружком оборудовать авиауголок, устроить агитвечер с пусканием моделей, устроить экскурсию в подшефную деревню и „заразить“ деревенских пионеров и неорганизованных ребят этим видом спорта.

---

## Образец протокола.

## КРУЖОК ЮНЫХ АВИАТОРОВ имени эскадрильи „УЛЬТИМАТУМ“.

Фамилия конструктора — И в а н о в.

№ модели 15.

1. Тип модели

М о н о п л а н.

2. Конструкция.

Свободно несущий, деревянный. Крыло обтянуто с двух сторон, толстого профиля. Фюзеляж — палочка. Шасси с амортизатором, и т. д.

3. Данные модели:

Размах . . . . 1100 мм.

Ширина крыла 140 „ у корня и 100 мм. у концов.

Длина модели 1000 „

Вес . . . . . 165 гр.

Площадь крыла  $1.4 \times 11,0 = 15,4$  кв. дцм.

Нагрузка . . . . 10,7 гр./дцм<sup>2</sup>.

4. Винт—диаметр . . 300 мм.

шаг . . . 350 „

5. Мотор резин. ленты  $3 \times 2$  . . . . . 20 шт.

число оборотов . . . . . 400

время раскручивания на земле . 20 сек.

тяга на месте . . . . . 45 грамм.

### Результаты испытания.

1. Не оторвалась, при разбеге заворачивает.

2. Исправлено шасси; оторвалась, села на хвост.

3. Крыло отодвинуто назад на 5 мм. Полетела.

4. Наибольшее расстояние — 40 м.

П р и м е ч а н и е: после посадки винт еще работает.

5. Скорость — 5 м./сек.

Испытание производилось

15 мая 1924 года,

14 часов дня,

В Москве, на Спорт-площадке.

Ветра не было. Пасмурно.

---

## I. Изготовление Монгольфьера.

Плавание в воде и воздухе. Расчет Монгольфьера. Определение расхода бумаги. Запускание Монгольфьера.

---

Монгольфьером называется воздушный шар, наполняемый горячим воздухом.

Горячий воздух, как известно, легче холодного. Дым из труб в спокойном воздухе, когда нет ветра, идет вверх. Если сделать легкую шарообразную оболочку и наполнить ее дымом, то, естественно, дым, заключенный в оболочку, стремясь уйти вверх, увлечет с собой и наш снаряд.

Сейчас мы подробно разберемся в силах, действующих на монгольфьер.

Монгольфьер, прежде всего,—прибор легче воздуха. Он является неуправляемым сферическим (шарообразным) аэростатом.

Полет на приборах легче воздуха носит название полета статического. Это—полет тела, плавающего в воздухе, свободно висящего в воздухе. И так как он не снабжен каким-либо приспособлением, которое может монгольфьер перемещать по желанию человека направо, налево, вперед или назад, то монгольфьер и называется неуправляемым аэростатом.

Плавание в воде известно каждому. С другой стороны, каждому же известно, что, например, дерево, пробка плавают, а железо, свинец, стекло тонут, не плавают. Значит все дело в том, что именно мы бросим в воду: если легкое—поплывет, если тяжелое—потонет. И наконец надо учесть еще одно важное обстоятельство, а именно вот какое. Можно взять деревянную доску весом в 2 килограмма и малень-

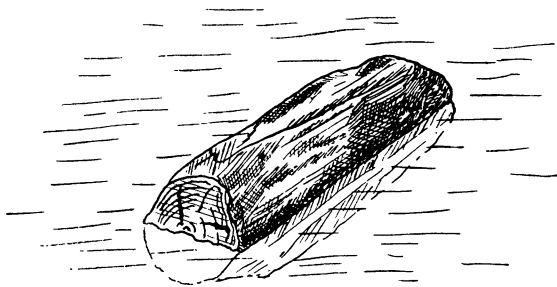
кий металлический шарик весом в 2 грамма. Несмотря на то, что металлический шарик в тысячу раз легче доски, шарик потонет, а доска поплывет. Стало-быть наше суждение о том, что тяжело и что легко, не совсем справедливо. Если бы мы взяли две одинакового размера доски, одну деревянную и другую металлическую, то деревянная поплыла бы, а металлическая—утонула.

Оказывается, что вес плавающей пробки, доски и т. д., нужно сравнивать с весом воды.

Конечно, для сравнения веса воды и дерева нам нужно брать дерево и воду в одинаковых объемах. Иначе—легко впасть в ошибку. Действительно, стакан воды весит меньше, чем бревно, и у нас вышло бы, что дерево тяжелее воды. На самом деле мы знаем, что вода тяжелее дерева. Если мы возьмем и тщательно пригоним дерево по объему стакана, а затем свешаем воду в стакане и кусок дерева, то увидим, что дерево легче воды.

Греческий ученый—Архимед, живший еще до рождества Христова, впервые высказал следующий закон.

Всякое тело (пробка, кусок дерева, мел, воск, железо и т. д.), погруженное в жидкость, теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная этим телом жидкость.



Чертеж 1.

Обратимся к чертежу № 1. Кусок дерева нижней своей частью вошел в воду, т. е. вытеснил известный ее объем. Этот (показанный черточками) объем воды по весу равен весу всего куска дерева. Со временем вода начнет пропитывать дерево и оно все больше и больше начнет погружаться в воду. Через некоторое время (довольно про-



должительное) мы увидим, что дерево хотя и держится на воде, но уже еле выглядывает с ее поверхности.

Это легко объясняется законом Архимеда. Действительно, раз дерево намокает, то оно делается тяжелее и нужен все больший объем воды, который должен уравновесить вес намокшего дерева.

Тяжелые металлические пароходы, дредноуты и т. д. свободно держатся на воде оттого, что вес вытесненной ими воды (водоизмещение) как раз равен весу корабля. И несмотря на то, что они целиком сделаны из металла, эти громады, благодаря пустотелости, оказываются легче воды. Но лишь только сквозь какое-либо отверстие вода сможет проникнуть внутрь корпуса корабля, как корабль начнет тонуть—его вес начнет увеличиваться по отношению к воде.

Тот же закон Архимеда вполне применим и для газа. Воздух—это смесь различных газов. Ученые доказали, что воздух имеет вес. Холодный воздух тяжелее, горячий—легче.

Монгольфьер, наполненный горячим воздухом, занимает некоторый объем воздуха (холодного). Вытесненный монгольфьером объем равен объему находящегося в нем воздуха. Но в монгольфьере воздух легче, и разница в весе этих двух одинаковых объемов воздуха дает подъемную силу.

Итак, с одной стороны на монгольфьер действует вес оболочки, а с другой стороны—подъемная сила, благодаря разнице в весе холодного и горячего воздуха.

Теперь мы перейдем к расчету монгольфьера.

Для того, чтобы сделать наш крайне простой расчет, нам необходимо знать несколько цифр.

Во-первых, нам необходимо знать, какова подъемная сила одного кубического метра нагретого воздуха.

Опытами и вычислениями, которых не будем приводить здесь, найдено, что подъемная сила одного кубического метра горячего воздуха равна 0,3—0,4 килограмма, т. е. 300—400 грамм.

Затем нам нужно знать, сколько весит оболочка нашего монгольфьера, т. е. нам нужно знать, сколько весит один квадратный метр нашей оболочки.

Путем самого обыкновенного взвешивания мы можем определить вес одного квадратного метра оболочки, которую

мы выполним из папиросной бумаги. Чистый вес одной папиросной бумаги не будет соответствовать истине. Нужно учесть еще вес клея, которым будут склеены швы оболочки.

Поэтому проще всего склеить один квадратный метр бумаги, той самой, из которой мы будем делать оболочку, и затем его свешать.

В нашем примере вес одного квадратного метра равен 70 граммам.

Наконец, когда мы эти сведения имеем, приступаем к проектированию (так называют расчет с чертежами нашего аэростата).

Задаемся диаметром шара в 2 метра. Это значит, что мы заранее себе говорим: наш шар будет иметь в поперечнике 2 метра.

Найдем, какова будет поверхность и какой об'ем у шара такого диаметра.

Для того, чтобы узнать поверхность шара, надо диаметр шара помножить на самого себя и еще на число 3,14.

Следовательно, поверхность шара равна:

$$3,14 \times 2 \times 2 = 3,14 \times 4 = 12,56 \text{ кв. м.}$$

Для того, чтобы определить об'ем шара, нужно поверхность его, которую мы сейчас узнали, умножить еще на диаметр и разделить на 6.

Стало-быть, об'ем нашего шара равен:

$$\frac{12,56 \times 2}{6} = 4,188 \text{ кубических метров.}$$

Так как у одного кубического метра нагретого воздуха подъемная сила равна 0,3 килограмма, то у нашего монгольфера она будет равна:

$$4,18 \times 0,3 = 1,254 \text{ килограмма, т. е. 1254 грамма.}$$

Узнаем, сколько весит оболочка.

Вес одного квадратного метра помножим на число квадратных метров в оболочке; так как вес одного квадратного метра бумаги равен 70 граммам, то:

$$70 \times 12,56 = 879,2 \text{ грамма.}$$



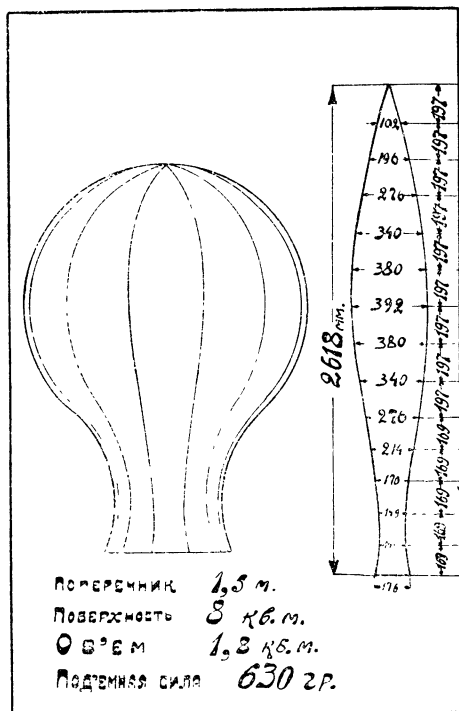
Действительно, без этой добавочной нагрузки из пакли с нефтью подъемная сила монгольфьера равна 374,8 грамма. Если же вес пакли не больше 174,8 грамма, то останется 200 грамм. Зато такой монгольфьер с подогревом может

пройти 5—6 верст.

Для придания нужной формы оболочке необходимо ее склеить по особым выкройкам—разверткам.

На чертеже № 2 представлен вид монгольфьера сбоку, и на том же чертеже справа — выкройка, или развертка, двенадцатой части его. Для выполнения монгольфьера диаметром 2 метра потребуется, следовательно, 12 таких рыбовидных долек. Конечно, склеенный из 12 таких рыбовидных долек, монгольфьер не будет иметь, если смотреть сверху или снизу, шаровой поверхности.

Строго говоря, в плане



Чертеж 3.

монгольфьер представит собою двенадцатиугольник.

Для выполнения монгольфьера вычерчивают в натуральную величину на картоне шаблон и вырезают. Затем берут папиросную бумагу и склеивают ее длинными полосками так, чтобы шаблон совершенно поместился на бумаге и еще осталось место на склеивание долей. На чертеже № 3 показан монгольфьер диаметром в полтора метра.

### Определение расхода бумаги.

Нельзя сказать, что для изготовления монгольфьера нужно столько квадратных метров бумаги, сколько квадратных метров содержится в поверхности оболочки. В самом деле, когда мы накладываем шаблон на бумагу, то у нас

остаются места, которые отрезаются. Вот эту-то неизбежную трату и приходится учитывать. Обратимся к нашему примеру. Поверхность нашего монгольфьера равна 12,56 квадратных метра.

Пусть у нас имеется в распоряжении листы бумаги длиной в один метр и шириной в 0,6 метра. Поверхность такого листа будет

$$1 \text{ м.} \times 0,6 \text{ м.} = 0,6 \text{ кв. м.}$$

На первый взгляд покажется, что нам необходимо:

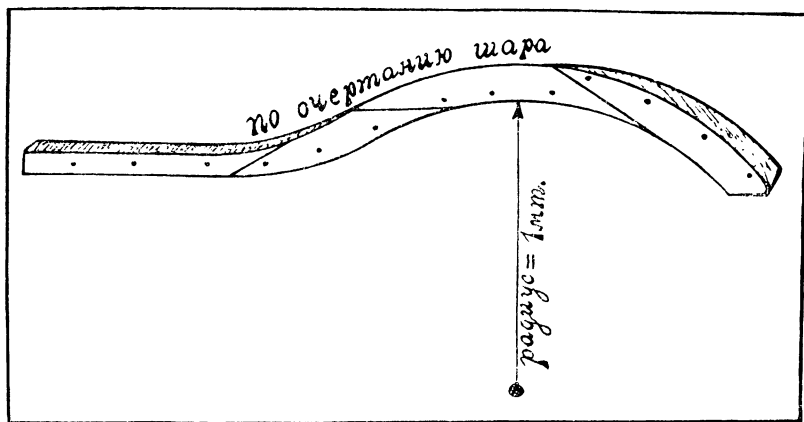
$$12,56 : 0,6 = 20,93 \text{ листа.}$$

В действительности же на оклейку одной двенадцатой доли нужно:

$$0,5 \times 3,5 = 1,75 \text{ кв. метра или 4 листа.}$$

На 12 долей потребуется:

$$4 \times 12 = 48 \text{ листов.}$$



Чертеж 4.

При некоторой продуманности склейки можно избежать такого расхода бумаги и свести его к расходу 40 листов.

Склеивание производится следующим образом.

Сперва заготавливают полосы бумаги, из которых будут вырезаться выкройки — доли оболочки.

Затем склеивают такие дольки попарно; на особом приспособлении (черт. № 4) склеивают эти пары выкроек вместе и наконец склеивают окончательно.

Нужно наблюдать, чтобы при склеивании не очень много мазали клею. Иначе шар может получиться очень тяжелый. Наилучшие результаты дал столярный клей, который можно рекомендовать. Он достаточно прочен, скоро схватывает и застывает.

Пускать монгольфьер нужно небольшой командой по 5—6 человек. Команда должна быть достаточно сработавшаяся. Каждый должен безошибочно замечать, когда тяга монгольфьера вверх наибольшая и по команде старшего должны одновременно отпустить. Пускать следует в такое время, когда ветра или совсем нет, или он очень слабый. В противном случае надувшийся шар представит большое сопротивление ветру и ветер или порвет монгольфьер, или сплющит его и выдавит теплый воздух. Наполнение шара дымом во время ветра также затруднительно. Язык огня легко может поджечь нижнюю часть шара, так называемый аппендикс, через который нагретый воздух поступает в шар.

В случае, если пуск шара происходит в открытом поле, где пожарная опасность невелика, можно подвешивать на легкой проволоке к аппендиксу губку или ветошку с бензином для того, чтобы шар по возможности долго сохранял горячий воздух.

---

---

## **II. З м е и.**

1. Начальные сведения из теории полета машин тяжелее воздуха. 2. Сопротивление воздуха при движении. Лобовое сопротивление. Удобообтекаемая форма. 3. Сила. Ее обозначение. Точка приложения. Направление силы. Разложение сил. 4. Змей. Подъемная сила и лобовое сопротивление воздуха, угол атаки. Разложение сил на змее. Центр парусности. Неустойчивое падение пластинки и его причина. Значение хвоста. Нагрузка на 1 м.<sup>2</sup>. Конструкции змеев. Бесхвостый, треугольный и Харграв.

---

### **Начальные сведения из теории полета машин тяжелее воздуха.**

Когда какое-нибудь тяжелое тело движется, то, как мы знаем из опыта, на остановку его нужно некоторое время. Так, нам известно, что перед остановкой поезд замедляет свой ход и сразу, моментально не останавливается, а постепенно теряет скорость движения. Это явление носит название инерции. Говорят, что мяч по инерции прокатился дальше, чем следует и т. д. На самом же деле инерцией называется не только стремление движущегося тела сохранить свое движение, но также и стремление, находящегося в покое, тела сохранить свой покой. Так, мы знаем, что лошадь, когда страгивает с места тяжелый воз, особенно сильно напрягается, и знаем, что это напряжение лошади уменьшится, как только воз покатится.

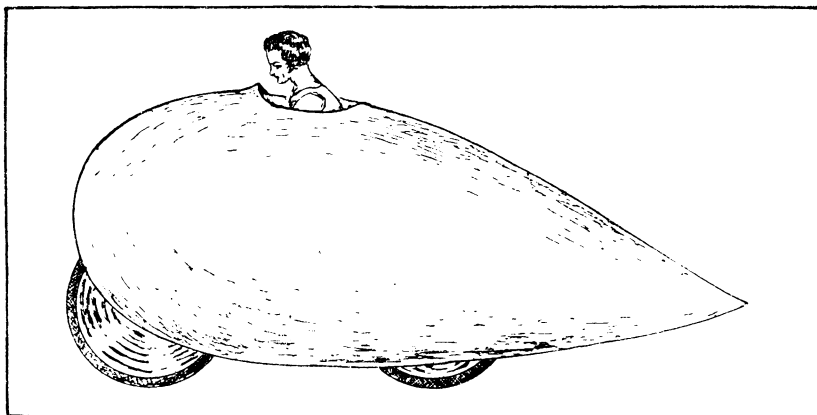
### **Сопротивление воздуха при движении.**

Лобовое сопротивление. Удобообтекаемая форма.

---

Значит, всякое тело стремится сохранить положение покоя или движения до тех пор, пока какая-либо причина его из этого состояния не выведет. Велосипедист должен приложить сперва значительное усилие, чтобы „раз'ехаться“, разогнаться и затем уже только помогает велосипеду сохра-

нить движение. Если велосипедист кончит работать ногами, то велосипед будет катиться медленнее и наконец остановится. Нет ли тут противоречия? Ведь закон инерции говорит, что велосипед должен катиться до тех пор, пока его какая-либо причина не остановит. Велосипедист же не останавливает велосипеда, а только перестает работать ногами. Действительно, велосипедист не работает ногами, но и не тормозит; велосипед же все время задерживается: его движение тормозится сопротивлением трения в колесах и сопротивлением воздуха. В самом деле, когда велосипедист едет в тихую, безветренную погоду и бросает работать ногами, то велосипед пробегает метров 30 и, наконец, останавливается. В случае же, если есть ветер навстречу, то велосипед проедет значительно меньше, приблизительно, метров 15. Плохо смазанный и небрежно собранный велосипед будет двигаться очень лениво и потребует для езды на нем больше силы, чем велосипед правильно собранный и хорошо смазанный. Значит, трение в частях велосипеда также задерживает его движение. Эти две силы—сопротивление воздуха и трение—и останавливают катящийся по инерции велосипед.



Чертеж 5.

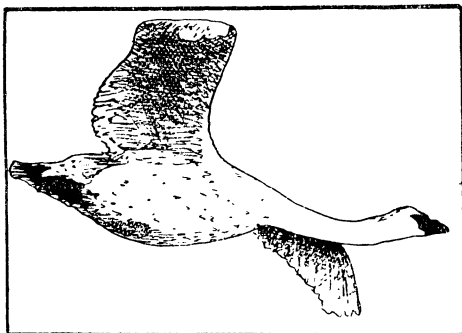
Итак, воздух оказывает значительное сопротивление движущимся предметам.

Можно значительно уменьшить сопротивление воздуха при движении велосипедиста.



Давайте сделаем легкий яйцевидный скелет и на этот скелет натянем прочную бумагу или легкую материю. Затем наденем эту получившуюся у нас яичную скорлупу на велосипед так, чтобы у велосипедиста едва высывалась голова из яйца и ему только можно было бы видеть дорогу. Тогда велосипедисту будет сразу легче ехать, несмотря на встречный ветер (см. чертеж № 5).

Такая форма яйца называется „удобообтекаемой формой“. Заметим себе ее существенные признаки. Во-первых, тело такой удобообтекаемой формы движется вперед тупой стороной и, во-вторых, наиболее толстая часть тела находится в передней половине. Обратив внимание на форму



Чертеж 6.



Чертеж 7.

рыб или птиц, увидим, что и природа тоже придерживается такой удобообтекаемой формы с целью дать возможность птицам меньше тратить сил на сопротивление воздуха при полете (черт. № 6), а рыбам -- при плавании в воде (черт. № 7).

А теперь перейдем к самому возникновению под'емной силы.

## С и л а.

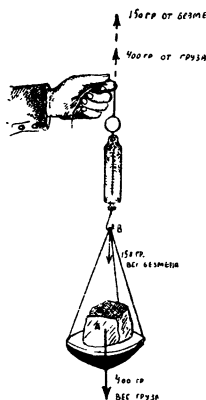
Ее обозначение. Точка приложения. Направление силы. Разложение сил.

В детстве каждый пускал воздушный змей. Эта игрушка очень поучительна особенно для людей, интересующихся летанием. Но прежде, чем перейти к самому змею, нам нужно кое-о-чем условиться.

1. Будем обозначать силы стрелочкой; длина стрелы тем больше, чем больше сила.

2. Будем особо обращать внимание на точку „приложения“ силы, т. е. на такую точку, через которую тело как

бы связано с силой, через которую сила воздействует на тело.

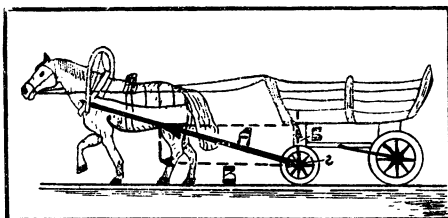


Чертеж 8.

точке. Рука испытывает силу в 150 грамм, направленную вверх. Точка приложения силы веса — в точке, обозначенной на рисунке буквой „а“, вес безмена приложен в точке, обозначенной буквой „в“ и точка приложения силы сопротивления руки (так называемой „реакции“) — в точке, обозначенной буквой „б“. Направление всех сил отвесное (вертикальное), причем силы действия тяжести направлены вниз и силы действия руки (сопротивления) — снизу вверх (см. черт. № 8).

Теперь давайте познакомимся еще с так называемым „разложением сил“. Пусть у нас лошадь везет воз (черт. № 9). Обычно оглобли у лошади идут от хомута вниз к передней оси, и так как передние колеса малого размера, то и ось колес вообще бывает невысоко от земли. Выходит, что лошадь тянет телегу немного вверх, по направлению „А“. Эта сила тяги лошади приложена в точке „г“. Но телега-то едет не косо вверх, а по земле (горизонтально), по направлению силы „В“. Таким образом, мы видим, что, строго говоря, лошадь тянет телегу не туда, куда телега движется. Часть лошадиной тяги расходуется зря. Лошадь старается

3. Условимся, что направление стрелки показывает направление действия силы. Так, например, человек держит в руке пружинный безмен, и на чашке безмена лежит груз весом 400 грамм. Ясно, что сила веса, равная 400 граммам, тянет безмен вниз, а этой силе сопротивляется усилие руки, но направленное вверх; поэтому у руки мы рисуем стрелку такую же, как у груза, но направленную вверх. Кроме веса груза рука еще испытывает усилие от веса самого прибора, безмена, который тоже направлен вниз и приложен где-то в нижней

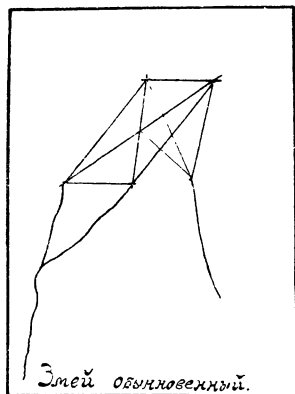


Чертеж 9.

немного приподнять передние колеса телеги. Действительно, если лошадь очень быстро стронет воз (особенно легко нагруженный или пустую телегу) с места, то часто передние колеса подпрыгивают. Следовательно, у нас на лицо две силы: одна направлена по стрелке „В“, а другая—по стрелке „Б“.

Значит, тяга лошади „А“ разложились на две силы: на силу „В“—по движению телеги, полезную для нас, и на силу „Б“—вверх, которая для нас бесполезна.

Запасшись этими сведениями, перейдем к изучению полета змея.



Чертеж 10.

### З м е й.

Подъемная сила и лобовое сопротивление воздуха, угол атаки. Разложение сил на змее. Центр парусности. Неустойчивое падение пластинки и его причина. Значение хвоста. Нагрузка на 1 м.<sup>2</sup>.

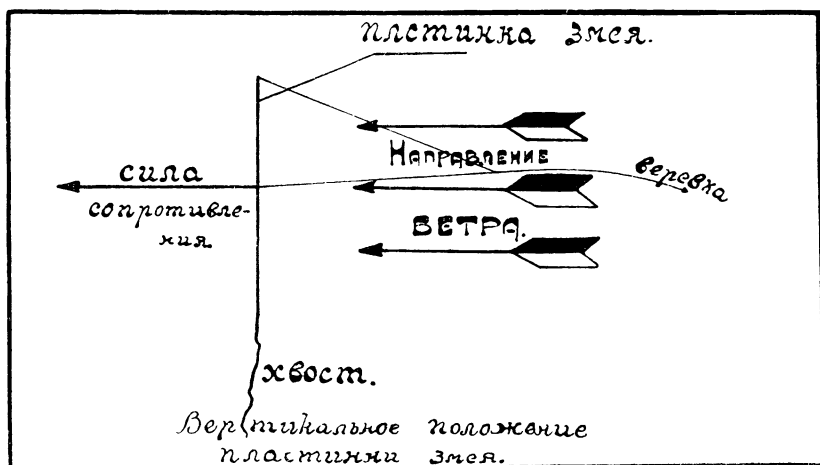
Сделаем себе обыкновенный рамочный змей. Как известно, он состоит из легкой деревянной рамки, оклеенной бумагой. Эта, получившаяся таким образом, легкая и довольно жесткая пластинка снабжена путлей (или путой), помощью которой веревка привязывается к змею и обязательно—хвостом (обычно мочальный, —чертеж № 10).

Как мы запустим змей?

Во-первых, мы знаем, что если есть ветер, то можно запустить змей не сходя с места, и, во-вторых, в том случае, когда у поверхности земли ветра нет или мало, то нужно бежать и как бы создать ветер. Поднявшись на некоторую высоту, змей может встретить там ветер и остаться летать.

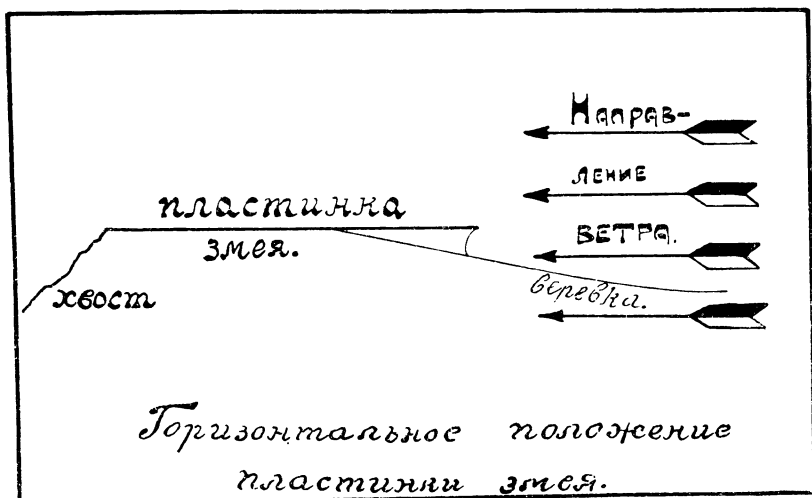
Другими словами, нам необходима скорость, с которой воздух набегае на пластинку змея. Чем скорость больше, тем и змей скорее взлетает и увереннее держится в воздухе.

Но одной скорости мало, нужно еще как-то наклонить змей. Из опыта мы знаем, что если пластинка змея будет в отвесном положении (вертикальном,—чертеж № 11), то



Чертеж 11.

ветер постарается утащить змей назад, в ту сторону, куда ветер дует, и змей не будет подниматься. Если же мы пла-

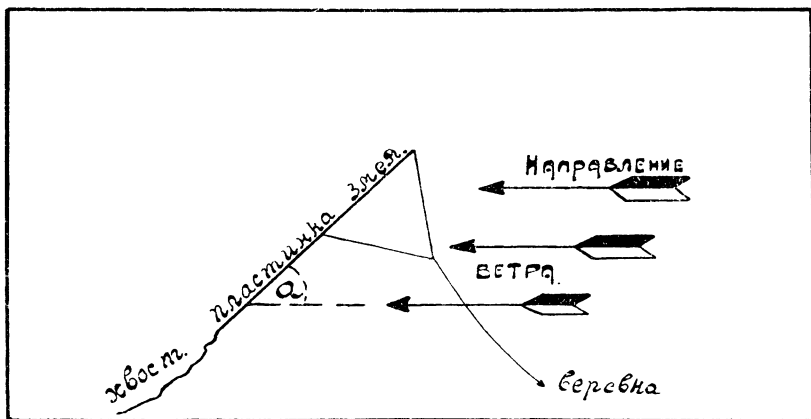


Чертеж 12.

стинку змея поставим плашмя (горизонтально), то ветер не поднимет змея и назад не потащит (чертеж № 12).

Другими словами, необходимо нужно, чтобы змей стоял косо по направлению ветра. Посмотрим чертеж № 13. В таком случае принято говорить, что пластинка змея образует угол встречи с направлением ветра—„а“. Этот угол чаще называют „углом атаки“.

Теперь посмотрим, чем же объясняется происхождение под‘емной силы.



Чертеж 13.

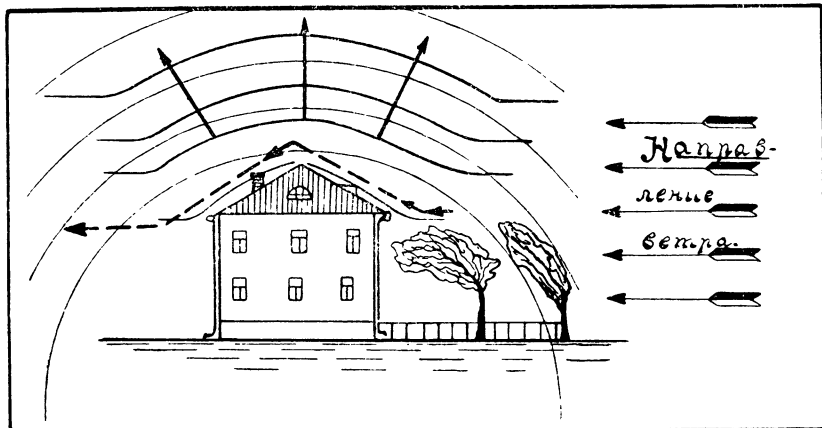
Оставим на минуту змей и обратимся к изучению самого обычного явления, которое нам очень поможет при изучении под‘емной силы змея.

Не раз вы, вероятно, видели, как сильный ураганный ветер разрушает крышу домов и что при этом железные листы крыши оказываются сорванными наружу, а не вдавленными внутрь крыши. Между тем принято говорить, что ветер „давит“ на крышу.

Посмотрим, что же тут происходит. На чертеже № 14 показан дом, на который дует сильный ветер. Для того, чтобы обойти дом, ветер должен обогнуть крышу. Оказывается воздух не будет обходить крышу таким резким угловатым движением, как это показано прерывистой толстой линией, а пойдет по плавным кривым линиям, которые на рисунке указаны тонкой сплошной чертой.

Итак, воздух будет двигаться по кривым линиям, которые очень похожи на части кругов. Значит, частицы воздуха, можем сказать, движутся над крышей по кругу. А из опыт

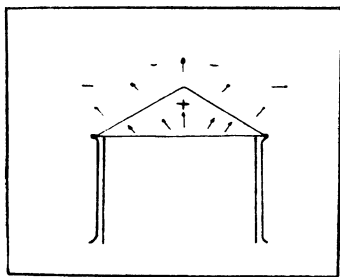
мы знаем, что если что-либо движется по кругу, то сейчас же развивается центробежная сила, которая стремится всегда удалить наш предмет от центра круга. Например, если мы на один конец веревки привяжем камень, а другой конец возьмем в руку и начнем быстро вращать камень по кругу, то, в конце концов, камень оборвет веревку и улетит наружу (из круга) под влиянием центробежной силы.



Чертеж 14.

Но ведь воздух тоже тяжелое тело, и поэтому, двигаясь по кругу, будет испытывать стремление уйти от крыши.

Одним словом, над крышей получается уменьшение давления воздуха. Под крышей же будет нормальное давление (атмосферное) и поэтому оно будет больше, чем давление над крышей. Когда ветер достигнет большой скорости, то эта разница давлений будет такой большой, что наконец крыша разрушится (вырвется) наружу.

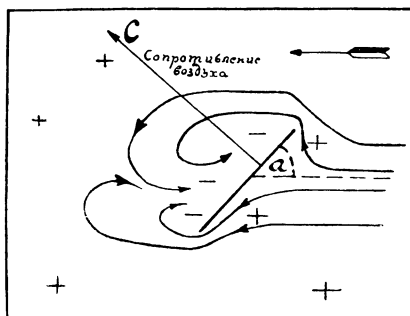


Чертеж 15.

Условимся с вами обозначать давление знаком  $+$ , а разрежение (недавление) знаком  $-$  (чертеж № 15).

Подумаем, что будет делаться около змея, когда его пластинка стоит под углом встречи по отношению к ветру (чертеж № 16).

Оказывается, под змеем будет давление немного большее, чем обыкновенное воздушное давление, а над змеем — меньшее давление (разрежение). Кроме того, за змеем будет иметь место еще одно неприятное для нас явление, а именно вот что: на большом удалении



Чертеж 16.

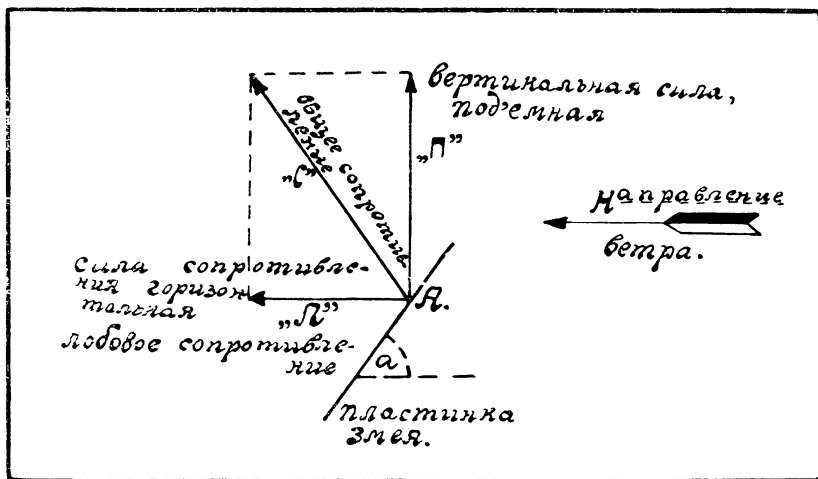
от змея, движущийся в направлении верхней стрелки, воздух (ветер) имеет нормальное давление и, конечно, заставит струйки воздуха, которые находятся сразу за змеем, отклониться назад к змее. В этом месте мы получим беспорядочное движение воздуха. Струйки воздуха там будут как бы закручиваться и путаться друг с другом. Под влиянием давления спереди и снизу и разрежения сверху и сзади пластинка испытывает сопротивление со стороны движущегося воздуха, направленное снизу вверх—„С“.

Вспомним нашу лошадь. Силу тяги лошади мы разложили на две силы: одну по направлению движения и другую по вертикальному направлению. Также разложим и силу сопротивления воздуха. Одна пойдет вверх—подъемная сила „П“: она заставляет змей подниматься вверх, и другая сила—„Л“—тянет змей назад по направлению движения воздуха (чертеж № 17).

Из опыта мы знаем, что это так в действительности и происходит: змей одновременно взлетает вверх под действием подъемной силы и сильно тянет веревку под действием силы лобового сопротивления „Л“. Разложение сил на змее показано на чертеже 17. Из практики пускания змея известно, что не всегда-то змей летает устойчиво: иной раз змей все время кувыркается и наконец падает.

Нам нужно объяснить себе, в чем тут дело и отыскать корень зла этих неудач.

Пусть у нас готов самый змей, но ни хвоста, ни путли еще нет. Бросим нашу пластинку на воздух; оказывается, что она будет падать не плавно, а кувыркаясь. Вот причину такого неустойчивого падения мы сейчас и разберем.



Чертеж 17.

До сих пор мы рассматривали величину и направление подъемной силы, а на точку ее приложения на змее не обращали внимания.

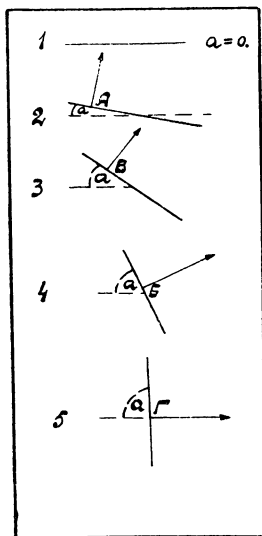
Змей сам по себе тяжелее воздуха. Поэтому-то он и падает. Значит, на пластинку змея действует сила тяжести. Эта сила, как известно, приложена в каждом предмете в центре тяжести. Следовательно, если мы предоставим пластинку змея самой себе, то прежде всего на нее действует сила тяжести, приложенная в центре тяжести пластинки, т. е. в середине ее.

Пусть пластинка движется по пути, указанному пунктирной линией (прерывистой), так, что образует некоторый угол атаки „а“ (чертеж № 18). Тогда на пластинку будет действовать еще, кроме силы тяжести, сила сопротивления воздуха.

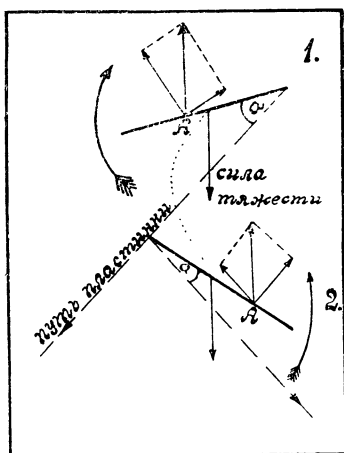
Оказывается, эта сила сопротивления приложена на пластинке не в одной какой-либо постоянной точке „А“, а в такой точке, которая зависит от того угла атаки, под



каким встречает пластинка воздух. На чертеже № 19 показано примерное положение и направление подъемной силы при изменении угла атаки. При положении первом, когда угол атаки равен нулю, т. е. его совсем нет, то и никакого сопротивления нет. При втором положении, когда уже появился некоторый малый угол атаки, появляется общее сопротивление воздуха, приложенное в точке „А“ и направленное по стрелке. При дальнейшем увеличении угла атаки точка приложения сопротивления воздуха (мы ее будем называть центром давления) будет двигаться к середине. И, наконец, при положении пятом, когда угол атаки равен  $90^\circ$  и пластинка стоит отвесно, то равнодействующая пройдет через середину пластинки.



Чертеж 19.



Чертеж 18.

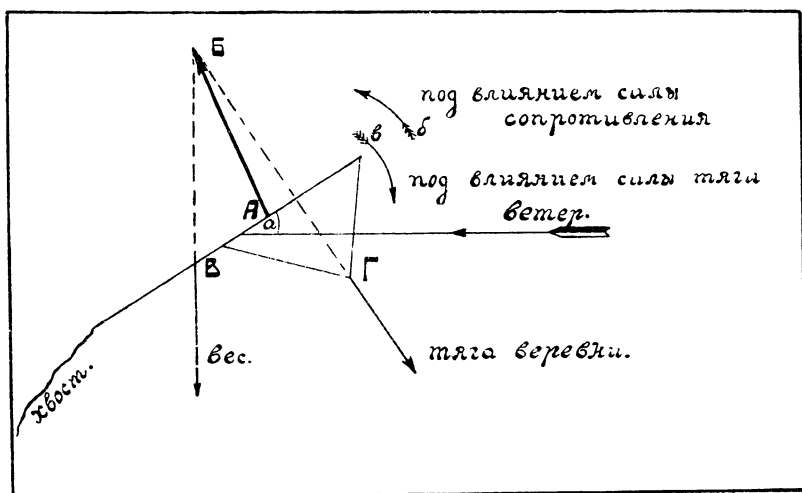
Следовательно, пластинка, брошенная в воздух, будет находиться под давлением двух сил: одной—силы тяжести и другой—силы сопротивления воздуха, при чем сила тяжести сохраняет все время одну и ту же величину, направление и точку приложения—центр тяжести, а вторая сила, наоборот, при изменении угла атаки меняет и свою величину, и направление, и точку приложения.

На рисунке № 18 показано, как на пластинку действует сила тяжести и сопротивление воздуха. При таком положении (1) сил, как на чертеже, пластинка будет поворачиваться около центра тяжести в сторону стрелки, пока не придет во второе положение, когда, под влиянием другого расположения сил, она будет стремиться повернуться в другом направлении.

Почему змей летает—нам теперь ясно. Перейдем к другому, не менее интересному вопросу, а именно—к выяснению устойчивости змея. Почему змей, как наша пластинка, не кувыркается?

Прежде всего заметим себе, что при рассмотрении змея нам нужно добавить к пластинке еще одну силу, а именно—тягу веревки.

Это очень существенно. Механика нас учит, что для того, чтобы какой-либо предмет был в равновесии, нужно, чтобы все силы, на этот предмет действующие, обязательно пересекались в одной точке. Примем, пока что, это на веру.



Чертеж 20.

На чертеже № 20 показана пластинка змея, находящаяся под влиянием трех сил: силы тяжести—в точке „В“, силы сопротивления воздуха—в точке „А“ и силы тяги веревки—в точке „Г“.

Эти все три силы пересекаются в одной точке „Б“.

Всякое тело (т. е. всякий предмет весомый, действительно существующий), если на него так действуют силы, что могут это тело повернуть, поворачивается непременно около центра тяжести.

Посмотрим, что у нас получилось. Под влиянием силы сопротивления воздуха змей захочет повернуться около центра тяжести „В“, в сторону, указанную стрелкой „б“,

а под влиянием силы тяги веревки он стремится повернуться по стрелке „в“. Если у нас оба стремления вращаться одинаковы, то змей будет неподвижен и не будет никакого вращения. Хвост необходим для того, чтобы центр тяжести перенести немного по пластинке вниз и тормозить колебания змея, если ветер будет прерывистый, неровный.

В современной науке змей занимает почетное место. Этой „игрушкой“ не брезговали весьма видные ученые, и помощью применения змея удалось выяснить немало серьезных научных вопросов, особенно по изучению верхних слоев воздуха.

Опыты со змеями показали, что для того, чтобы змей обязательно полетел при какой-либо определенной скорости ветра, нужно соблюсти одно необходимое условие.

Пусть у нас имеется змей весом 400 грамм, а поверхность змея, на которую действует ветер, равна 0,5 (половине) квадратного метра. Нужно определить, какова „плотность змея“. Под плотностью змея разумеют нагрузку в килограммах, приходящуюся на 1 м.<sup>2</sup> (читается: на один метр-квадрат) поверхности змея. Так, в нашем случае, нагрузка на 1 м.<sup>2</sup> выразится:

вес змея в килограммах . . . . . 0,4 кгр.  
 площадь поверхности змея в кв. метрах 0,5 м.<sup>2</sup> = 0,8 кгр./м.<sup>2</sup>.  
 (Читается так: восемь десятых килограмма на метр-квадрат).

Чтобы узнать, чему равна площадь поверхности змея, нужно ширину поверхности змея, измеренную в метрах, умножить на длину поверхности, измеренную также в метрах.

Для простого змея из четырехугольной пластинки придется умножить ширину на длину.

Пример: длина змея = 400 мм. = 40 см. = 0,4 метра, ширина змея = 200 мм. = 20 см. = 0,2 метра. Площадь змея =  $0,4 \times 0,2 = 0,08$  м.<sup>2</sup> (восемь сотых,  $\frac{8}{100}$  кв. метра).

Что же касается веса змея, то его определяют просто взвешиванием и узнают вес в килограммах или граммах.

Пример: вес змея = 100 гр. = 0,1 кгр. ( $\frac{1}{10}$ , одна десятая килограмма).

Следовательно, нагрузка на один м.<sup>2</sup> будет:  $\frac{0,1}{0,08} = 0,12$  кгр./м.<sup>2</sup>. Оказывается, что определенной нагрузке на м.<sup>2</sup> змея соответствует своя определенная скорость ветра и, наоборот,—определенной скорости ветра соответствует определенная нагрузка на м.<sup>2</sup>

Нагрузка на один квадратный метр поверхности змея равна произведению скорости ветра, умноженной самой на себя, при чем скорость выражают в метрах, пройденных ветром в одну секунду и еще умноженных на  $0,03$  (на  $\frac{3}{100}$ , на три сотых).

Значит, если ветер у нас дует со скоростью 5 метров в секунду, то, чтобы узнать, какую нагрузку мы можем дать в килограммах на один квадратный метр поверхности, нам нужно умножить.

$$5 \times 5 \times 0,03,$$

или:

$$5 \times 5 \times \frac{3}{100}.$$

Тогда мы получим:

$$25 \times 0,03 = 0,75 \text{ кгр./м}^2.$$

или:

$$25 \times \frac{3}{100} = \frac{3}{4} \text{ кгр./м}^2.$$

И вот, если вес змея — 250 грамм = 0,25 кгр., то поверхность его будет равна:

$$\frac{0,25}{0,75} = \frac{1}{3} \text{ м}^2 = 0,33 \text{ м}^2$$

Так как площадь змея равна произведению ширины на длину пластинки, то мы, решив сделать ширину в 0,4 м., получим длину змея:

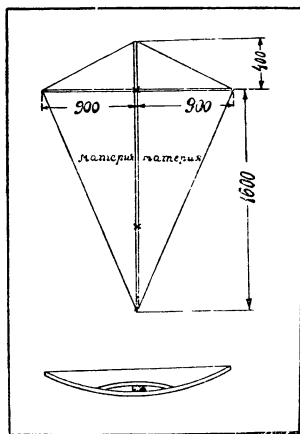
$$0,33 : 0,4 = 0,82 \text{ м., или } 820 \text{ мм.}$$

Перейдем теперь к описанию некоторых конструкций змеев.

## Конструкции змеев.

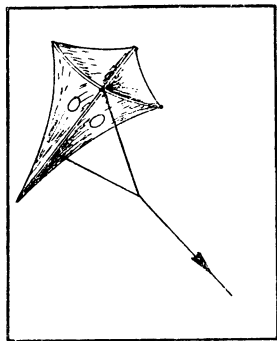
Бесхвостый, треугольный и Харграв.

Самый простой и заслуженный четырехугольный с мо-  
чальным хвостом змей нам достаточно известен. Поэтому  
мы его не будем описывать. Большой интерес представляет  
бесхвостый змей (чертеж № 21). Он представляет легкий  
деревянный каркас из двух на-  
крест связанных деревянных бру-  
сочков, имеющих размеры, указан-  
ные на чертеже. Сечение брусоч-  
ков (поперечные размеры) можно  
взять  $5 \times 8$  мм. Слишком толстое  
сечение может сильно увеличить  
вес, а при слишком тонких дере-  
вянных частях каркаса он может  
оказаться непрочным и змей сло-  
мается. Материю туго натягивать  
не следует; лучше, если она под  
влиянием ветра немного вогнется  
внутрь.



Чертеж 21.

Что касается путли (или как  
ее называют еще — „уздечки“), то как длина, так и место  
привязки ее отыскивается опытом, при чем примерное по-  
ложение места привязи уздечки ука-  
зано на чертеже № 22.

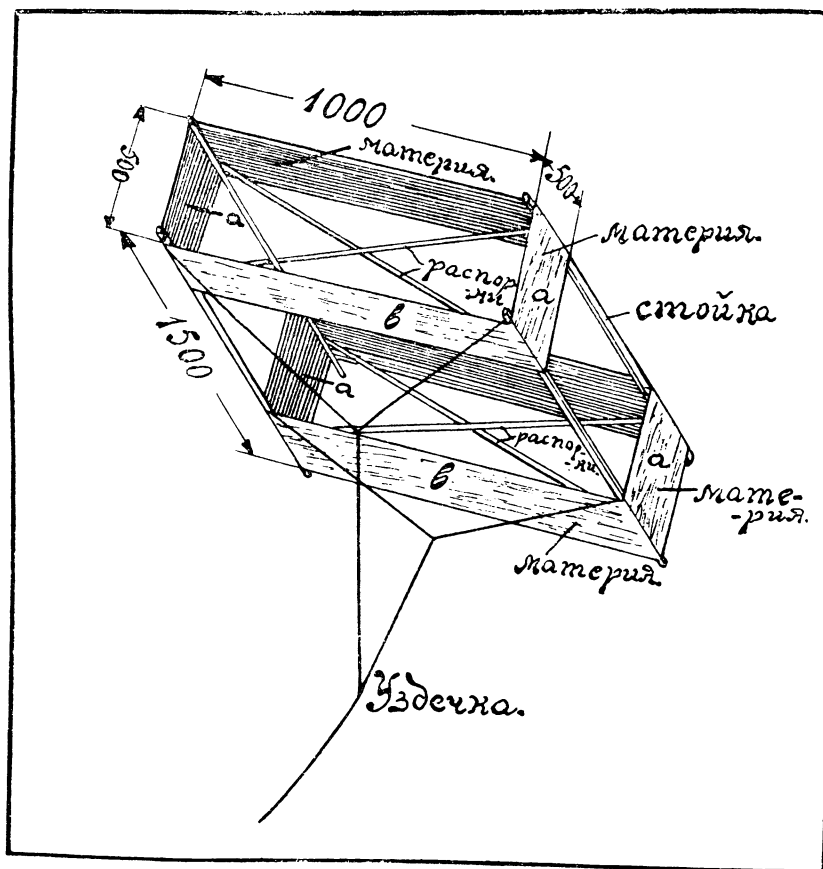


Чертеж 22.

Кроме того, для придания боль-  
шей устойчивости змею, короткую по-  
перечину можно слегка вогнуть, стя-  
нув ее веревочкой, как указано на  
чертеже № 21; для той же цели  
иногда делают в поверхности змея  
небольшие окна, как это устроено на  
чертеже № 22.

Следующим интересным видом  
змея будет змей системы Харграв.  
Он состоит из двух коробок без крышек и донцов. Нужно  
взять четыре палочки (можно сосновые) сечением  $8 \times 8$  мм.  
и длиной 1500 мм. и затем заготовить материю: две полосы

шириной в 500 мм. (0,5 м.) и длиной 3000 мм. (3 м.) + 20 мм. на шов; всего длина выкроенной полосы будет 3020 мм. Затем просовываем четыре палочки и вставляем распорки. При вычислении необходимой скорости ветра для полета этого змея нужно уменьшить всю рабочую несущую поверхность на 20—25% (на 20 или на 25 сотых), т. е. почти на  $\frac{1}{4}$ , потому что поверхность, находящаяся следом за передней поверхностью, будет работать много хуже и у нас



Чертеж 23.

выйдет как будто поверхности меньше, чем есть на самом деле. На чертеже № 23 изображен змей Харграв.

Работающими поверхностями являются поверхности „б“, поверхности же „а“ — „боковые“ нужны лишь для устойчивости,

### III. Планеры.

Основные части модели планера. Полет планера и силы на него действующие. Нагрузка 1 дц.<sup>2</sup> крыла планера. Свободнонесущее крыло и крыло с растяжками. Вогнутое крыло и его преимущество. Дужка. Конструкция крыла. Качество крыла. Типовая модель планера и ее изготовление. Понятие о моментах. Продольная устойчивость. Значение стабилизатора. Поперечная устойчивость.

Познакомившись со змеем, мы можем перейти к изучению полета самолета.

Для начала изготовим один летающий прибор, который одновременно похож и на змея и на самолет.

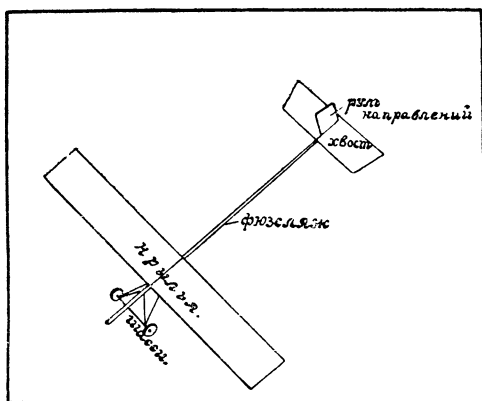
Прибор этот называется планером; держится он в воздухе за счет скорости и представляет машину тяжелее воздуха. Летающая модель планера состоит из следующих основных частей (смотри чертеж № 24):

1. Крыльев (несущих поверхностей или планов).

2. Фюзеляжа (основного корпуса, к которому крепятся все прочие части машины).

3. Оперения (хвост, рули).

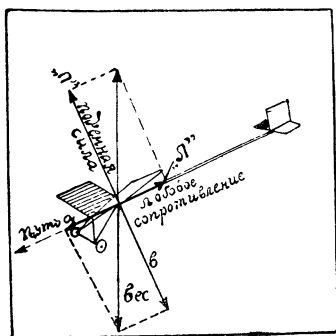
4. Шасси (приспособление для взлета и посадки).



Чертеж 24.

Общий вид планера представлен на чертеже № 24. Посмотрим, как летает планер.

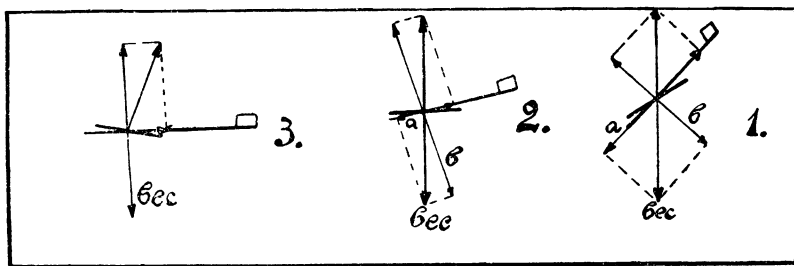
Возьмем наш планер, поднимем на высоту, примерно, 3—4 метров над землей и бросим на воздух немного наклонно вниз. Сила тяжести разложится на две: одну—направленную по полету „а“ и другую — направленную под



Чертеж 25.

прямым углом к силе „а“ и к направлению полета „в“. Сила „а“ будет двигать наш планер вперед по наклонному пути, а сила „в“ все время будет тянуть планер вниз (чертеж № 25). Отсюда мы уже можем сказать, что в спокойном воздухе полет планера связан обязательно с потерей высоты — он летит все время снижаясь. Под влиянием силы „а“ планер дви-

гается с какой-то скоростью и, стало-быть, крылья планера, встречая воздух под углом атаки, разовьют в себе подъемную силу „П“, которая и уравновесит силу от веса „В“.



Чертеж 26.

Но кроме подъемной силы у крыла будет еще лобовое сопротивление „Л“, направленное в сторону обратную полету и стремящееся тормозить полет (см. чертеж № 26). Если лобовое сопротивление начнет возрастать скорее, чем сила „а“ при планировании, то и полет будет замедляться. Если, наоборот, сила „Л“ будет отставать от силы „а“, то планер будет двигаться все быстрее и быстрее. Но от скорости зависит еще и подъемная сила. Следовательно

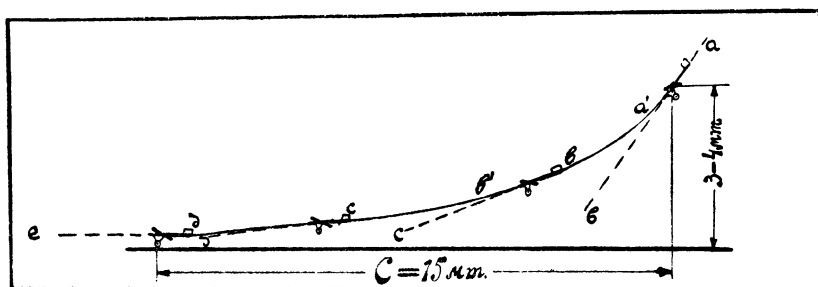


в случае замедления и подъемная сила может уменьшиться—планер пойдет вниз. В случае ускорения полета, подъемная сила возрастает и планер может даже немного взмыть кверху.

Рассмотрим путь планера в воздухе (чертеж № 27).

В первый момент, когда мы планер бросили в воздух, он начнет развивать скорость за счет падения по пути „ав“, и уже в точке „а“ он приобретет такую скорость, что в крыльях появится подъемная сила, достаточная, чтобы держать планер, и он немного повернется.

Но как только он повернулся, так сейчас же изменится и величина силы „а“—она уменьшится. Значит, тяга



Чертеж 27.

ослабнет. Зато и лобовое сопротивление уменьшится, а в то же время планер будет двигаться по инерции дальше.

Придя в точку „в“, он еще раз изменит направление полета. Последний участок пути пройдет по горизонту, как говорят,—параллельно земле—и, наконец, потеряв скорость, остановится. Теряет скорость планер от того, что сила „а“ при горизонтальном полете совсем пропадает, а лобовое сопротивление остается. В действительности эти изменения пути и скоростей будут происходить постепенно, а не скачками.

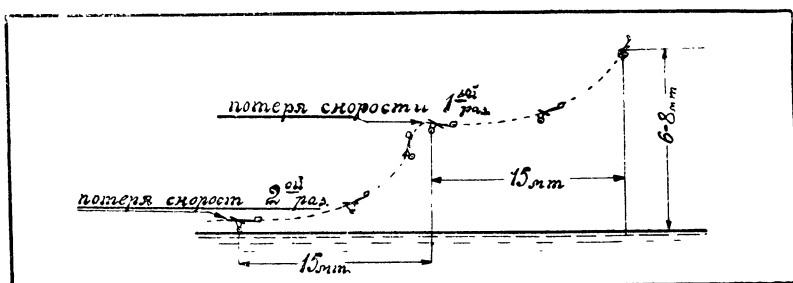
Посмотрим, что будет, если этот же самый планер мы запустим с высоты 6—8 метров и пусть он у нас с высоты 3—4 метров пролетит расстояние  $C = 15$  м. (чер. № 28).

При снижении в 3—4 м. наша модель планера теряет скорость через 15 м. полета по горизонту. Значит, на высоте 3—4 м. от земли планер потеряет скорость, т. е. остановится. Но при потере скорости пропадает поддержи-

вающая сила в крыльях и планер начнет падать. Опять повторится то же самое, что и в первый раз.

Если же мы модель запустим с высоты 4—5 м., то модель встретит землю раньше, чем второй раз потеряет скорость и при посадке обязательно разобьется.

Подобно тому, как для змея имеет важное значение „плотность“, так и для планера имеет значение нагрузка в граммах на квадратный дециметр. Для того, чтобы узнать эту величину, поступают так: взвешивают планер и записывают его вес целиком, т. е. с крыльями и со всеми прочими частями. Затем измеряют площадь крыла в квадратных дециметрах. Частное от деления веса в граммах на пло-



Чертеж 28.

щадь крыльев в квадратных дцм. дает нагрузку на квадратный дециметр поверхности.

$$\text{Нагрузка} = \frac{\text{вес планера в граммах}}{\text{площадь крыльев в квадратных дцм.}}$$

Испытывают планеры обычно так, чтобы человеческая рука поменьше влияла на результат испытания. Если мы бросим планер рукой, то можем толкнуть его сильнее или слабее, а от этого модель пролетит дальше, или, наоборот, — меньше. Также и наклонить планер можно больше или меньше.

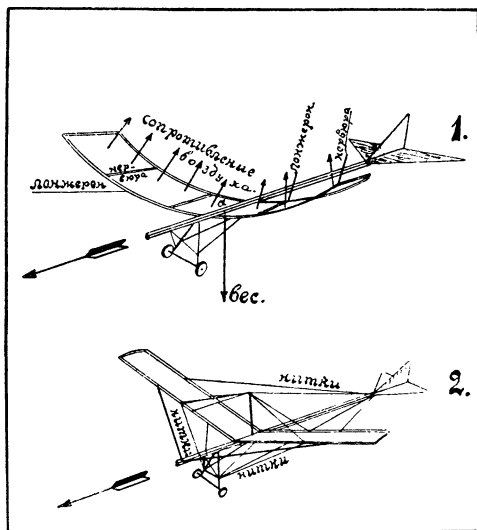
Чтобы избежать всего этого, поступают обычно так: планер подвешивают за нитку на определенной высоте и потом, когда планер перестанет качаться и совершенно успокоится, нитку пережигают. Будучи предоставленным самому себе, планер начинает падать и затем переходит в планирующий полет. Так как при испытании можно подвешивать все планеры на одинаковой высоте, то понятно,

что чем дальше пролетит планер, тем лучше он построен.

Другой способ состоит в том, что планер ставят на полированную доску, наклон которой можно менять. Скатившись с доски, планер попадает на воздух и продолжает полет. Такой способ требует наличия колесного шасси у модели.

Модели планеров бывают: летающие хвостом назад и летающие хвостом вперед. Те и другие бывают с растяжками и свободнонесущие.

Тонкое легкое крыло очень трудно сделать таким, чтобы оно не прогибалось под действием силы тяжести. На чертеже № 29 показано, как изогнется крыло под влиянием силы сопротивления воздуха и веса модели, если крыло тонкое. С таким крылом модель хорошо лететь не может—она обязательно поломаётся. Обычно крылья складываются в месте крепления к фюзеляжу, в точке „а“.



Чертеж 29.

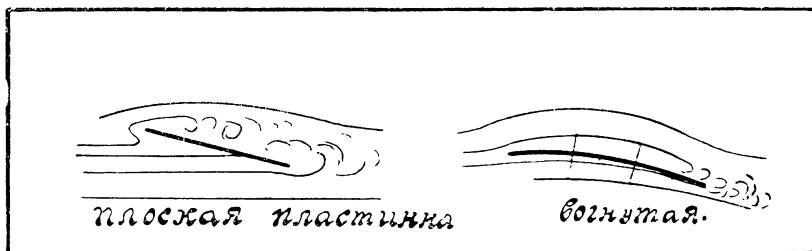
Чтобы этого избежать, расчаливают крылья, как показано на чертеже № 29—вторая модель. Тогда получается „жесткое“ крыло.

Неудобство такого растянутого крыла заключается в том, что модель обладает весьма большим лобовым сопротивлением.

Избежать этого можно, сделав крыло таким, чтобы оно не прогибалось и сохраняло бы жесткость, прочность и легкость без растяжек. Такие крылья называют свободнонесущими (без растяжек).

У планера 1 (верхнего) крыло состоит из двух лонжеронов: переднего и заднего и шести поперечин—нервюр.

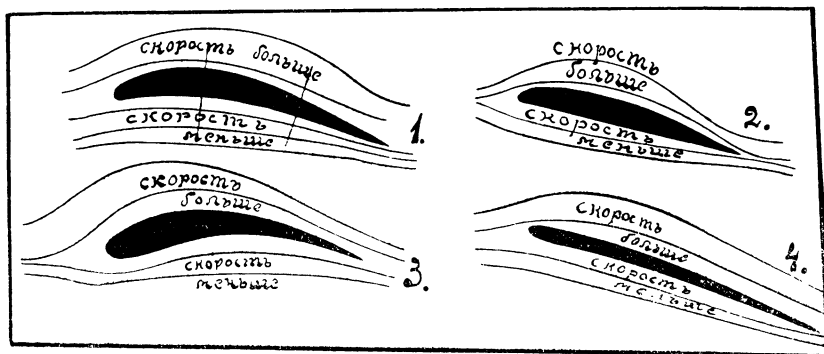
У планера 2 (нижнего) нет совсем нервюр, а есть только два лонжерона. Таким образом, у первого планера крыло в полете остается плоским, а у второго планера крыло будет вогнутым, так как бумага, благодаря отсутствию нервюр, прогнется вверх.



Чертеж 30.

Оказывается, что вогнутое крыло работает много лучше, чем плоское. Оно выгоднее плоского.

На чертеже № 30 видно, что за плоской пластинкой есть большая область беспорядочного движения воздуха, а за вогнутой — только немного на конце пластинки будет, как говорят, возмущено течение воздуха.

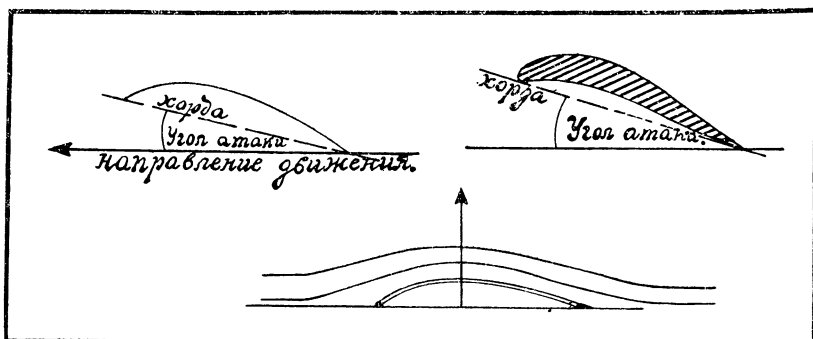


Чертеж 31.

Лобовое сопротивление, оказывается, в первую голову зависит от того, как обтекается воздухом крыло данной формы. Если хорошо обтекается, то говорят, что эта форма удобообтекаемая. На чертеже № 31 и показаны разные формы нервюр современных крыльев, так называемые «дужки».

Мы уже знаем, что удобообтекаемая форма, примерно, должна иметь наиболее толстую часть где-то в расстоянии от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{3}$  длины нервюры от переднего края. Разделим первую нервюру на три части и в передней трети дадим наибольшее утолщение. Тогда у нас получится крыло и вогнутое и удобообтекаемое. Заметим еще следующее: над крылом частицам воздуха нужно пройти больший путь, чем под крылом, и поэтому скорость струек воздуха над крылом будет больше, а под крылом меньше. С другой стороны, многочисленные исследования показали, что в воздухе и в воде—чем больше скорость, тем меньше давление струи. Значит, давление снизу будет больше, чем сверху.

Выяснено, что вогнутые крылья могут работать даже при отсутствии угла атаки. Угол атаки вогнутого крыла отсчитывается между хордой (линия, стягивающая напш дугу) и направлением движения.

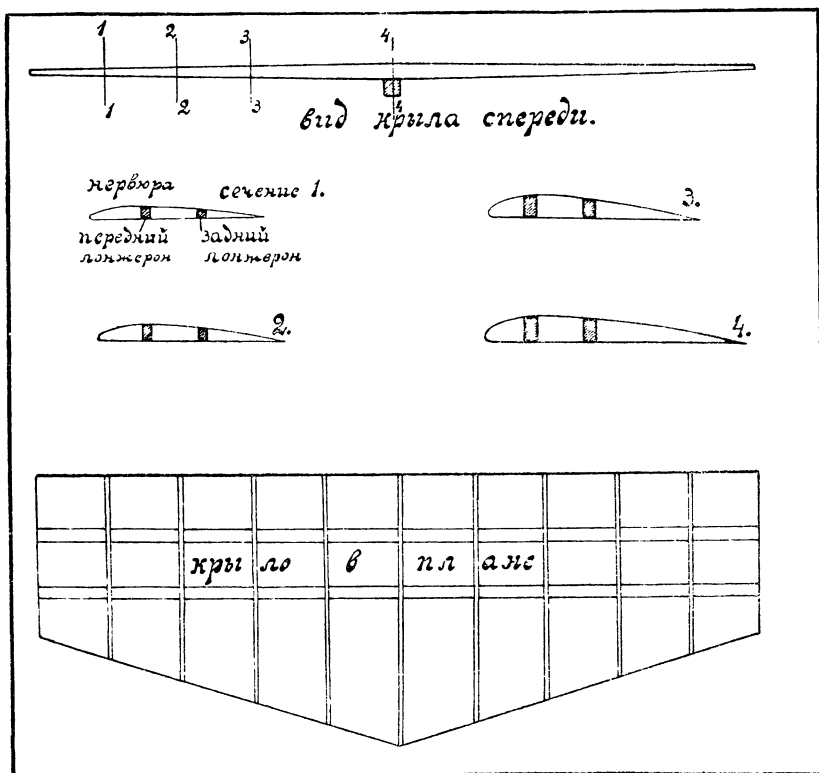


Чертеж 32.

Если же у вогнутого крыла нет угла атаки при движении в воздухе, то, так как наверху попрежнему скорость обтекания больше и давление меньше, чем под крылом, появляется под'емная сила (см. чертеж № 32). У некоторых дужек есть свойство давать под'емную силу даже при отрицательном угле атаки.

Для свободнонесущего крыла больше всего подходят „толстые“ профили дужек, например, как дужка № 2 (черт. № 31), потому что в такой дужке легко спрятать лонжероны, достаточно прочные для такого крыла.

При свободнонесущем крыле лонжерон крыла у фюзеляжа получается очень толстым. Значит и дужка в этом месте должна быть достаточно толстой—иначе лонжероны вылезут из нервюры.



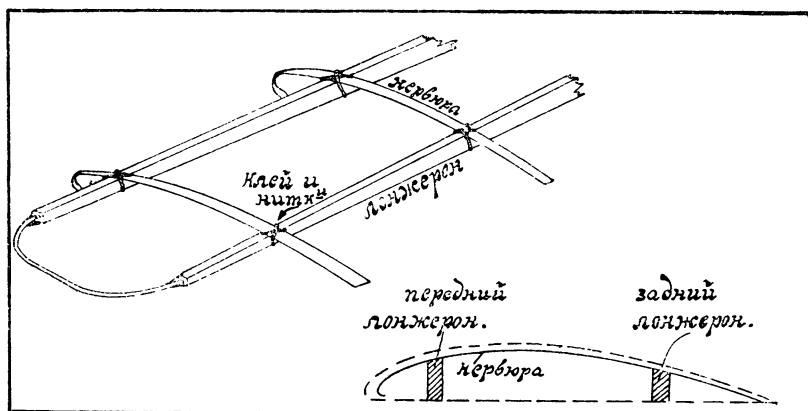
Чертеж 33.

В самом деле, обратимся к чертежу № 33. Давайте разрежем крыло в четырех местах. Такие воображаемые разрезы обычно называются сечениями. Так вот, посмотрим первое сечение. На конце крыло работает менее напряженно, чем у корня; поэтому тут лонжерону даются малые размеры и нервюра может быть потоньше. По мере же приближения к фюзеляжу, лонжерон все усиливается и размеры его сечений растут.

Такое свободнонесущее крыло выходит, обычно, немного тяжелее, чем с растяжками, и иной раз эта весьма удобообтекаемая конструкция крыльев совершенно не окупает

себя из-за большого веса. Особенно нельзя рекомендовать делать нервюры, как у настоящего планера. Лучше всего сделать так, как указано на чертеже № 34.

Имеем два лонжерона, постепенно утолщающиеся к корню у фюзеляжа, и небольшое число нервюр, при чем нервюры дают только верхнюю часть профиля, а нижняя часть профиля получается просто лишь натяжением одной бумаги. Такое крыло достаточно прочно и легко и обладает довольно хорошим качеством (черт. № 33).



Чертеж 34.

Качеством крыла называют число, показывающее во сколько раз подъемная сила больше лобового сопротивления.

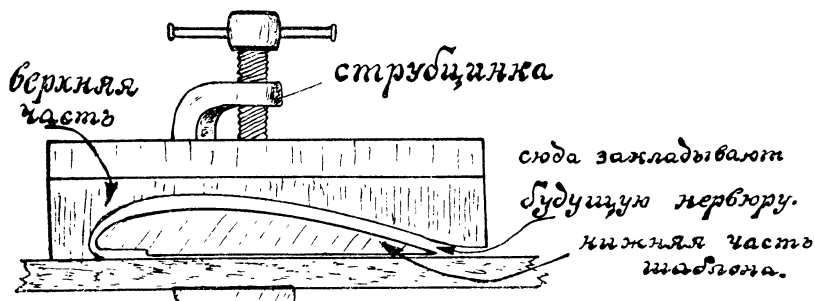
Например, в специальной лаборатории (так называемой аэродинамической) измерили на модели крыла путем опыта, что подъемная сила равна 100 граммам, а лобовое сопротивление равно 10 граммам. Значит, качество крыла равно  $100:10 = 10$ .

Наихудшее по качеству крыло — плоское. Вогнутое крыло уже значительно лучше.

Для планеров тяжелых лучше брать толстые дужки, для планеров же легких лучше брать тонкие дужки. Самый выгиб нервюр лучше всего делать следующим образом.

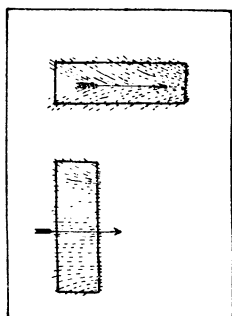
Сперва тонко нарезанные деревянные пластинки, толщиной в один мм. и шириной от 2 до 3 мм. распаривают и затем сушат на шаблоне (черт. № 35). Шаблон должен

быть такой формы, какую вы хотите придать нервюре. Самые крылья выгоднее строить длинными и узкими. В самом деле, если крыло у нас будет двигаться вперед узкой сто-



Чертеж 35.

роной, то, как видно на чер. № 36, воздух как бы выскальзывает из-под поверхности и расступается при продвижении пластинки вперед. Если же мы будем двигать пластинку вперед широкой стороной, то, при движении воздуха к узким концам пластинки, воздух не успеет достаточно быстро уйти из-под крыла и будет оказывать сопротивление движению крыла. Что касается формы крыла в плане, то их очень много. На чертеже № 36-а показано несколько очертаний крыльев.



Чертеж 36.

Концы крыльев в том случае, когда они не прямоугольные, а имеют плавное очертание, лучше всего выполнять из алюминиевой проволоочки или какого-либо гнущегося дерева: тростника, камыша, бамбука и т. д.

Оклеивать крылья можно легкой бумагой (папиросной) или же, если модель большая и тяжелая, то лучше папиросную заменить пергаментной бумагой.

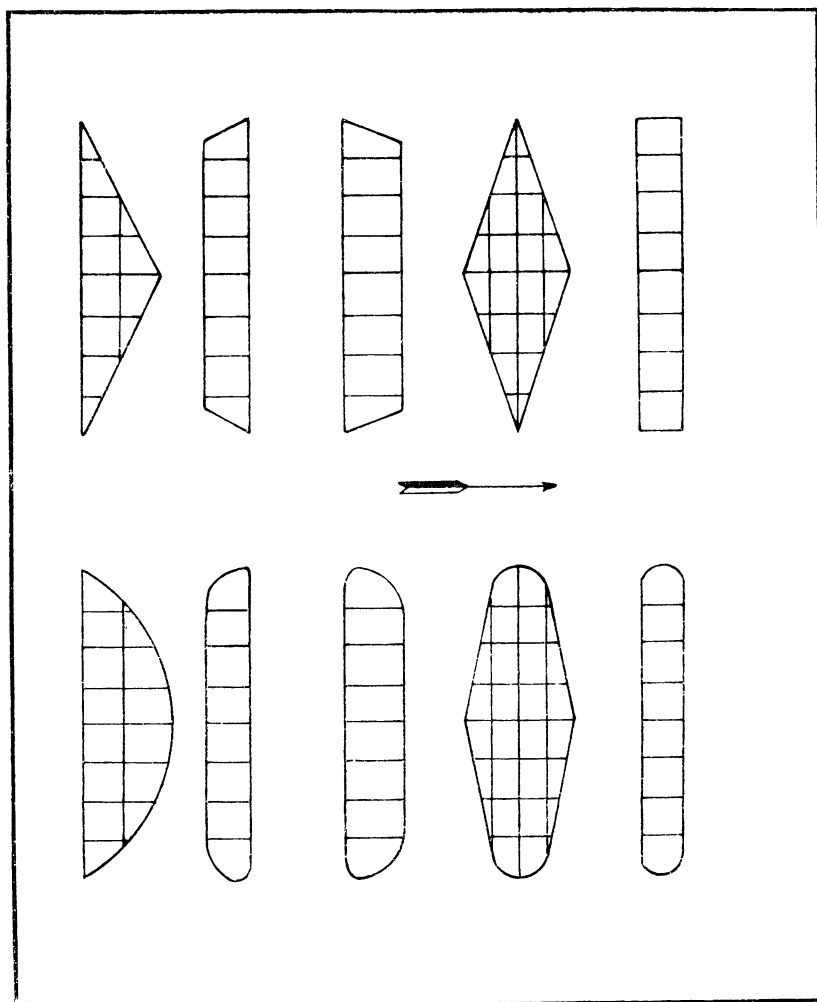
Стабилизатор и руль направлений устранивают таким же образом, т. е. делают легкую деревянную рамку и оклеивают ее бумагой.

Для примера опишем постройку какого-либо планера проще.



Рассмотрим приготовление его частей каждой в отдельности (черт. № 37).

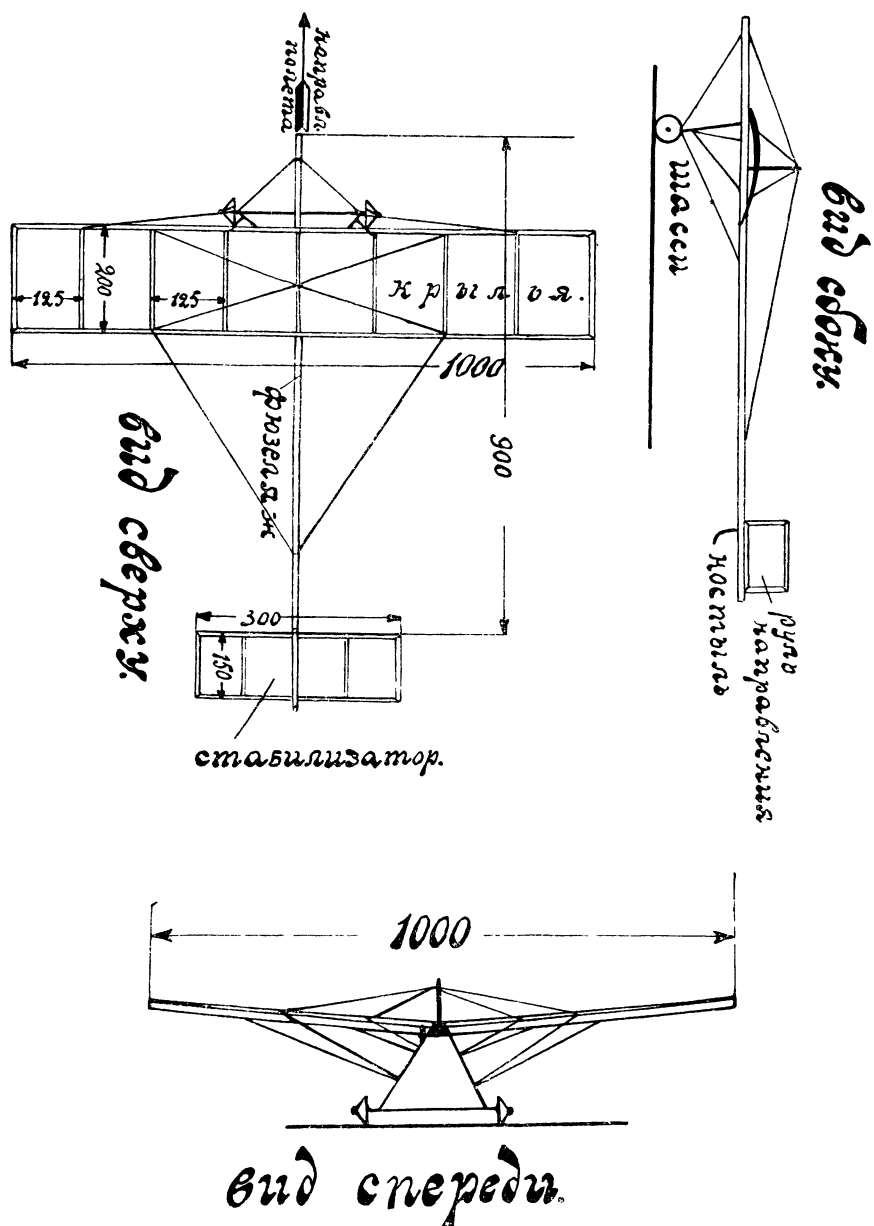
**Фюзеляж.** Для приготовления фюзеляжа берут палочку круглого, или, лучше, четырехугольного сечения размером



Чертеж 36-а.

4 × 5 мм. и длиною, примерно, 900 мм. Дерево нужно взять сухое, чтобы оно было полегче, без сучков и прямослойное.

Фюзеляж надо сделать гладким, почистивши его шкуркой.



Чертеж 37.

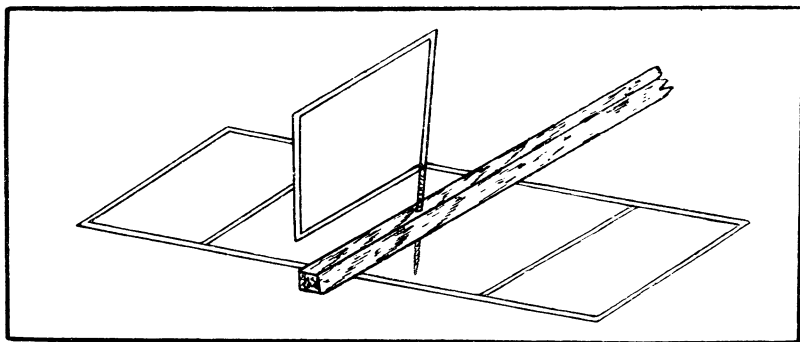
**Крылья.** Берем две планочки, сечением  $3 \times 2$  мм. и длиной 1000 мм.

Это будут у нас лонжероны. Нервюры изготовим так: заготовим планочки сечением  $2 \times 1$  мм., длиной 200 мм. и изогнем их так, чтобы прогиб в 5 мм. пришелся в передней трети нервюры, как указано на чертеже № 38. Для этого их нужно слегка распарить и изогнуть над огнем. Тогда у них форма останется неизменной.



Чертеж 38.

Нервюры на равном расстоянии друг от друга размещаются по лонжерону и прикрепляются к нему клеем и нитками. Когда каркас крыла просохнет и склеится, то его обтягивают бумагой, при чем нужно наблюдать, чтобы бумага легла без морщин.



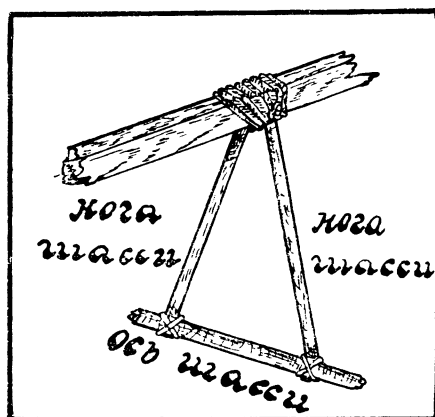
Чертеж 39.

**Стабилизатор.** Нужно изготовить рамку размером  $300 \times 150$  мм. из палочек сечением  $2 \times 3$  мм. и еще положить две перекладины-нервюры сечением в  $2 \times 1$  мм. Все эти части скрепляются друг с другом клеем и нитками. Затем оклеивают стабилизатор бумагой.

**Руль направлений.** Делается рама, указанная на чертеже № 39, при чем одна палочка делается потолще, как указано на чертеже, и подлиннее. Конец этой палочки заостряется. Этим заостренным концом руль вставляется в отверстие в фюзеляже.

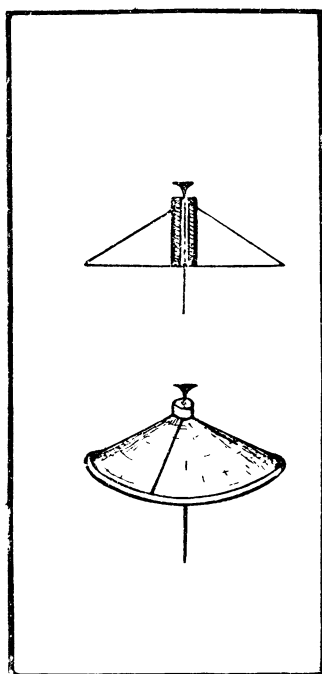
Нужно сделать так, чтобы руль можно было закрепить на любом угле поворота.

**Шасси.** (Черт. № 40). Для приготовления шасси берут три круглые палочки диаметром 3 мм. Две из них длиной по 150 мм. и одну—170 мм. Затем связывают их так, как указано на чертеже и обмазывают клеем, места соединения.



Чертеж 40.

**Колеса.** (Черт. № 41). Колесо проще всего и лучше всего сделать так: вырежем два круга из плотной бумаги (напр., из карточной, или из почтовой открытки) диаметром 40 мм. В центре каждого круга сделаем дырку диаметром 3 мм. Затем два круга прорежем по радиусу до середины и, свернув их в конус, склеим.



Чертеж 41.

Ступица колеса изготавливается из бумаги (например, из мундштучной бумаги от папиросы). Нужно скатать бумажную трубочку и склеить ее, чтобы она не раскрутилась.

Затем собирают колесо так, что одна сторона колеса будет выпуклой, а другая—плоской.

Благодаря трубочке-ступице, колесо будет правильно вращаться и не будет „ковылять“.

Эти колеса получаются, обычно, очень прочными.

Общий вес модели—примерно, 45—50 грамм.

**Сборка.** Разобьем сборку модели на операции.

1 операция. Прикрепляем стабилизатор двумя гвоздиками ( $1/2$ ", полдюйма).

2 операция. Вставляем руль направлений.

3       "       Отыскиваем центр тяжести, для чего ставим модель балансировать на пальце, и закрепляем крылья так, чтобы центр тяжести пришелся в передней трети крыла.

4 операция. Вставляем палочку - кабанчик в фюзеляж, примерно, на середине ширины крыла.

5 операция. Расчаливаем нитками модель так, чтобы всюду по крылу получился один и тот же угол атаки.

**Испытание.** Когда модель готова, то приступают к первым пробным полетам.

С небольшой высоты, — метр — не больше, бросают модель с легким толчком вперед.

Если модель правильно собрана, то она плавно сядет. Но может этого и не получиться.

Пусть модель резко взмыла кверху и упала на хвост. Это значит, что подъемная сила крыла приложена далеко впереди центра тяжести. А мы знаем, что центр давления крыла зависит от угла атаки крыла. Значит, если мы изменим угол атаки, или передвинем крыло назад, то можем исправить свою ошибку.

Может случиться так, что центр давления окажется за центром тяжести планера, и тогда модель клюнет носом.

Когда несовпадение центра тяжести с центром давления будет небольшое, то модель может выправиться благодаря стабилизатору.

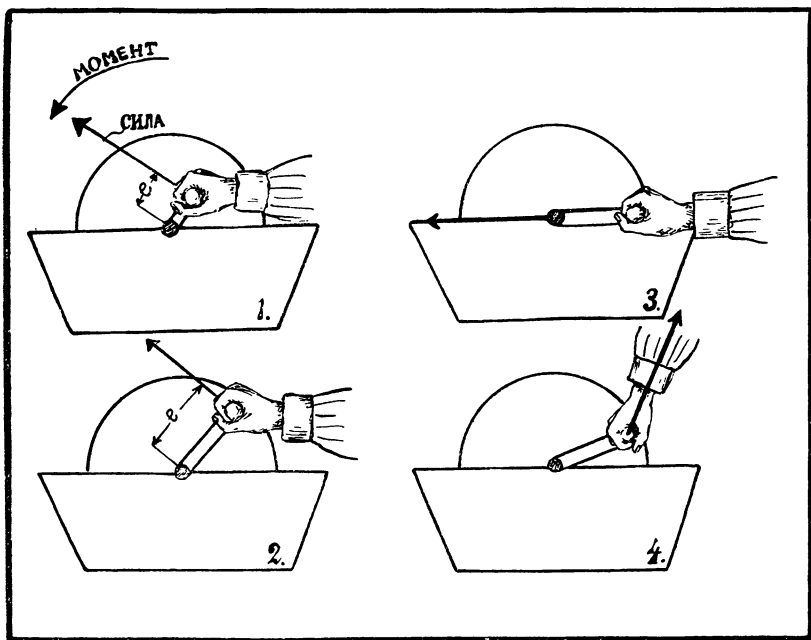
В самом деле, посмотрим что тут происходит. Предварительно нам нужно еще познакомиться с так называемыми моментами.

Пусть человек вертит рукой точильный камень (черт. № 42). Если рукоятка больше, то тот же человек скажет, что работать легче. Если рукоятка меньше, то он скажет, что вертеть труднее.

Значит, точило будет тем сильнее точить, чем сильнее человек и чем больше плечо рукоятки „е“.

Значит, когда у нас что-либо вертится, то причина вращения находится в том, что имеется сила и некоторое плечо, на которое эта сила действует. Действительно, в том

случае, когда рукоятка и сила встанут в одну линию (положение 3), то мы не получим движения, и для того, чтобы вызвать вращение, нам нужно и усилие руки направить по другому направлению (положение 4). На чертеже и указано, что если сила с плечом пересекаются, то камень повернется.



Чертеж 42.

Ученые люди говорят, что камень повернулся под влиянием вращающего момента против часовой стрелки.

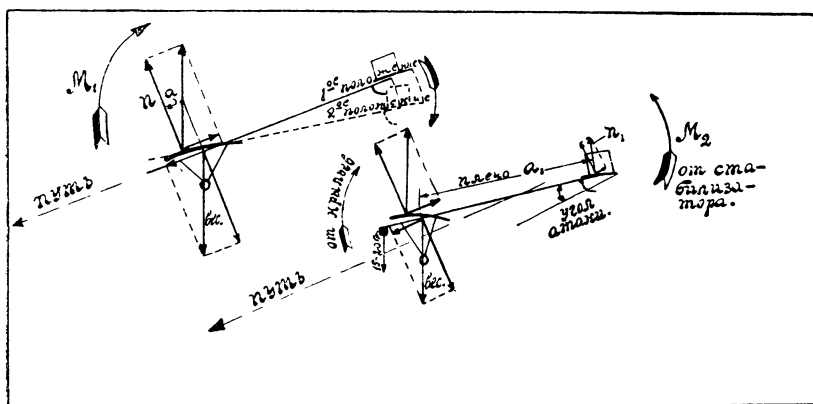
Момент меряют произведением силы на плечо. Пусть у нас человек давит с силой 10 килограмм, а плечо равно в первом случае 0,2 м. или 20 сантиметрам; тогда момент равен  $10 \times 0,2 = 2$  килограммометрам, или 200 килограммо-сантиметрам, или сокращенно—200 кгр.-см., или 2 кгр.-м.

Вернемся к нашему планеру.

Под влиянием силы „п“ и плеча „а“ он получит вращение около центра тяжести по направлению стрелки первого момента „М<sub>1</sub>“. Пусть он повернулся на некоторый угол (черт. № 43). Но в то же время планер продолжает лететь,

т. е. двигаться вперед. Иными словами, планер будет так двигаться, что стабилизатор его будет иметь небольшой угол атаки и у стабилизатора появится своя подъемная сила, которая и заставит планер выровняться.

Момент стабилизатора состоит из произведения большого плеча „ $a_1$ “ на малую силу „ $\pi_1$ “.



Чертеж 43.

Когда эти два момента сравняются, то планер уравнивается и полетит устойчиво.

Иногда для того, чтобы центр тяжести пришелся в своем месте, нужно бывает прибавить на нос добавочный груз — 15—20 грамм.

Иной раз заставляют летать планеры хвостом вперед. Тогда получим так называемый тип „утки“.

В таком случае следует, обычно, центр тяжести помещать ближе к крылу между стабилизатором и крылом.

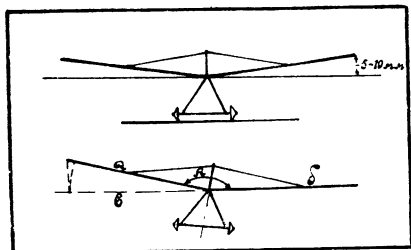
Теперь нам осталось рассмотреть поперечную устойчивость.

Нам нужно добиться такого полета, чтобы планер в полете сам выравнивался в случае, если его какая-либо причина (порыв ветра) положит, как говорят, на крыло.

Разрешить эту задачу нужно вот как: нужно, чтобы появилась восстанавливающая сила, как только планер наклонится.

Давайте поднимем концы на 5—10 мм. против середины. Тогда, в случае колебаний планера вокруг продольной оси (около фюзеляжа), мы заметим следующее: крыло

„б“ наклонилось вниз и опирается на воздух всей своей площадью, а крыло „а“, поднявшись кверху, будет работать как бы уменьшенной площадью (черт. № 44). Поэтому у нас получится, что подъемная сила, которая, как мы помним,



Чертеж 44.

зависит от величины площади, на крыле „б“ будет больше, чем на крыле „а“. Когда у планера такое расположение крыльев, тогда говорят, что у планера есть поперечное „ве“ (от латинской буквы V), которое, будучи сильно раскрыто, похоже на наши крылья спереди.



## **IV. Самолеты.**

Общее понятие о модели самолетов; назначение ее частей.

---

### **Летающие модели самолетов.**

Самолет отличается от планера тем, что держится в воздухе за счет скорости, которую сам получает, благодаря работе мотора. Если бы мы сумели на модель планера поставить мотор и винт, чтобы модель могла двигаться в воздухе самостоятельно, а не за счет потери высоты, как это происходит с планером, то мы получили бы модель самолета.

Итак, модель самолета имеет следующие главные части (детали)—см. чертеж № 45:

1. **Фюзеляж.** К нему крепится мотор с винтом, шасси, крылья, оперение и костыль.

2. **Мотор и винт.**

3. **Крылья.**

4. **Шасси и костыль.**

5. **Хвостовое оперение.**

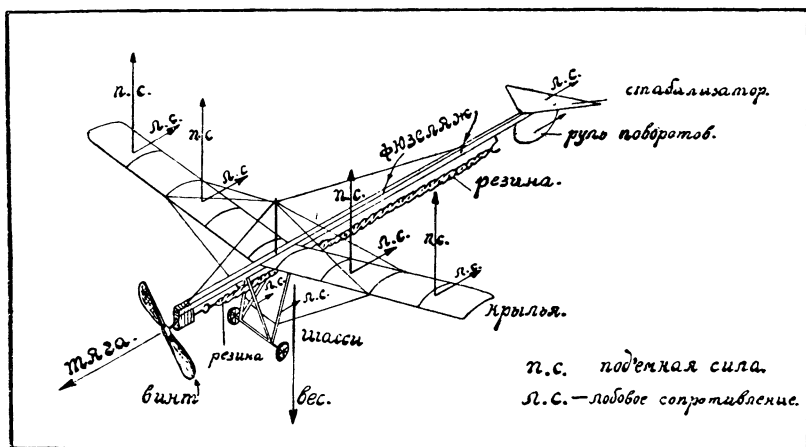
Сперва рассмотрим эти части с точки зрения их необходимости, и рассмотрим также все силы, под влиянием которых модель летает, а затем уже посмотрим, как устроены эти части и некоторые модели самолетов.

Взглянем на чертеж № 45, представляющий упрощенный чертеж (схему) модели самолета.

Как видно из чертежа, к фюзеляжу крепятся крылья, стабилизатор, руль направлений, шасси, мотор (резина) и винт (пропеллер).

В самом простейшем случае фюзеляж модели—это деревянная палочка или алюминиевая трубочка.

Крылья имеют назначение поддерживать всю машину в воздухе за счет разрежения над крылом и давления под крылом. При движении самолета крылья обычно ставятся под небольшим углом атаки.



Чертеж 45.

Мотор имеет назначение вращать винт, а винт должен тянуть модель за собой.

Стабилизатор имеет то же назначение, что и у планера, т. е. не давать модели кувыркаться под влиянием момента крыла, тяги винта и момента лобового сопротивления.

Шасси и костыль необходимы для взлета и посадки.

### 1. Моторы для моделей самолетов.

Конструкция остовов моделей — фюзеляжей. Типы консолей. Уменьшение трения. Приготовление резины. Способы увеличения продолжительности работы мотора. Устройство мотора, действующего сжатым воздухом.

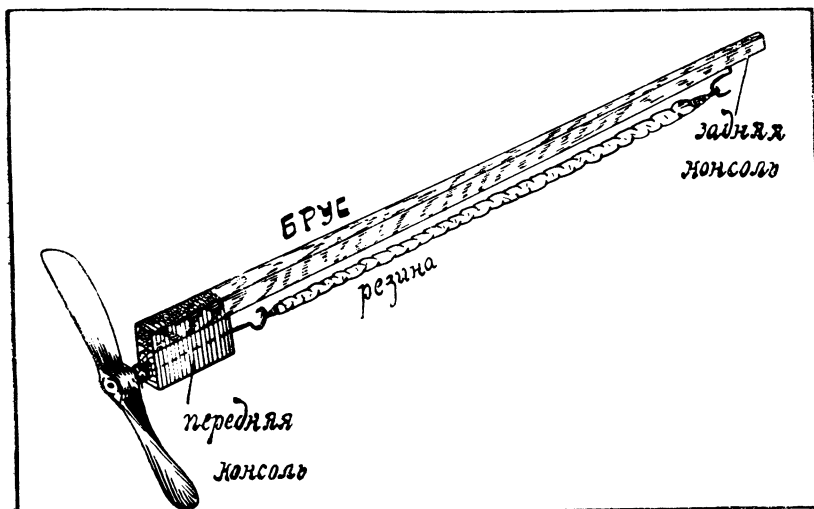
**Резиновый мотор.**—Резиновый мотор состоит из следующих основных частей. (Черт. № 46).

1. Основной брус.
2. Консоль.
3. Крючек неподвижный.
4. Крючек-ось.
5. Приспособление для уменьшения трения.
6. Пучек резины.

Работает мотор следующим образом.

Закручиваем резину в сторону, обратную той, в которую у нас должен вращаться винт в полете.

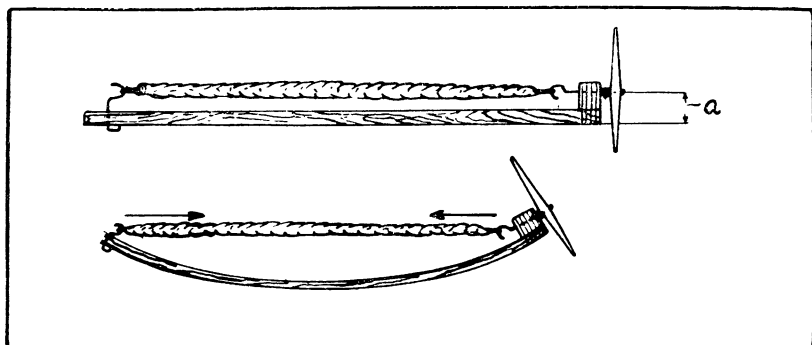
При закручивании сперва побежит по резине один ряд узлов, затем второй и, наконец, третий, а в случае особо хорошо растягивающейся резины, можно получить и четвертый ряд узлов.



Чертеж 46.

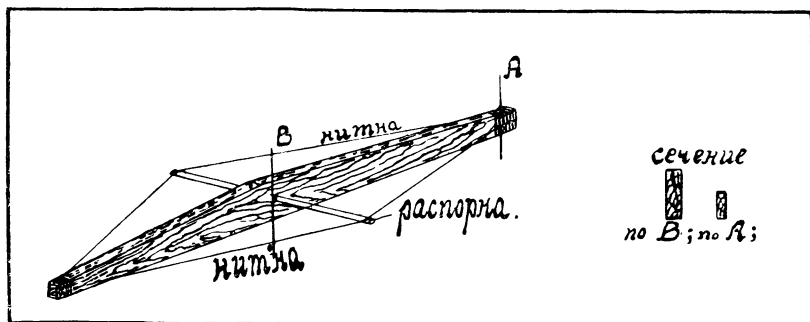
При этом мы заметим следующее: основной брус изогнется на подобие лука и кроме того еще будет скручиваться (черт. № 47). Это заставляет брать не очень сильные пучки резины. В самом деле, резина, растягиваясь, старается сблизить концы бруса и в то же время резина стремится раскрутиться и перекручивает основной брус. Итак, брус (он же, по большей части, и фюзеляж модели) работает на изгиб и на скручивание; следовательно, нам нужно сделать брус легким и в то же время достаточно прочным и жестким. Чем больше размер „а“, т. е. расстояние от оси крючка до середины бруса, тем сильнее изгибается брус и тем меньше он этому сопротивляется. Поэтому выгодно уменьшать это расстояние, как только можно и доводить его до предела, т. е. так близко располагать

резину к самому брусу, чтобы резина могла свободно раскручиваться и только не зацепляла бы за брус, так как если резина будет задевать за брус, то она легко может пострадать и отдельные нитки ее совсем оборвутся.



Чертеж 47.

Брус делается, обычно, из дерева (сосна, тополь, береза; черт. № 48); можно его сделать также из бумажной трубки (черт. № 49); хорошо делать из свернутого в несколько слоев и проклеенного пергамента, или же, что дорого, и у нас в СССР пока затруднительно—из алюминиевой трубочки.



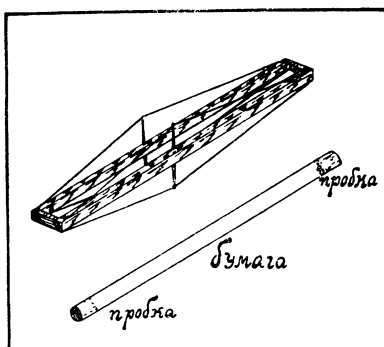
Чертеж 48.

Выгода от трубчатого бруса главным образом та, что такая форма позволяет пропустить резину внутри трубочки, чем уменьшается лобовое сопротивление модели в полете а сама трубка будет резиной только сжиматься, но не изгибаться, и, наконец, сопротивление скручиванию такой трубки весьма велико. Таким образом, трубчатый фюзеляж лучше обыкновенного деревянного.

Самый брус, в том случае, если он делается из дерева, бывает различных конструкций.

Можно усилить брус распоркой и растяжками из ниток или тонкой цветочной проволоки, что позволит значительно уменьшить его вес, не потеряв жесткости. Для этой же цели фюзеляж немного утолщается по середине и утоньшается к концам. Если брусочек сделан одного сечения по всей его длине, то устраивают похожую на крест (крестообразную) распорку, при чем в вертикальной распорке нужно сделать отверстие для пропуска резины. Черт. № 50.

Такие растяжечные фюзеляжи имеют один весьма существенный недостаток: у них велико лобовое сопротивление.



Чертеж 49.

Иногда вместо одного бруса делают фюзеляж из нескольких брусев меньшего сечения (черт. № 49), чтобы избавиться от изгиба и оставить одно сжатие, или делают фюзеляж треугольного сечения.



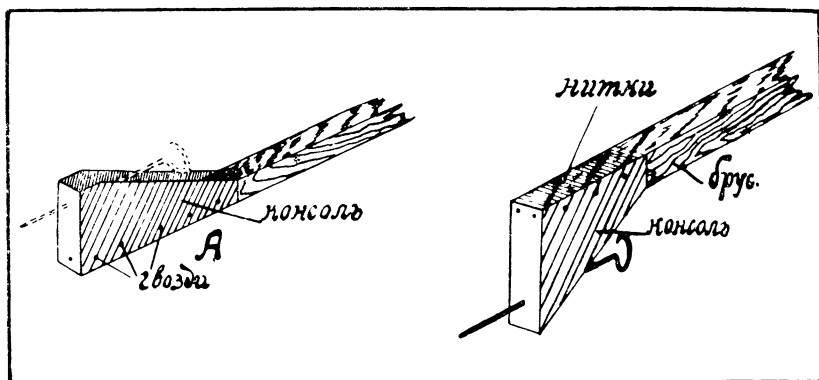
Чертеж 50.

**Консоль.** Она делается либо деревянной, либо металлической. Назначение консоли—служить подшипником для вала пропеллера (подвижной крючек) и выдерживать натяжение резины.

Вращение пропеллера должно происходить по возможности в одной плоскости (иначе пропеллер будет описывать концами восьмерку), для этого лучше делать подшипник длинным, чтобы он смог хорошо направлять вращение. Обратимся к чертежу № 51.

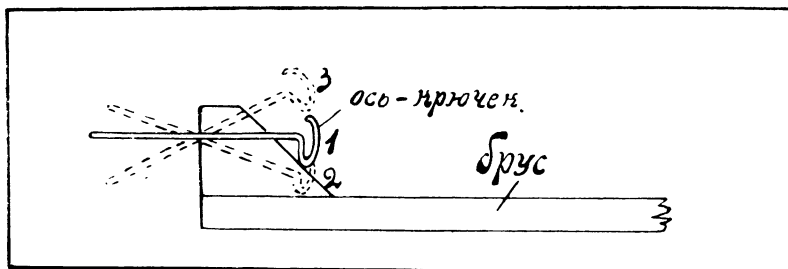
Пусть у нас имеется консоль, показанная на чертеже. Тогда в разрезе мы получим следующее (черт. № 52): ось-крючек может принимать различные положения во время

вращения, т. к. ее ничто не ограничивает. В случае, если резина начнет немного болтаться во время работы, что бывает при длинных (около одного метра) пучках, то пропеллер тоже будет бить и мы не получим хорошей тяги.



Чертеж 51.

Совсем другое будет, если сделать консоль с длинным подшипником (черт. № 53). Тогда длина подшипника не даст оси-крючку так болтаться, как в первом случае, и враще-



Чертеж 52.

ние пропеллера будет более ровным. Этому условию хорошо удовлетворяют конструкции В, Д и Г (черт. №№ 53, 54, 55). Для уменьшения трения, весьма сильно тормозящего вращение пропеллера, между втулкой винта и консолью помещают бусины и шайбочки. Бусина представляет собой гладкий стеклянный или костяной шарик со сквозной дырочкой по диаметру, а шайбочка—небольшой металлический кружочек (черт. № 56). Перед полетом очень полезно смазывать маслом как подшипник, так и бусины с шайбами.

Самые крючки, как подвижной, так и неподвижный, следует делать из стальной проволоки 3—1 мм. диаметром. В раскаленном до красна состоянии эта проволока прекрасно гнется и дает очень легкие и жесткие части.

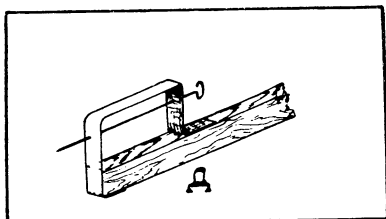
**Резина.** Берется, обычно, квадратная в 1—2 мм.<sup>2</sup> площади поперечного сечения; резина большего сечения употребляется, сравнительно, редко. Американцы говорят, что выгоднее употреблять резину не квадратного, а прямоугольного сечения. Такая резина изготавливается по заказу Авиахимснаба специально для целей моделестроения.

Примерная зависимость между диаметром винта и количеством резины представлена в нижеследующей таблице.

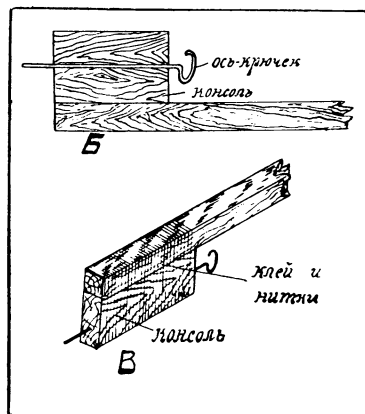
Т а б л и ц а № 1.

Диаметр пропеллера в мм.	120	140	150	160	180	200	220	250	300	350
Сечение нитей в мм. <sup>2</sup> . .	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Длина нитей в м. . . . .	2	3	4	5	7,5	9	5	10	12	14

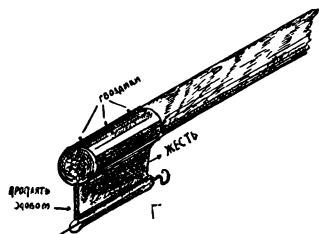
При употреблении этой таблицы лучше считать шаг равным диаметру винта.



Чертеж 54.



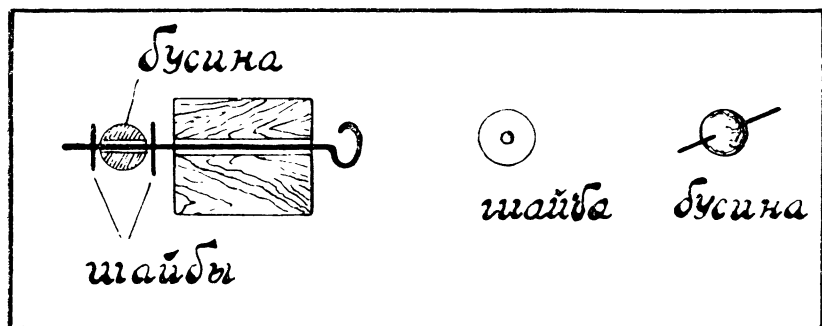
Чертеж 53.



Чертеж 55.

В нерастянутом виде резину следует брать на  $\frac{1}{10}$  короче расстояния между крючками. Так например, если

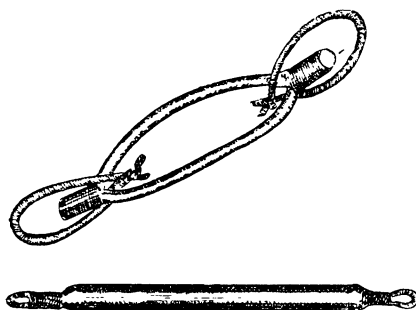
между крючками расстояние равно 500 мм., то  $\frac{1}{10} = 50$  мм. и длина нерастянутой резины равна 450 мм. Очень строго придерживаться приведенной таблицы не следует — при испытании придется или увеличить, или убавить число нитей.



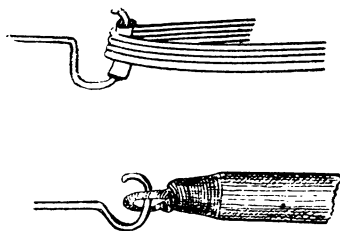
Чертеж 56.

Приготовление пучка резины заключается в следующем.

1. Нарезают нити резины на нужную длину.
2. Связывают бичевой (суровой ниткой) концы.
3. Продевают в концы толстую крепкую бичевку и связывают ее петлей (см. черт. № 57).



Чертеж 57.



Чертеж 58.

4. Узлы заправляют внутрь пучка.
5. Окончательно завязывают снаружи еще раз суровой ниткой поплотнее.

Цель такого способа заключается в том, чтобы в случае обрыва одной нитки, остальные продолжали бы свою работу; кроме того, наматывание резины прямо на крючек

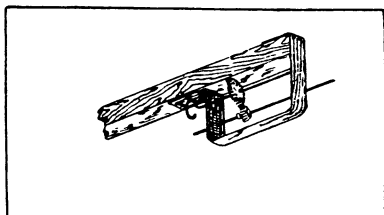


вызывает необходимость обмотки крючка чем-либо мягким (черт. № 58), чтобы резину не перерезало натяжением; в случае же заправленных концов по нашему способу, худшее, что может быть, это обрыв веревки-петли.

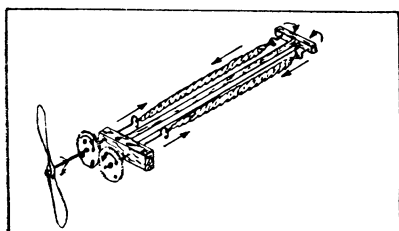
Способы увеличить продолжительность работы резинового мотора. Самый простой и самый надежный способ—это увеличить длину нитей. Но это вызывает сильное увеличение длины фюзеляжа, а значит и веса, что не всегда возможно.

Другой способ заключается в том, что заставляют резину работать не прямо на винт, а через систему шестерен.

Самый невыгодный при этом случае способ передачи указан на чертеже № 59.



Чертеж 59.



Чертеж 60.

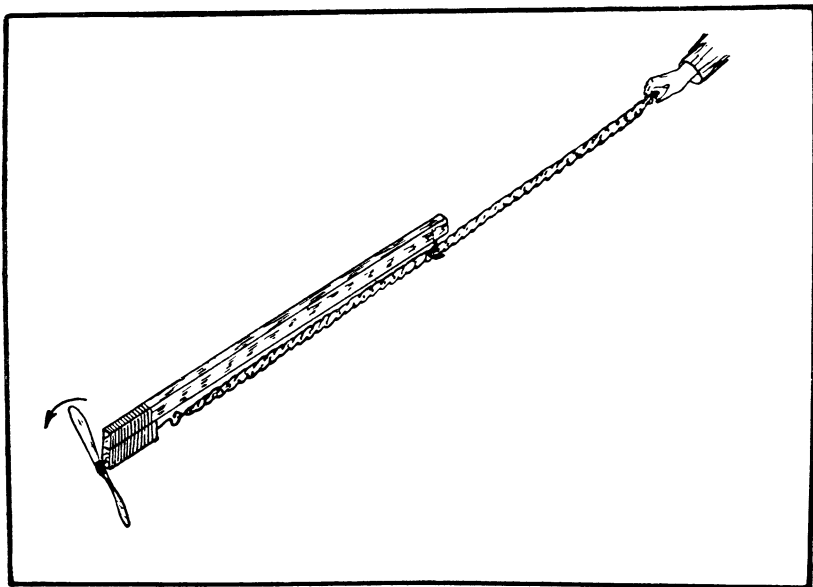
Как видно из чертежа, резина действует на крючок, на котором сидит большая шестерня; она сцеплена с малой, сидящей на валу пропеллера. Таким образом, сильно увеличивается время работы мотора и число оборотов пропеллера.

Но зато во сколько раз мы увеличили число оборотов, во столько же мы уменьшим и силу, вращающую винт. С другой стороны, мы заставляем брусок работать также на изгиб и на кручение, как и без шестеренок.

Другое дело будет, если мы сделаем так, как показано на чертеже № 60.

Возьмем не один пучек резины, а два—каждый немного больше половины целого пучка прошлого случая. Так как пучки тоньше, то они допустят закручивание на большее количество оборотов. Таким образом мы повышаем продолжительность работы. Так как вращение обоих пучков направлено навстречу друг другу, то оба пучка резины, действуя на основной брус, не могут его скрутить: насколько правый резиновый пучек стремится скрутить брус по часовой стрелке, настолько же левый скручивает брус против

часовой стрелки и оба скручивания (скручивающих момента) уничтожают друг друга. С другой стороны, резина сжимает основной брус, но не изгибает его, т. к. оба резиновых пучка натянуты с двух сторон. Таким образом, этот способ улучшает самый мотор, так как, повышая число оборотов мотора, мы избавляемся от изгиба и перекручивания основного бруса.



Чертеж 61.

И, наконец, последний способ увеличения времени работы мотора заключается в том, что прежде чем надевать резину на крючек, ее вытягивают на двойную длину и в таком состоянии закручивают, постепенно сближая концы. Таким способом можно увеличить время работы мотора в полтора—два раза (черт. № 61).

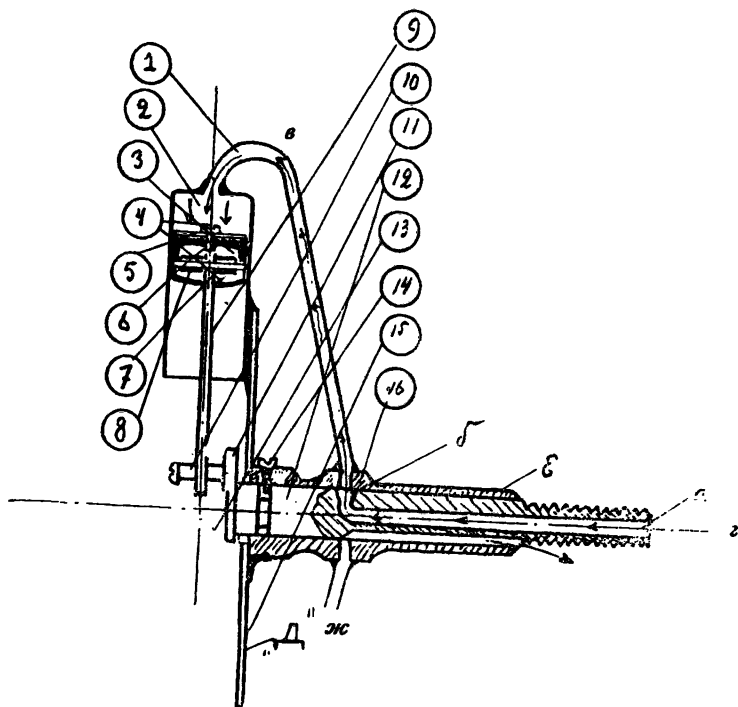
Мотор, действующий сжатым воздухом.

Недостатки резиновых моторов. Самым простым, самым мощным и надежным двигателем для моделей самолетов, конечно, является резиновый мотор.

Но несмотря на его достоинства и дешевизну, такой мотор все-таки имеет и весьма много недостатков.

1. Сравнительно небольшая продолжительность работы на весь полет модели. Непосредственно с резины можно взять не более 200 оборотов.

2. Приспособление из шестерен хотя и позволяет увеличить число оборотов, но тогда нужно усиливать и резину, а это все вместе увеличит вес.



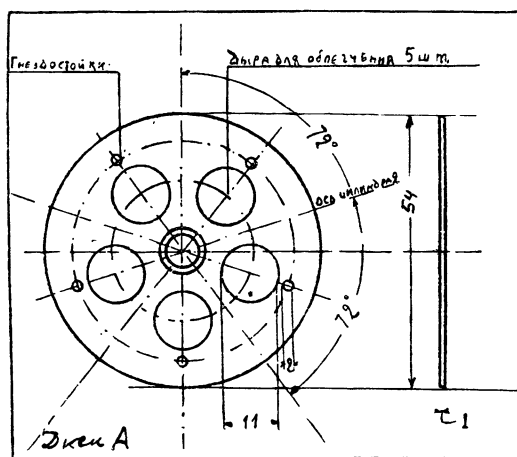
Черт. 62. Разрез двигателя: 1 — трубочка, подводящая сжатый воздух к цилиндру; 2 — цилиндр; 3 — поршень; 4 — винт, удерживающий шайбу; 5 — шайба; 6 — донце поршня; 7 — палец поршневой; 8 — вкладыш; 9 — шатун; 10 — палец кривошипа; 11 — тело кривошипа; 12 — вал; 13 — винт стопорный кривошипа; 14 — винт стопорный вала; 15 — диск с цилиндрами; 16 — втулка распределителя.

3. Самый главный недостаток моторов с резиной—это то, что закрученная резина неминуемо скручивает и самый остов модели—фюзеляж, или как его еще называют, хребет.

Таким образом, когда мотор полностью заведен, то почти всегда плоскость стабилизатора поворачивается в сторону вращения пропеллера. От этого скручивания основного бруса происходит перекашивание крыльев и, в конце-концов, полет модели по прямой требует весьма больших усилий со стороны конструктора модели.

Поэтому проще всего отказаться от резинового мотора и построить мотор, который бы не изменял так сильно регулировку модели. Таким мотором и будет мотор, действующий сжатым воздухом.

Работает мотор следующим образом.



Чертеж 63. Диск медный, к которому припаяны цилиндры и втулка распределителя.

Имеется баллон, снабженный вентилем-клапаном, впускающим в баллон воздух, но не дающим ему возможности выходить из баллона. Нагнетается туда воздух в зависимости от того давления, на которое строится двигатель, или велосипедным насосом, или же из бомбы со сжатым воздухом, если давление в баллоне должно превосходить 4—5 атмосфер. Можно заставить такой мотор работать не только сжатым воздухом, но также и сжатой углекислотой и вообще каким-либо негорючим газом.

С другого конца баллона имеется кран, открывая который можно сжатый воздух подвести по трубочке к мотору.

Самый мотор работает следующим образом (см. чер. 62).

Сжатый воздух через канал „а“ попадает по полуму неподвижному коленчатому валу „г“ к отверстию вала. Медный диск „Д“, к которому по радиусам припаяны цилиндры, снабжен медной, притертой к валу, муфтой-втулкой „Е“; на утолщении муфты просверлены дыры по числу цилиндров. Когда одна из таких дыр совпадает с отверстием в коленчатом вале, то сжатый воздух идет по трубке „в“ в соответствующий цилиндр.

Попадая в цилиндр, воздух начнет давить на поршень и двигатель повернется на полоборота. Для того, чтобы заставить двигаться мотор, нужно соединить, как обычно и делается в поршневых двигателях, поршень шатуном с кривошипом „10“ коленчатого вала.

Через полоборота дырочка „в“ муфты подойдет к выпускной бороздке на окружности вала „ж“. Воздух выйдет из цилиндра наружу и поршень за следующие полоборота уйдет в цилиндр и опять повторится все снова: воздух войдет в цилиндр, толкнет поршень, двигатель повернется и выпустит воздух из цилиндра, а за время второго полоборота придет в первоначальное положение.

Такой двигатель, выполненный в кружке моделистов при заводе „Метрон“ треста точной механики, испытанный при давлении в 2,1 атмосферы, дал, с винтом в 300 мм. диаметром и шагом в 250 мм., 840 оборотов. Это следует признать удачным. К сожалению, по независящим обстоятельствам дальнейшие испытания приостановились, и сказать что-либо положительное о таком моторе трудно.

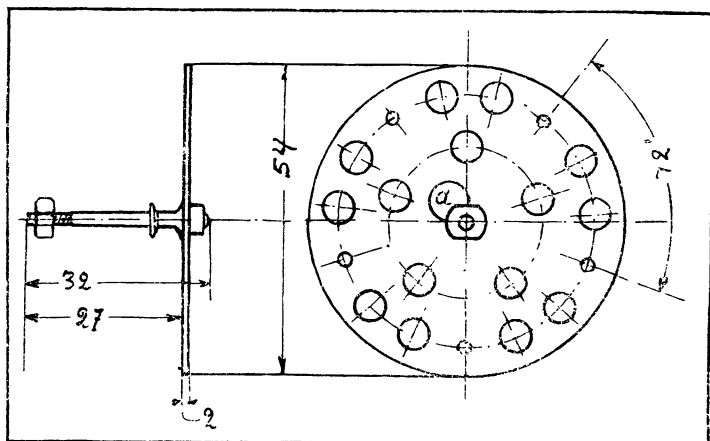
Мы приводим описание этого мотора не для того, чтобы где-либо его воспроизвели с удачей наверняка, но лишь, как интересное достижение наших моделистов, а также и для того, чтобы вызвать попытки применить такие моторы и в других кружках простейшего авиаспорта.

Теперь перейдем к описанию отдельных деталей.

**Цилиндр.** (Черт. № 62). Цилиндр вытачивается из целого куска круглой меди или же, если есть под руками тонкостенная трубка, то можно воспользоваться такой трубкой, но нужно помнить, что в трубку необходимо впаивать дно цилиндра, а в цилиндре, выточенном целиком из куска,

дно цилиндра делается само собой и потому может быть сделано достаточно тонким и прочным. Такой цилиндр всегда получится легче, чем со впаянным дном. Размеры цилиндра хорошо видны на чертеже.

**Картер мотора.** (Черт. 63 и 64). Материалом для картера служит медь и алюминий. Картер состоит из медного диска „А“, к которому припаивается втулка „Б“ с дырами для распределения впуска по цилиндрам. Медный диск „А“ можно значительно облегчить, сделав в нем вырезы. По окружности диска сделано 5 гнезд для распорок картера. Эти распорки просто расклепываются по вставлении в гнезда. (См. чертеж).



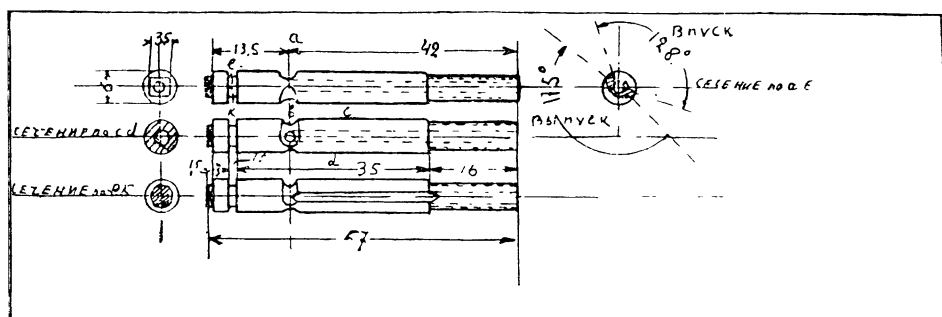
Черт. 64. Отъемный диск из алюминия (ложный нос) для укрепления пропеллера.

Распорки представляют из себя небольшие цилиндрики из меди, с одного конца заточенные по диаметру дыры и с другого конца засверленные на глубину 5 мм. и нарезанные.

Полезно наметить на медном диске положение цилиндров. К этому медному диску припаиваются цилиндры. Другой частью картера является такого же диаметра алюминиевый диск. Этот диск имеет ряд дыр для облегчения и одну дыру „а“ для контроля за винтом кривошипа, на который надеваются шатуны. В центре этого диска укреп-

пляется на резьбе с контргайкой носок для надевания пропеллера. Нечего и говорить, что операция разметки и укрепления носка для пропеллера должна происходить обязательно на токарном станке. Устройство втулки распределителя видно на черт. 67.

Вал. Материалом для вала служит сталь. Вал, как видно из чертежа 65, полый. Просверлен сверлом в 4 мм. диаметра не насквозь, а лишь на глубину 42 мм. Затем, сбоку просверлено отверстие для сообщения с трубками.

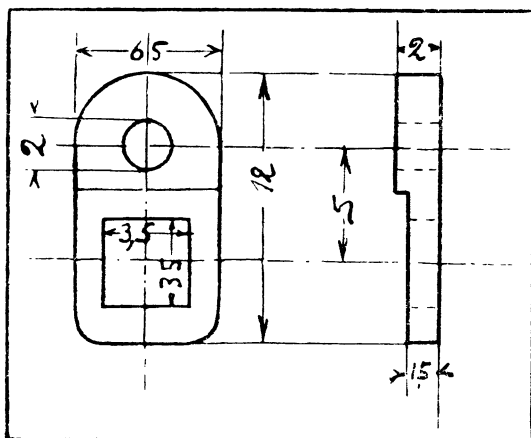


Чертеж 65. Вал (материал—сталь).

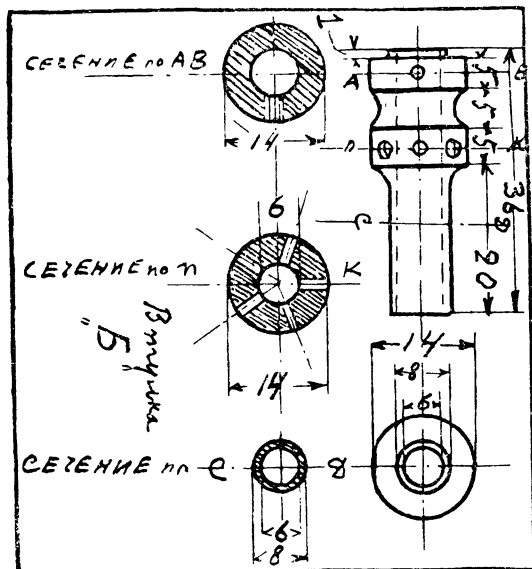
Это отверстие следует немного развалить, но не в обе стороны одинаково, а лишь в ту сторону, куда будет вращаться двигатель. Нужно это сделать для того, чтобы пуск сжатого воздуха из вала в трубочки цилиндров происходил не мгновенно, когда совпадают дыры на валу и в муфте, а значительно дольше, пока односторонняя воронка в валу не отойдет от дыры в муфте. Диаметрально противоположно впускному отверстию вала на нем устраивается бороздка глубиной 2 мм. до конца вала. Начало бороздки находится против дыры впуска на валу. Это отверстие так же, как и впускное, развалено с целью открыть впуск немного ранее и закончить его по возможности позднее. Таким образом, впуск произойдет в продолжение поворота в  $128^\circ$ .

На одном конце вала сделана нарезка для укрепления мотора на модели двумя гайками из меди. На другом конце вал зашпиль на квадрат, на который надевается кривошип, прижатый к валу винтом (см. черт. 66).

Ближе к кривошипу вала сделана на валу кольцевая заточка для уничтожения помощью стопорного винта продольного перемещения втулки по валу.



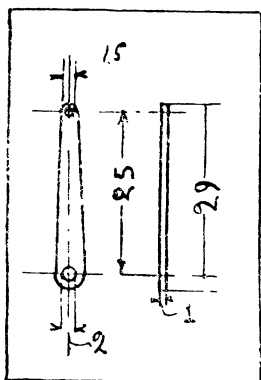
Чертеж 66. Кривошип. Отверстие в 2 мм. нарезать.



Чертеж 67. Втулка распределителя. (Материал—медь желтая).



**Шатун.** (Черт. № 68). Шатун представляет из себя полосу стали с двумя отверстиями на концах. Одним отверстием он соединяется с поршневым пальцем, а другим— большего диаметра, надевается на конец кривошипа.



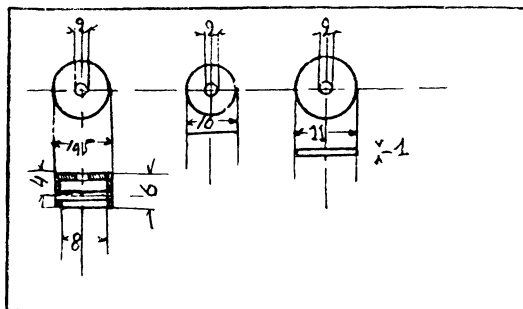
Чертеж 68. Шатуны. (Материал—листовая сталь).

**Поршень.** (Черт. № 69). Вытачивается целиком из куска меди; в центре его делается отверстие с резьбой. На дно поршня кладется прокладка из кожи и прижимается жестяной шайбой помощью винта к дну поршня. В боковых стенках поршня укрепляется палец для соединения поршня с шатуном. На палец по обе стороны шатуна обязательно надеваются два трубчатых вкладыша для того, чтобы шатун не ходил по пальцу.

**Шейка с краном.** (Черт. № 71).

Для соединения баллона с мотором делается из меди пустотелая шейка. Открывая и закрывая кран, мы можем пускать в ход и останавливать мотор. Устройство шейки видно из чертежа 71.

**Вентиль-клапан.** Для нагнетания воздуха в баллон помощью насоса в него впивается обычный велосипедный вентиль.

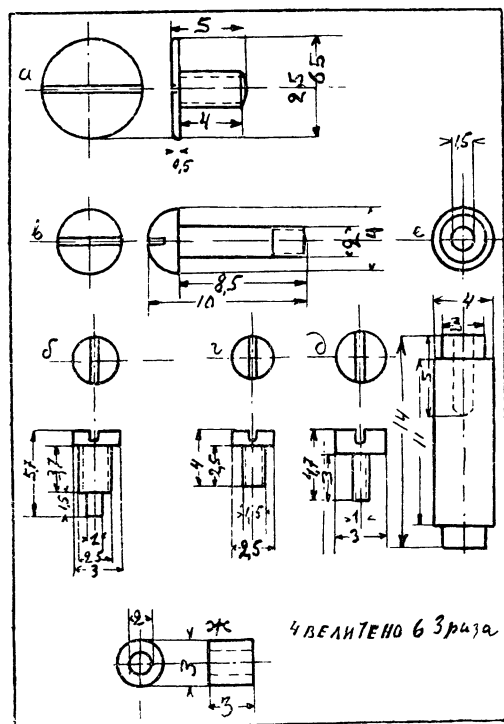


Чертеж 69. Поршень с пальцем (слева); шайба жестяная (средний); шайба кожаная (справа).

Накачивается баллон до тех пор, пока не почувствуется, что насос больше не подает. Можно пользоваться обычным

велосипедным насосом, но еще лучше — автомобильным. Накачивать следует до 5 атмосфер.

**Баллон.** Баллон из белой жести или 1 мм. листовой меди. Продольный шов загибается в фалец и пропаивается. Для



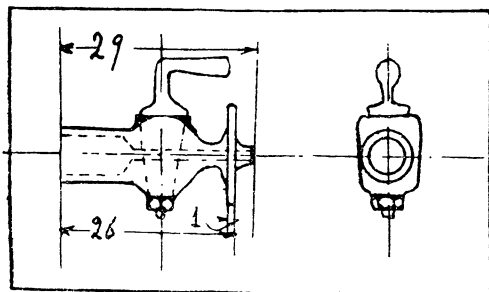
Чертеж 70. а—стопорный винт кривошипа; б—стопорный винт вала; в—палец кривошипа; г—прижимный винт шайбы поршня; д—винт соединения отъемного диска со стойками основного; е—стойка-распорка дисков; ж—вкладыш поршневого пальца.

красоты, донца баллона можно слегка выбить для придания им шаровой формы. Для большей надежности такой баллон перевязывается проволокой.

**К чему нужно стремиться.** Собранный мотор должен совершенно легко вращаться от незначительного толчка. Мотор должен быть по возможности легок, однако не в ущерб прочности.

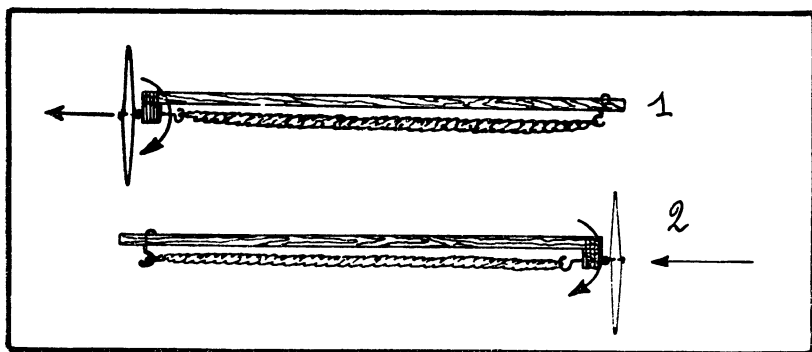
Описанный нами здесь мотор имеет такие данные:

Тип мотора—рогативный. Число цилиндров—5. Диаметр цилиндра—11 мм. Ход поршня—10 мм. Число оборотов, при 2 атм. давления и винте в 300 мм. диаметром,—840 оборотов в минуту. Вес мотора без винта и баллона 125.



Чертеж 71. Краник-шейка.

Судя по результатам первых испытаний, можно надеяться, что модель с таким мотором полетит, если удастся создать в баллоне давление до 5—6 атмосфер.



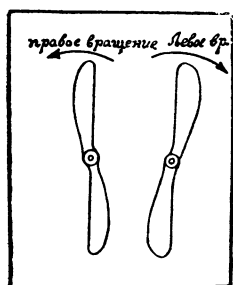
Чертеж 72.

## 2. В и н т.

Шаг и диаметр винта. Толкающий и тянущий винт. Понятие об окружной скорости. Сложение скоростей. Построение шага винта. Скольжение винта. Изготовление винта. Шаблоны. Уравновешивание винта. Винт металлический и деревянный. Тяга. Подбор винта к модели.

**Винт.** Винтом называется приспособление, которое дает нам возможность превратить работу мотора в необходимую для полета тягу.

На самом деле мы не можем добиться того, чтобы вся работа мотора превратилась в необходимую нам тягу. Часть работы мотора теряется для нас зря, бесполезно. Чем большую часть работы, даваемой мотором, винт превращает в тягу, тем лучше винт. Винт приводится во вращение работою мотора и, благодаря вращению, стремится продвигнуться вперед,—тогда говорят, что винт тянущий; если же он двигается назад, то тогда говорят, что винт толкающий (черт. № 72). Кроме того винты еще разделяются по направлению вращения на винты правого и левого вращения.

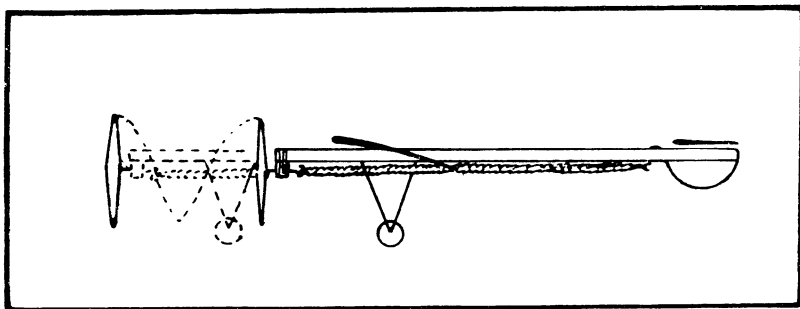


Чертеж 73.

При этом заметим, что оба изображенных на рисунке № 73 винта могут двигаться на нас.

Диаметром винта называется расстояние от одного его конца до другого. Шагом винта называется тот путь, который винт пройдет за один оборот. Пусть модель летит и винт из первого положения через некоторый промежуток времени пришел в положение второе.

Это расстояние, которое винт прошел по направлению полета за один оборот, и называется шагом винта (см. чертеж № 74).



Чертеж 74.

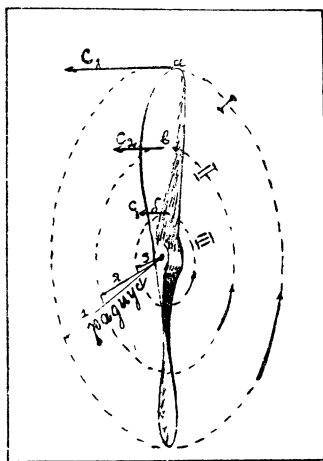
Когда винт работает, то он, вращаясь, отбрасывает воздух назад, а сам, естественно, стремится вперед (черт № 75). Получается то же самое, что и при выстреле: снаряд летит вперед, а орудие откатывается назад. Снаряд легче орудия, поэтому он летит быстрее, чем откатывается орудие;

самолет тяжелее воздуха, поэтому воздух убегает от винта несколько скорее, чем самолет движется вперед.

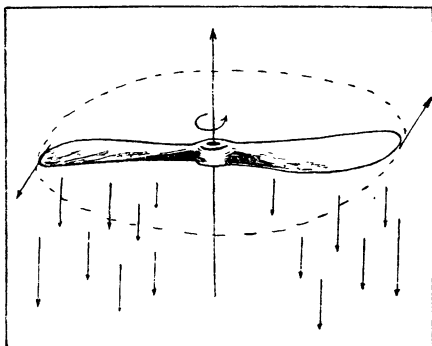
Итак, винт одновременно движется вперед и вращается. Значит, он ведет себя как штопор. Штопор тоже при вращении углубляется в пробку.

**Понятие об окружной скорости.** Пусть у нас имеется винт, поставленный на модель самолета (чер. № 76). Отметим на

винте три точки: „а“ — на конце лопасти, „б“ — у корня, около втулки винта и „в“ — в середине лопасти.



Чертеж 76.



Чертеж 75.

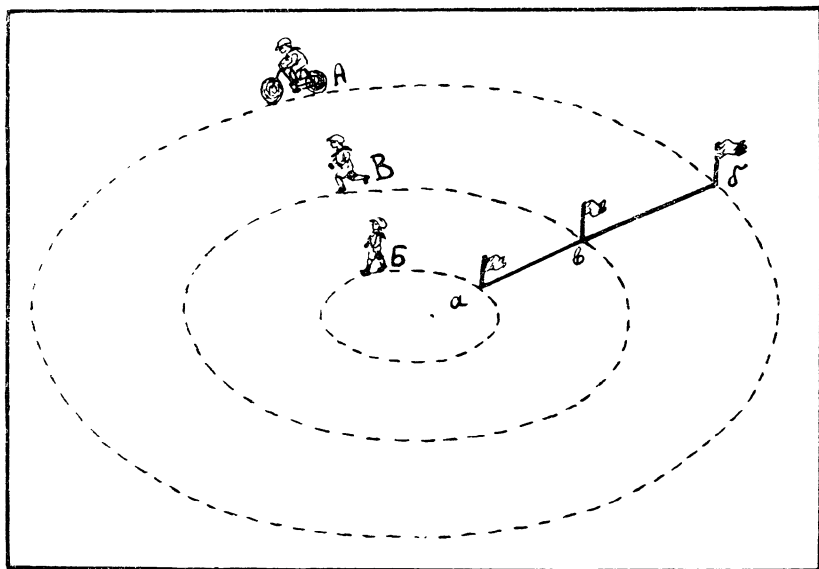
Если теперь повернем винт на один оборот, то заметим следующее: за время оборота точка „а“ описала окружность I, наибольшего, как говорят, радиуса, точка „б“ описала окружность III, наименьшего радиуса и, наконец, точка „в“ описала какую-то среднюю окружность, поменьше, чем точка „а“ и побольше, чем точка „б“.

Но ведь винт повернулся весь на один оборот. Значит, за один и тот же промежуток времени точки „а“, „б“ и „в“ прошли разные по длине пути.

Скорость движения зависит от длины пути и от времени, в течении которого этот путь пройден. Чем больше путь и чем меньше время на прохождение этого пути, тем и скорость больше. Чем меньше путь и больше время на прохождение его, тем скорость меньше.

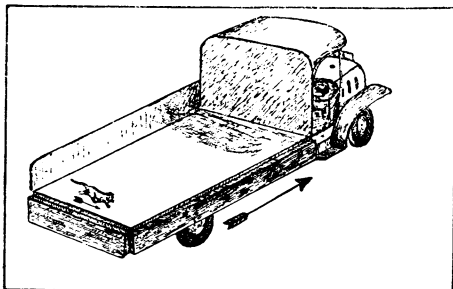
Пусть в два часа 3 человека вышли из разных мест от флагов „а“, „в“, „б“, расположенных на одном радиусе, для того, чтобы через 5 часов вернуться к тем же флагам (черт. № 77). Этим трем людям в одинаковое время при-

шлось пройти 3 различных пути. Человеку „А“ попался путь самый длинный. Он должен пройти его с большой скоростью, например, на велосипеде. Человеку „Б“ пришлось пройти путь самый короткий, поэтому он шел не торопясь. И, наконец, человек „В“ должен был бежать.



Чертеж 77.

То же — и с тремя нашими точками. По окружности I точка „а“ движется с некоторой скоростью „ $C_1$ “. Эта скорость



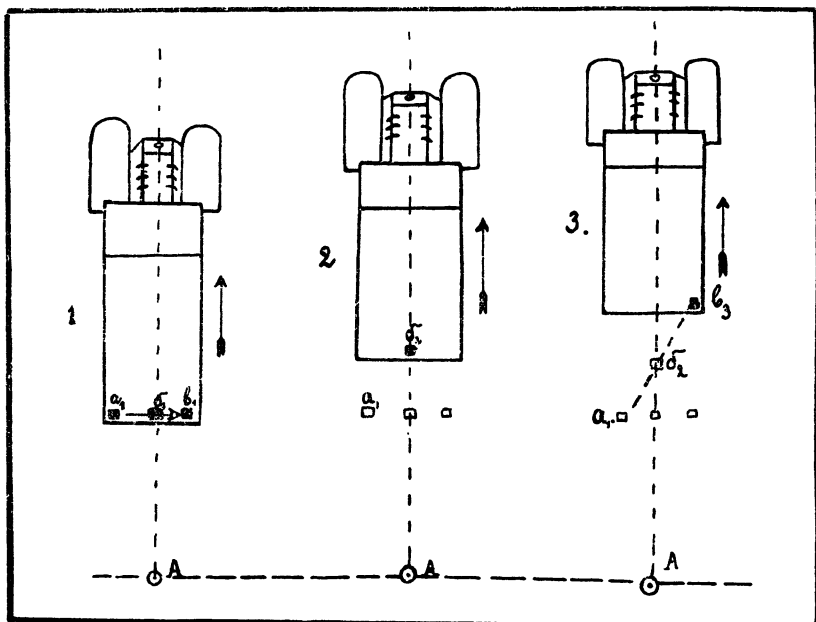
Чертеж 78.

на окружности, как мы теперь убедились, зависит от длины окружности: чем окружность больше, тем и скорость больше, а величина окружности меряется величиной радиуса. Значит, чем больше радиус, тем больше скорость

по окружности „ $C_1$ “, или, как ее обычно называют, — „о к р у ж н а я   с к о р о с т ь“.

**Сложение направлений пути.** Пусть в неподвижном воздухе у нас движется платформа автомобиля и поперек платформы бежит кошка. Посмотрим, как будет двигаться кошка относительно воздуха (черт. № 78).

Пусть в первый момент кошка была в углу „ $a_1$ “ автомобиля (черт. № 79). В следующий момент кошка пришла в положение „ $b_1$ “ и в третий момент времени она пришла в точку „ $v_1$ “. Но ведь автомобиль движется. Когда кошка была в точке „ $a_1$ “, автомобиль был в положении 1. Когда



Чертеж 79.

кошка пришла в точку „ $b_1$ “, автомобиль продвинулся в положение 2. Значит, кошка относительно какой-либо неподвижной частицы воздуха „А“ одновременно ушла вправо в точку „ $b_1$ “ и подвинулась вместе с автомобилем в точку „ $b_2$ “. Наконец, при положении автомобиля 3, кошка попала в точку „ $v_3$ “, и относительно неподвижной точки „А“ прошла путь  $a_1—b_2—v_3$ .

Лопасть пропеллера в неподвижном воздухе пройдет тоже путь, получающийся в результате двух движений. Одно—это движение вращательное вокруг оси мотора и

поступательное: пропеллер вместе с самолетом движется вперед.

Для удобства развернем нашу окружность. Представим длину окружности в виде прямой линии.

Как известно, для того, чтобы смерить длину окружности, нужно диаметр окружности умножить на  $3\frac{1}{7}$  (три целых и одну седьмую).

Причем, если диаметр окружности измерен в сантиметрах, то и длина окружности получится в сантиметрах.

Пусть у нас I окружность имеет:

$$\text{диаметр} = 2 \text{ радиуса} = 2 \times 17,5 = 35 \text{ см.};$$

тогда ее длина будет:

$$35 \times 3\frac{1}{7} = 35 \times 3 + \frac{35 \times 1}{7} 105 + 5 = 110 \text{ см.}$$

Диаметр II окружности = 21 см.;

тогда ее длина будет:

$$21 \times 3\frac{1}{7} = 21 \times 3 + \frac{21 \times 1}{7} 63 + 3 = 66 \text{ см.}$$

Диаметр III окружности = 7 см.;

тогда ее длина будет:

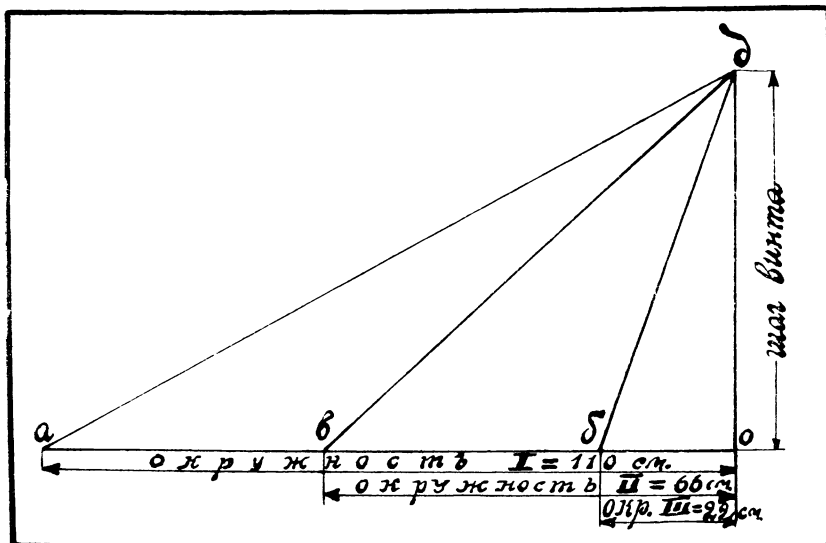
$$7 \times 3\frac{1}{7} = 7 \times 3 + \frac{7 \times 1}{7} 21 + 1 = 22 \text{ см.}$$

Отложим по прямой „оа“ эти три вычисленные окружности и по прямой „од“ отложим величину, на которую винт продвинулся за один оборот, т. е. его шаг (черт. № 80).

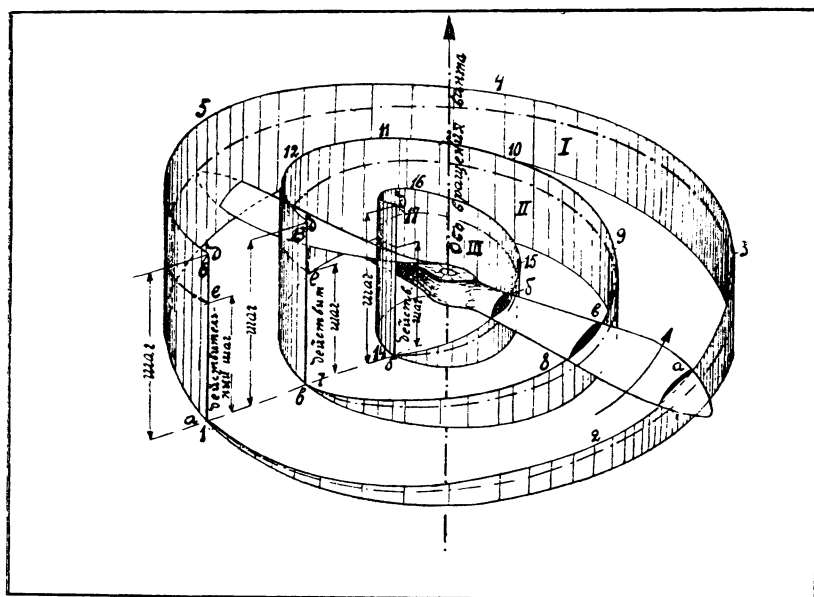
Соединим точку „а“ с точкой „д“. Получим истинный путь конца лопасти относительно неподвижного воздуха. Соединив точку „в“ „с“ „д“, получим путь точки „в“ лопасти винта, и соединив точку „б“ „с“ „д“, получим истинный путь точки „б“ на лопасти, тоже относительно воздуха.

В действительности же лопасти пропеллера описывают окружности. Давайте свернем в круг наши треугольники. Получим тогда такую картинку (см. чертеж № 81): лопасть винта, вращаясь, описывает окружности I, II и III и в то же время двигается вперед (вверх).



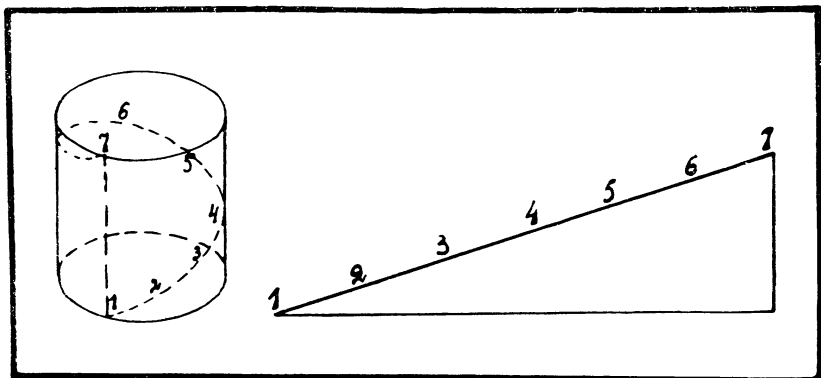


Чертеж 80.



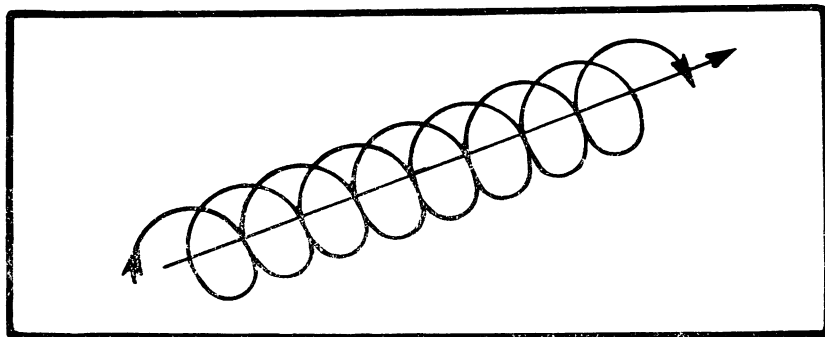
Чертеж 81.

Стало-быть, она пойдет по пути для точки „а“ — 1—2—3—4—5—6, для точки „в“ — 7—8—9—10—11—12—13 и для точки „б“ — по пути—14—15—16—17.



Чертеж 82.

Возьмем цилиндр и станем накручивать на него треугольник (см. черт. № 82). Тогда линия на треугольнике 1—2—3—4—5—6—7 пойдет по винтовой линии на цилиндре 1—2—3—4—5—6—7.



Чертеж 83.

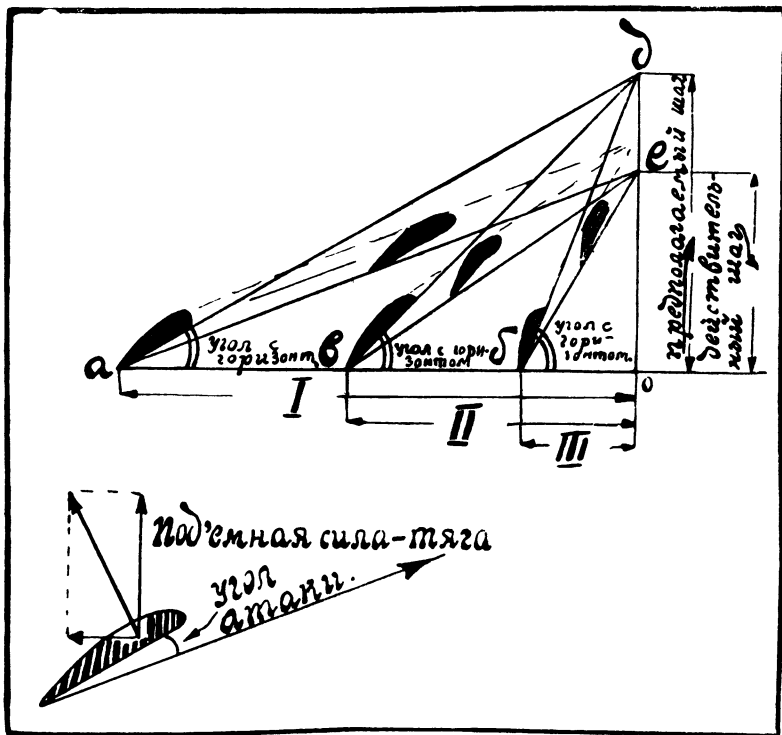
Общий вид винтовой линии показан на черт. № 83.

Если винт (пропеллер) вращался бы в каком-либо более твердом теле, чем воздух, то он в действительности и имел бы шаг, равный под'ему треугольников, но дело в том, что винт работает на самом деле в воздухе, который обладает настолько малой плотностью, что винт не прихо-

дит в точку „д“, а за один оборот продвигается на меньшее расстояние—„ое“ (черт. № 84). Разница между предполагавшимся нами шагом винта и действительным шагом называется скольжением винта.

Давайте изобразим это в развернутом виде.

Развернем опять наши окружности в прямые линии. Получим I, II и III развернутые окружности (см. черт. № 84)



Чертеж 84.

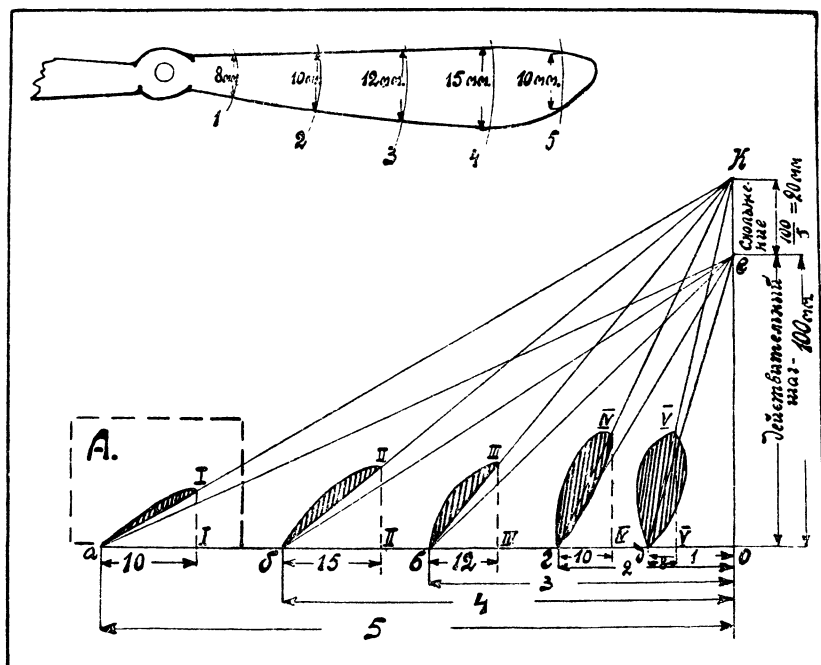
Предполагаемый шаг будет от „о“ до „д“, действительный шаг будет „ое“, и расстояние „де“ будет скольжением винта за один оборот.

Но винт был построен с таким наклоном лопастей, чтобы шаг был „од“; значит, лопасть, сохраняя наклонное положение по направлению „ад“, пойдет по пути „ае“. Иными словами, мы получим движение лопасти под углом атаки (см. черт. № 84 внизу).

А раз только происходит быстрое движение пластинки под углом атаки, то, как нам известно, в такой пластинке появится подъемная сила. В нашем случае это будет тяга пропеллера.

Лобовое сопротивление, как и у крыла, будет зависеть от формы поперечного сечения лопасти.

Приглядимся внимательнее к чертежу № 84. Мы заметим: угол, который делает с горизонтом лопасть винта, меньше всего у конца и больше всего около втулки.



Чертеж 85.

Для того, чтобы винт правильно работал, нужно сделать его таким, чтобы за один оборот все части лопасти прошли одно и то же расстояние по полету, то-есть, чтобы шаг винта по всей длине лопасти был одинаков.

Для этого поступаем так (черт. № 85):

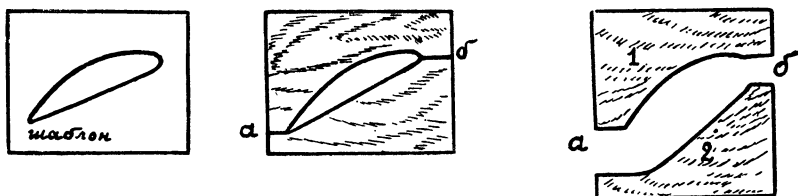
1. Делим длину лопасти на 4—5 равных частей.
2. Задаемся шагом (т. е. назначаем себе на основании опытов с полетами моделей); пусть у нас будет шаг = 100 мм.

3. Проводим горизонтальную линию и откладываем на ней длины окружностей 1, 2, 3, 4, 5.

4. Откладываем скольжение винта,—примерно,  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{5}$  шага.

5. Соединяем точку „к“ с точками „а“, „б“, „в“, „г“, „д“,—получаем наклон лопастей в сечении окружностей 1, 2, 3, 4, 5.

6. Откладываем ширину лопасти на прямых „ак“, „бк“, „вк“, „гк“, „дк“; для этого берем размер с чертежа винта и откладываем его на прямой „ао“. Затем проводим из точек I, II, III, IV, V линии, направленные вверх. Тогда на наклонных линиях „ак“, „бк“, „вк“, „гк“, „дк“ получаются точки I, II, III, IV, V. Затем придаем плавные обтекаемые очертания сечениям лопастей.



Чертеж 86.

7. Изготавливаем шаблоны для того, чтобы винт был действительно таким, какой нам нужен.

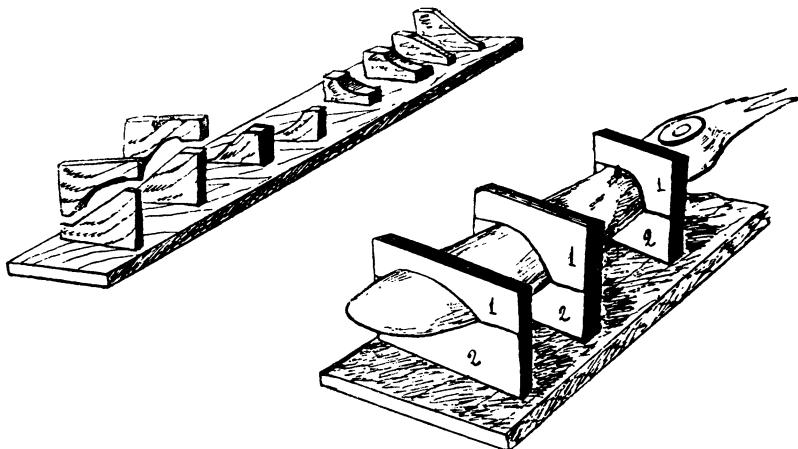
Делают это так: вырезают из чертежа четырехугольник „А“, который очерчен черточками (пунктиром) и наклеивают его на фанеру. Затем выпиливают очертания профиля дужки и получают фанерную пластинку, в которой сделано отверстие, в точности соответствующее нашему сечению (черт. № 86).

После этого разрезают „шаблон“ по „а“ и „б“ и получают две половинки шаблона 1 и 2.

Заготовив такие шаблоны для всех 5 сечений (лучше еще 5—на другую лопасть), укрепляем их на доске на таких же расстояниях от середины, какие были взяты для сечений винта (см. черт. № 87).

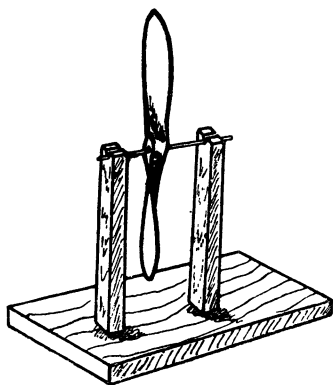
Сперва, грубо обделав винт, пригоняем форму отдельных сечений по шаблонам и затем сравниваем шероховатости и выступы, каждый раз вкладывая лопасть в шаблоны (см. черт. № 87—низ). Когда винт таким образом сделан, нужно еще хорошенько уравновесить его, т. е. сделать его

таким, чтобы обе лопасти винта имели бы одинаковый вес. Когда вы этого добьетесь, то можно его окончательно отделать шкуркой и лаком, при чем во время окончательной проверки можно добиться полной уравновешенности винта



Чертеж 87.

добавлением лишних мазков лака на лопасть, которая окажется легче. Для проверки винта лучше всего сделать небольшой станочек, который указан на рис. № 88.



Чертеж 88.

Винты для моделей можно делать из дерева (хорошо для этого употреблять липу) и из металла (особенно из алюминия).

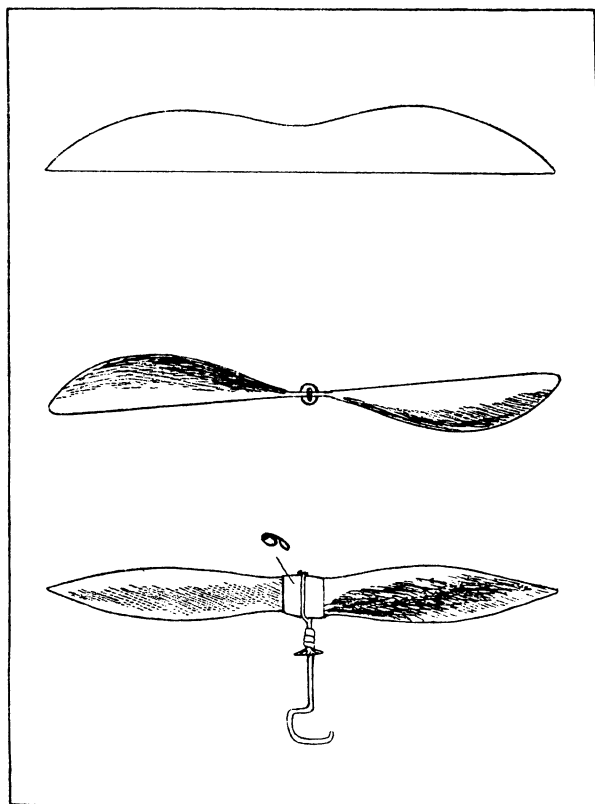
Вообще, металлические винты хуже деревянных, имеющих более высокий коэффициент полезного действия. Но у металлических винтов имеется весьма ценное свойство: они допускают изменение шага винта во время опытов с моделью. Изменение наклона лопастей

(а вместе с тем и углов атаки) на металлическом пропеллере очень легко сделать, так как алюминий не дает трещин при изгибе.

Делаются винты эти так: берут кусок алюминия и вырезают из него фигуру, подобную изображенной на черт. № 89.

Затем производят выгибание лопастей. Для прикрепления оси к пропеллеру подкладывают полоску алюминия „в“ и закрепляют пропеллер на проволоке, как показано на рисунке.

Изготовивши такой винт, начинают пробовать с ним модель, увеличивая, или уменьшая шаг. Наконец, когда вы

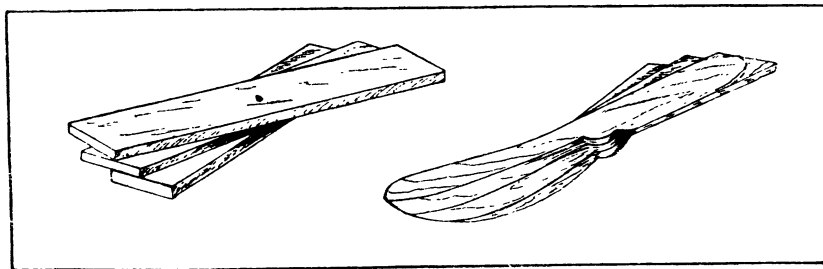


Чертеж 89.

получите наилучший результат, попробуйте построить винт деревянный с таким же шагом и обязательно с таким же диаметром винта.

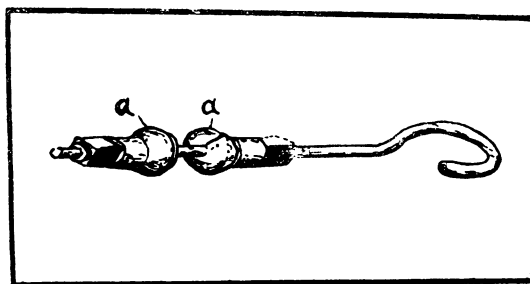
Деревянные винты можно строить, или склсывая веером дощечки липы (см. черт. 90) и затем обрабатывая такую ступенчатую болванку, или же сразу вырезывая пропеллер из целого куска дерева.

На чертеже № 91 показано весьма удобное устройство для надевания винта на подвижной крючек: конец крючка имеет нарезку, и помощью двух гаек „а“ позволяет зажимать втулку винта. Такое устройство допускает легкую замену винта.



Чертеж 90.

Для тяжелых моделей можно приспособить сломанную велосипедную спицу с двумя ниппелями. Чтобы сделать



Чертеж 91.

крючек, спицу надо гнуть в накаливаемом до-красна состоянии.

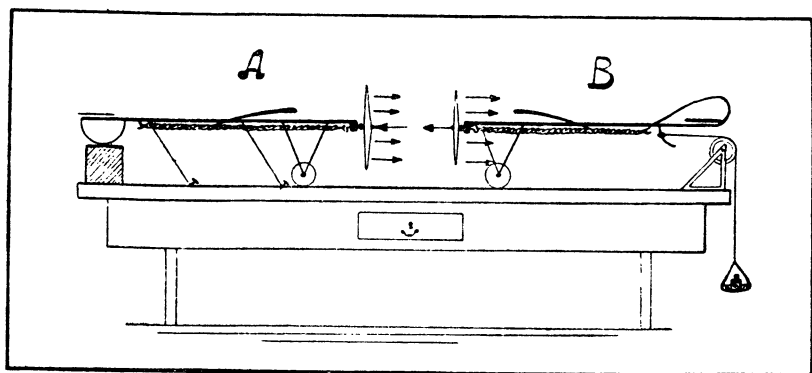
Тяга винта. Если мы возьмем обыкновенный металлический болт и начнем его вращать в гайке, то заметим, что при неподвижной гайке винт, вращаясь, за один оборот продвинется вперед на величину своего шага, который все время неизменен. Если же мы будем двигать гайку к головке болта, то может получиться так, что болт совсем не сдвинется с места.

Когда модель самолета летит, то воздух, заменяющий нашу гайку, как бы движется навстречу винту, и винту легче вращаться—мотор увеличит число оборотов.

Прделаем такой опыт: возьмем две модели самолета „А“ и „В“ и поставим их на столе друг против друга. Заведем винт модели „А“ так, чтобы он отбрасывал струю воздуха на модель „В“ (см. черт. № 92). Тогда винт модели „А“ будет ра-



ботать, как толкающий, а винт модели „В“,—как тянущий. Таким образом, винт модели „В“ будет работать в движущейся струе воздуха. Если мы первый раз заведем только пропеллер модели „В“, то тяга винта уравнивается, скажем, 15 грамм, и мотор раскрутится в продолжении 10 секунд. Если же мы заставим винт модели „В“ работать в струе, отброшенной винтом модели „А“, то винт „В“ уравнивает 10 грамм, т. е. тяга уменьшится, но зато и время работы мотора тоже уменьшится и резина раскрутится в продолжении всего лишь 7—8 секунд.



Чертеж 92.

Следовательно, винт потеряет часть своей тяги в том случае, когда он работает в подвижном воздухе. Значит, определяя силу тяги на месте, мы получим более высокую цифру, чем в полете.

**Подбор винта для модели.** Каких-либо определенных указаний на этот счет дать нельзя. Главным образом, для получения наилучшего результата, приходится руководствоваться опытом. Самый опыт следует вести таким образом: во-первых, задаемся скоростью модели, которая некоторым образом связана с нагрузкой на один квадратный дециметр крыла. Общее правило таково: чем больше нагрузка в граммах на один квадратный дециметр крыла, тем скорость полета больше.

Т а б л и ц а № 2.

Нагрузка в гр. на 1 кв. дцм. . . . .	9,9	12	10
Скорость полета в метр. в сек. . . . .	3	6	23

Пусть у нас имеется модель самолета, к которой мы хотим подобрать винт. При этом нам нужно знать, с каких, примерно, размеров шага нам нужно начинать опыты. Для этого пускаем нашу модель в планирование и стараемся определить, в какое время она прошла участок полета самым пологим планированием. Этот опыт нужно повторить не один раз и затем уже решить, какое время полета и какой путь, пройденный моделью, мы примем за основу. Пусть модель планировала 3 сек. и прошла 15 м. Тогда мы можем сказать, что модель будет хорошо летать при скорости 5 метров в секунду. Пусть у нашей модели имеется возможность закрутить резину на 200 оборотов и пусть нам желательно, чтобы модель прошла 55 метров. Тогда выходит, что нам нужно, чтобы за 200 оборотов винт прошел с моделью 55 м. или 55.000 мм. Отсюда легко найдем шаг винта.

$$55000 : 200 = 275 \text{ мм.}$$

Сделаем шаг равным диаметру; значит, данные нашего винта таковы:

диаметр . . . . . 275 мм.

шаг . . . . . 275 мм. (действительный).

Когда мы будем строить наш винт, то нам нужно еще прибавить на скольжение 20 или 15 сотых от шага;

т. к. одна сотая равна  $275 : 100 = 2,75$  мм., то

$$20 \text{ сотых равно } 2,75 \times 20 = 55 \text{ мм.}$$

Итак, шаг винта равен  $275 + 55 = 330$  мм.,

диаметр винта равен 275 мм.

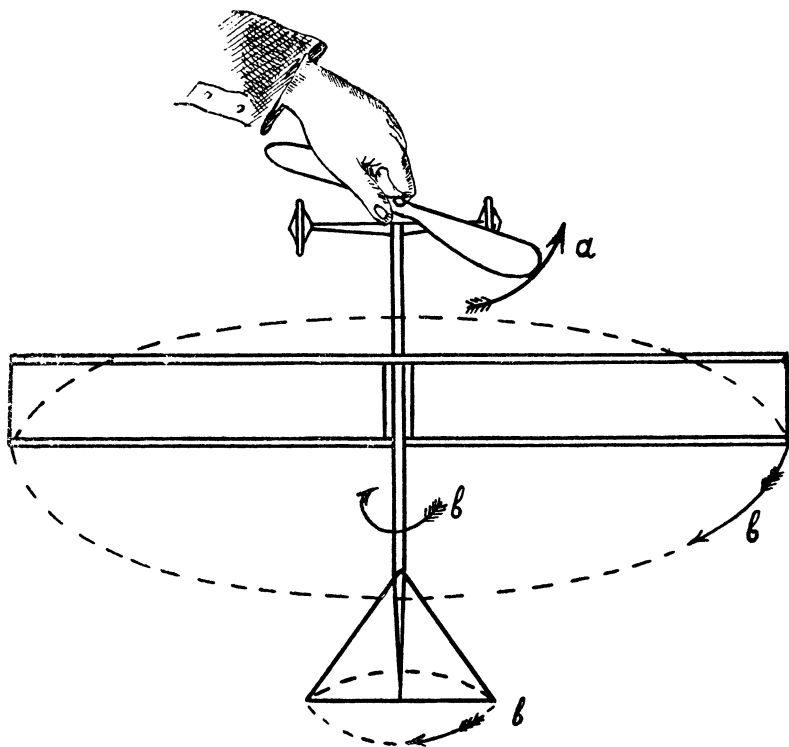
Затем нам нужен мотор такой силы, чтобы он не слишком слабо вертел винт и чтобы не слишком сильно — и то и другое не хорошо. Если слаб мотор, модель не получит нужной скорости; если слишком силен — винт будет работать зря и может слишком возрасти скольжение.

Подбор резины можно вести так. Скорость модели — 3 метра в секунду; всего нам нужно, чтобы модель прошла 55 метров; на это потребуется немного более 18 секунд.

Значит, мы можем подобрать резину такую, чтобы винт на месте работал 20—22 секунды.

Или же можем сделать так: начиная с небольшого числа ниток, скажем, с 20, постепенно увеличивать мощность мотора добавлением ниток. Нужно стараться сделать так, чтобы модель летела с наименьшим числом резины. Тогда ее полет будет наиболее продолжительным.

Во время всего нашего рассуждения мы забыли одно важное обстоятельство, а именно—величину тяги. Чем лобовое сопротивление всей модели больше, тем сильнее должна быть тяга; чем меньше лобовое сопротивление, тем тяга меньше.



Чертеж 93.

Примерно можно считать, что винты с большим диаметром и широкими лопастями дают тягу сильнее. Винты с узкими лопастями и малым диаметром—меньше. Но ведь нам интересно делать модель такой, чтобы она подольше

и подальше летала; поэтому модель должна быть легкой (с малой нагрузкой на 1 кв. дециметр крыла) и иметь возможно меньшее лобовое сопротивление.

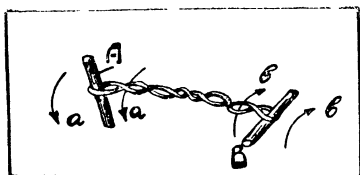
### 3. Реакция винто-моторной группы.

Понятие о реакции. 4 способа устранения ее действия на модель. Запускание модели.

Реакция винто-моторной группы и способы устранения ее действия на модель. Если взять модель самолета, завести мотор и держать за втулку винта, то мы заметим, что модель начнет вертеться около мотора. Вертеться она будет во много раз медленнее, чем винт, так как модель самолета тяжелее винта и при вращении около оси пропеллера крылья будут, благодаря сопротивлению воздуха, сильно тормозить (см. рис. № 93).

Это стремление модели вращаться под влиянием работы мотора называется реакцией винто-моторной группы (винто-моторной группой называется соединение винта и мотора).

В полете винт испытывает сопротивление со стороны воздуха. Это сопротивление тормозит вращение винта, и таким образом резина старается раскрутиться, вращая модель, с которой соединен другой неподвижный конец резины. При этом винт вращается по часовой стрелке, а модель будет испытывать, благодаря действию резины, вращение против часовой стрелки.



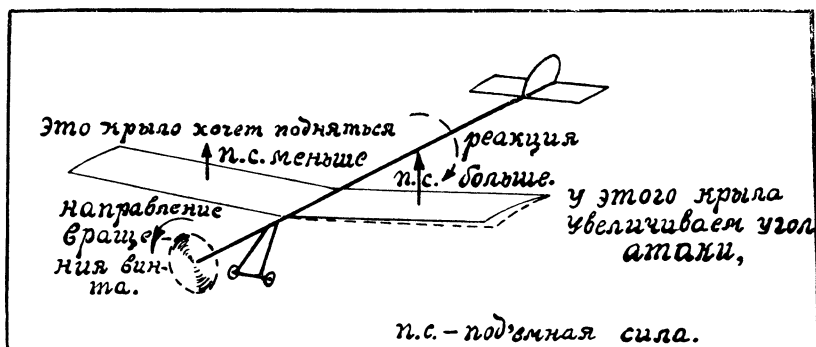
Чертеж 94.

Например, если мы хотим перекрутить веревку, то палку „А“ (см. черт. № 94) мы должны закручивать по стрелке „а“, а палку „В“—по стрелке „в“.

То же будет и с резиновым пучком.

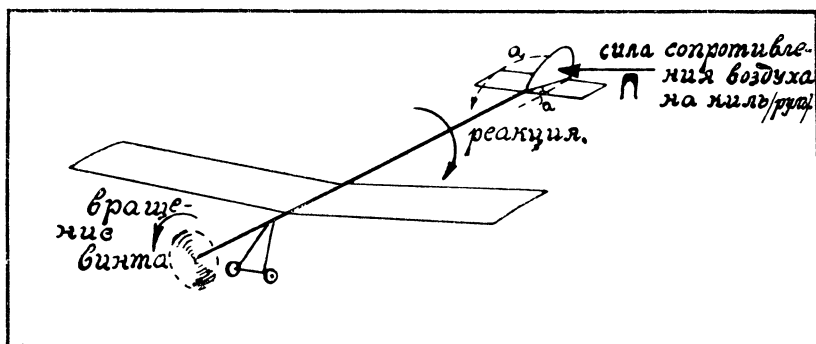
Для того, чтобы не давать модели самолета вращаться, так как в противном случае она в конце-концов неизбежно свалится, как говорят, на крыло, прибегают к одному из следующих способов.

Первый способ заключается в том, что у крыльев делают разные углы атаки (см. черт. 95). От этого подъемная сила того крыла, у которого угол атаки больше, увеличивается по сравнению с подъемной силой другого крыла



Чертеж 95.

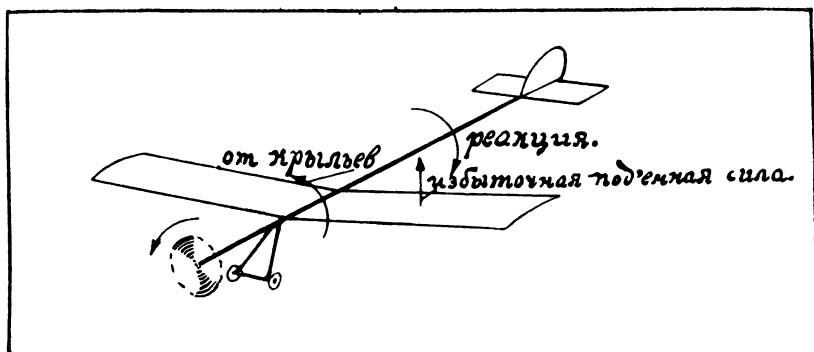
Модель будет испытывать стремление свалиться на то крыло, у которого угол атаки меньше. Если мы заставим модель валиться на то крыло, которое в полете с мотором поднимается, то, наконец, добьемся того, что модель полетит ровно и плавно. Получится это от того, что реакция винтомоторной группы уравнивается излишком подъемной силы на крыле.



Чертеж 96.

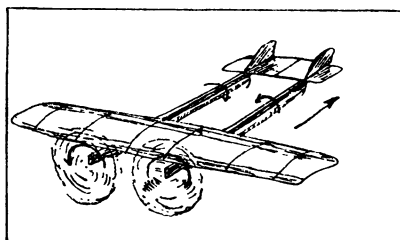
Второй способ заключается в том, что ставят руль наклоненный несколько косо (под небольшим углом атаки,— см. черт. 96). Тогда, под влиянием силы „П“, сопротивления

воздуха, киль будет стремиться повернуть модель по направлению прерывистой стрелки „а“. Таким образом, под



Чертеж 97.

влиянием киль или руля направлений, модель будет сопротивляться вращению, происходящему благодаря реакции винто-моторной группы.



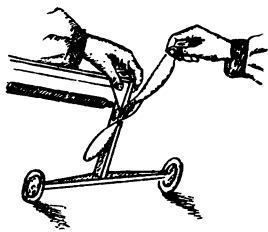
Чертеж 98.

Третий способ состоит в следующем.

Для создания большей подъемной силы на одном крыле, делают просто одно крыло длиннее другого. Иными словами, помещают середину крыльев не над брусочком-

фюзеляжем, а немного сдвигают в ту сторону, куда валится модель (черт. № 97)

Четвертый способ будет такой. Делают не один винт, а два, вращающиеся в разные стороны. Тогда реакции двух винто-моторных групп уничтожат друг друга (черт. № 98).



Чертеж 99.

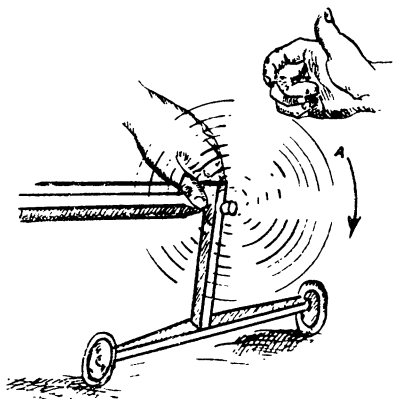
Итак, когда мотор заведен, то резина, стремясь раскрутиться, валит модель на-бок.

Благодаря этому лучше всего пускать модель так:

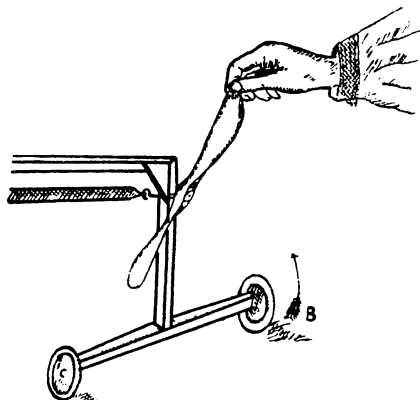
1. Заводим мотор и, поставив модель на пол, держим и модель и винт (черт. № 99).

2. Отпускаем винт и сейчас же вслед за этим отпускаем и модель (черт. № 100).

Иначе у нас произойдет пренеприятная вещь. Если мы отпустим сначала модель и затем уже винт, то перед са-



Чертеж 100.



Чертеж 101.

мым отпусканием винта одно колесо модели немного поднимется и поэтому модель уже с самого начала разбега пойдет с креном и взлет будет неправильным (черт. № 101).

#### 4. Силы, действующие на модель в полете.

Устойчивость продольная и поперечная. 3 случая расположения стабилизатора. Валет. Полет на одной высоте. Поворот в воздухе. Скольжение на крыло.

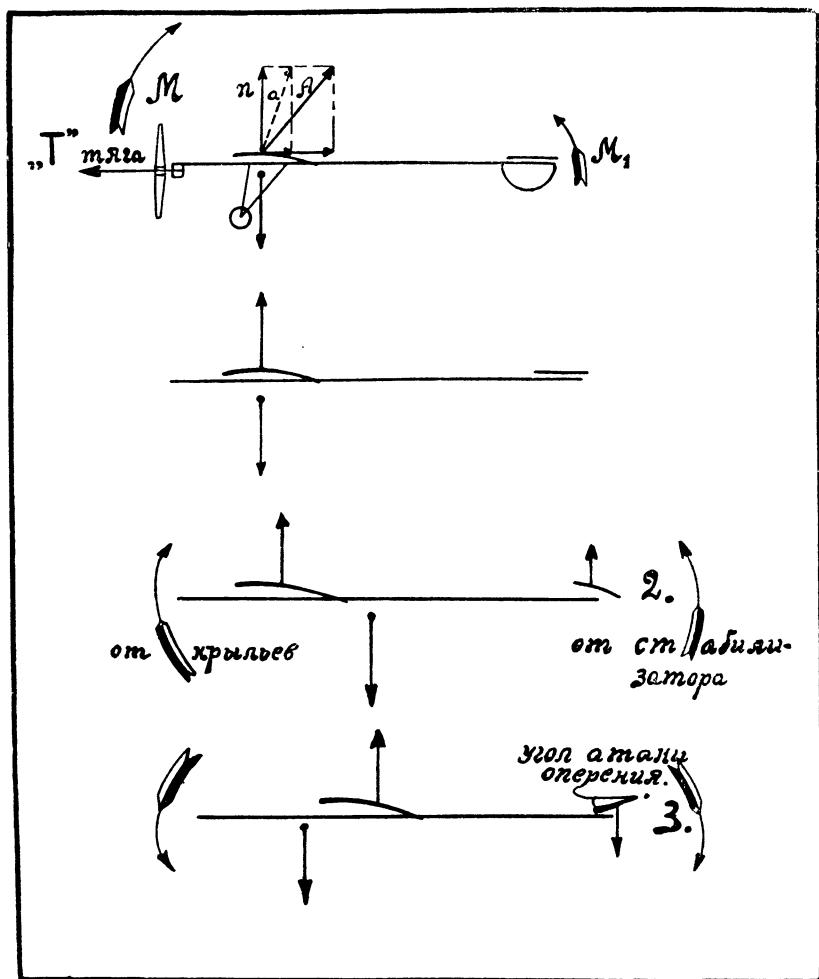
Рассмотрим силы, действующие на модель самолета, когда она летит ровно, на одной высоте и прямо.

Пусть чертеж 102 представляет летящую модель самолета. На эту модель будет действовать вес, который, как всегда и везде, приложен в центре тяжести модели. Затем действуют еще сила тяги винта „Т“, подъемная сила крыла „П“, приложенная в центре давления, и лобовое сопротивление всей модели.

Общее лобовое сопротивление модели сложится из лобовых сопротивлений всех частей модели: шасси, стабили-

затора, руля, колес, фюзеляжа, крыльев и растяжек (у растяжек сопротивление очень большое).

Буквой „а“ обозначено общее сопротивление крыльев, а буквой „А“ обозначено общее сопротивление всей модели.



Чертеж 102.

Так как сопротивление всей машины больше сопротивления одного крыла, то сила лобового сопротивления возрастет и сила „А“ пойдет более наклонно.

Обычно, точки приложения сил тяги и лобового сопротивления проходят недалеко от центра тяжести и поэтому



их момент будет незначителен; а вот под'емная сила, благодаря непостоянству точки приложения ее, может дать иногда момент „М“ довольно большой. Поэтому и нужен самолету стабилизатор, чтобы уравновесить момент „М“ и создать момент „М<sub>1</sub>“, стремящийся опустить нос самолета книзу.

Рассмотрим три случая расположения стабилизатора.

I случай—когда под'емная сила находится как раз на одной вертикали с центром тяжести и поэтому не вызывает никакого вращения модели. Стабилизатор, как говорят, находится в нейтральном положении. Такой стабилизатор называется несущим. Весь вес модели несут крылья.

II случай—когда центр тяжести не находится на одной вертикали с центром давления, а находится между крылом и стабилизатором. В этом случае крылья стремятся повернуть нос самолета кверху. Этому должен воспрепятствовать стабилизатор и повернуть нос самолета книзу. Поэтому выходит, что на стабилизаторе должна возникнуть под'емная сила. Следовательно, стабилизатор должен двигаться под углом атаки. Такой стабилизатор называется несущим. Этот случай менее выгоден, чем первый.

III случай заключается в том, что центр тяжести находится между крыльями и носом самолета. Тогда стабилизатор, чтобы воспрепятствовать крыльям повернуть нос самолета вниз, должен развить момент по часовой стрелке, т. е. он должен иметь сопротивление от воздуха, направленное вниз. Такой стабилизатор носит название стабилизатора с отрицательным углом атаки. Этот случай самый невыгодный, потому что мы как-бы увеличиваем вес самолета прибавочной силой, направленной вниз на стабилизаторе.

Что касается устойчивости в поперечном направлении, то достигается эта устойчивость теми же способами, что и у планера, т. е. применением V-образного расположения крыльев.

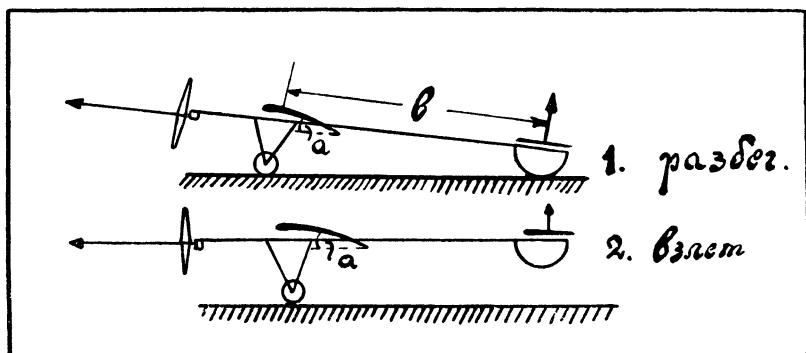
Тепер давайте рассмотрим отдельные маневры модели.

#### 1. Взлет. Черт. № 103.

Пусть у нас имеется модель самолета такая, что может взлетать сама. Пусть летает недолго, но зато все проделывает самостоятельно.

Заведем пропеллер модели, т. е. закрутим резину. Затем поставим ее на пол и отпустим пропеллер. Через весьма малый промежуток времени отпустим и модель.

Тогда она начнет двигаться все скорее и скорее. Сперва она поднимает хвост, так как, пока фюзеляж движется наклонно, у стабилизатора будет угол атаки, появится подъемная сила и эта сила, благодаря значительному плечу, поднимет хвост. Но лишь только хвост начнет подниматься, как фюзеляж будет принимать все более и более горизонтальное положение. Угол атаки основных крыльев будет все время уменьшаться, а вместе с тем будет уменьшаться



Чертеж 103.

и лобовое сопротивление. Иными словами, во время разбега силы сопротивления все время уменьшаются; поэтому модель быстро разовьет достаточную скорость взлета, т. е. такую скорость, при которой в крыльях разовьется подъемная сила, большая веса самолета.

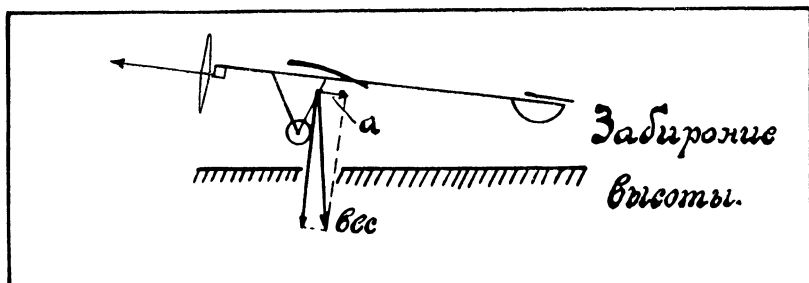
В таком случае модель полетит вверх.

Не забудем, что это время соответствует раскручиванию наиболее закрученных ниток резины. Следовательно, при взлете нужна самая сильная работа мотора и винта (как говорят,—наибольшая потребная мощность).

Но вот модель оторвалась и начинает идти вверх. Разложим силу тяжести и увидим, что от силы веса мы имеем небольшую, как говорят, составляющую (силу), направленную противоположно тяги мотора „Т“—силу „а“ (см. черт. № 104). Эта сила, конечно, также требует увеличения мощности и тяги винта и мотора. Во все время забирая вы-

соты у модели будет иметься эта сила „а“, и чем круче будет подъем, тем больше будет составляющая веса „а“.

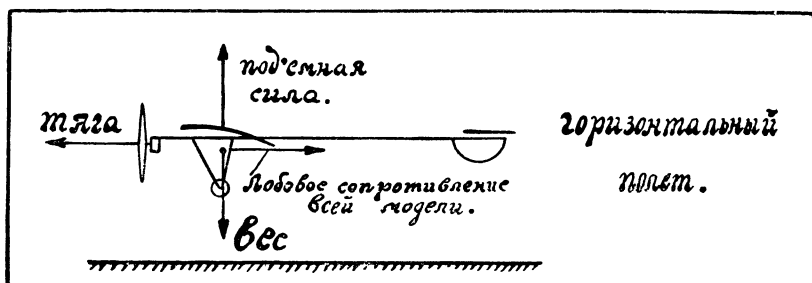
В случае внезапной остановки мотора, модель из такого взлета перейдет обязательно в падение на хвост.



Чертеж 104.

Таким образом, во время подъема работа мотора идет не только на преодоление лобового сопротивления, но и на то, чтобы пересилить составляющую от веса—„а“.

2. Горизонтальный полет. Чертеж № 105. Понемногу сила тяги ослабевает, благодаря тому, что мотор начнет все слабее работать. Когда тяга будет такой, что не сможет давать большой скорости, то модель будет постепенно пере-

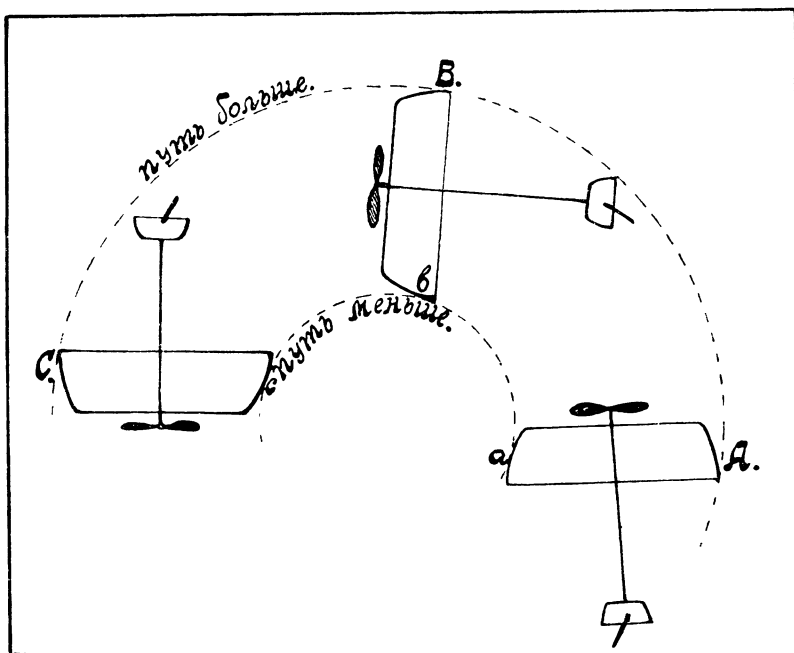


Чертеж 105.

ходить в горизонтальный полет. Скорость будет такова, что крылья смогут развить только подъемную силу, равную весу модели, и избытка подъемной силы против силы веса не будет.

Модель не будет подниматься, но не будет и опускаться. Во время горизонтального полета тяга винта в точности равна силе сопротивления всей модели,

3. Поворот. Пусть наша модель во время полета завернула. Завернуть она могла, например, от неровного, порывистого ветра или от того, что мы нарочно повернули руль направления. Посмотрим, что тогда будет с нашей моделью. Легко видеть, что путь „авс“, который пройдет левый конец крыла модели, много меньше того пути, который описывает правый конец (по полету) крыла—„АВС“ (см. черт. № 106).

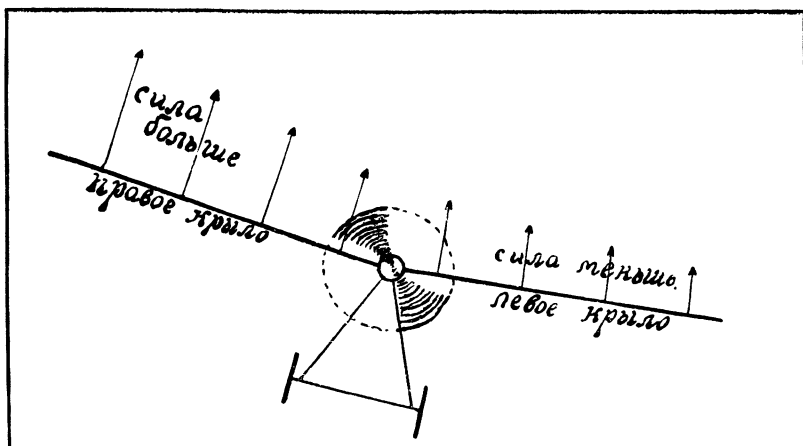


Чертеж 106.

Но раз пути различны, а время на прохождение путей одно и то же, то ясно, что больший путь потребует большей скорости движения. Таким образом выходит, что правое крыло движется с большей скоростью; а в таком случае в нем появляется и большая подъемная сила, чем в левом крыле, и модель накренится на левое крыло (см. черт. № 107).

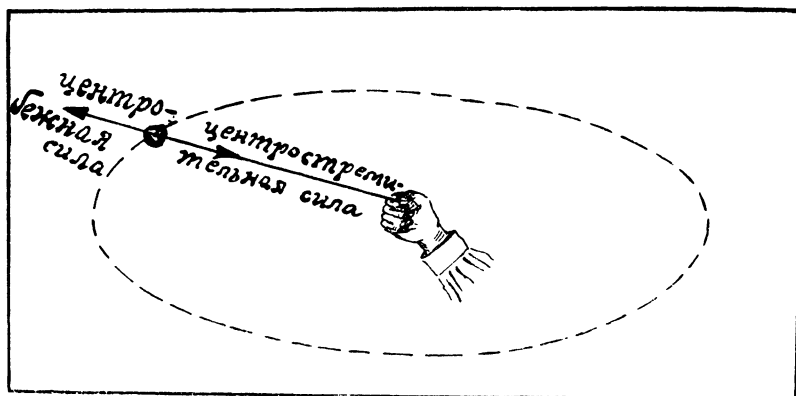
Мы знаем хорошо из простого опыта, что если на веревке начать вертеть камень, то камень будет стремиться разорвать веревку. Эта сила, которая стремится разорвать

веревку, называется центробежной силой, а сила, удерживающая камень (сопротивление веревки) на круге, называется центростремительной. Первая сила, называемая центробежной, всегда направлена внаружу круга, а центростремительная — внутрь круга, в центр (см. черт. № 108).



Чертеж 107.

Так вот, когда модель идет по кругу, т. е. заворачивает, ясно, что на нее начинает сейчас же действовать



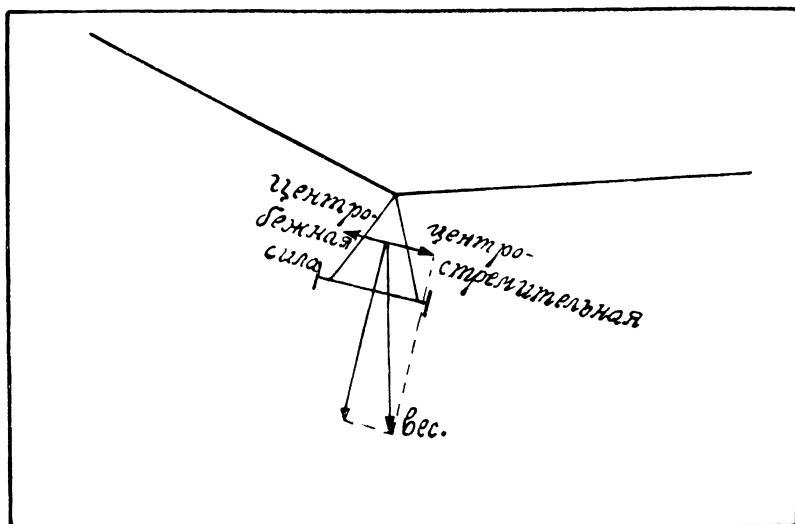
Чертеж 108.

центробежная сила, которая стремится модель вывести из движения по кругу. В противовес этой силе, на модель, при правильном ее крене, будет действовать сила центро-

стреми́тельная, получающаяся от веса модели (благодаря разложению силы тяжести).

Если же крен будет недостаточен для того, чтобы вызвать центростреми́тельную силу, то модель будет лететь со сносом (см. черт. № 109).

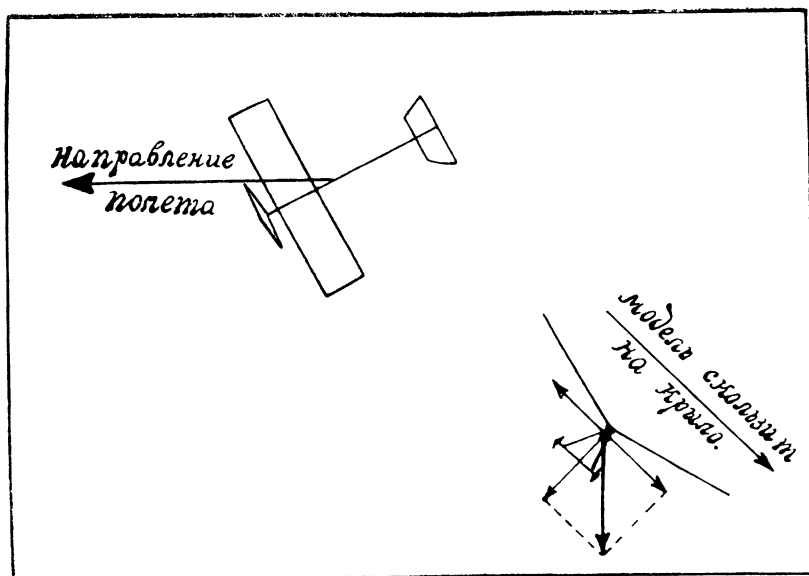
Если же крен будет велик, то модель может упасть на крыло (см. черт. 110).



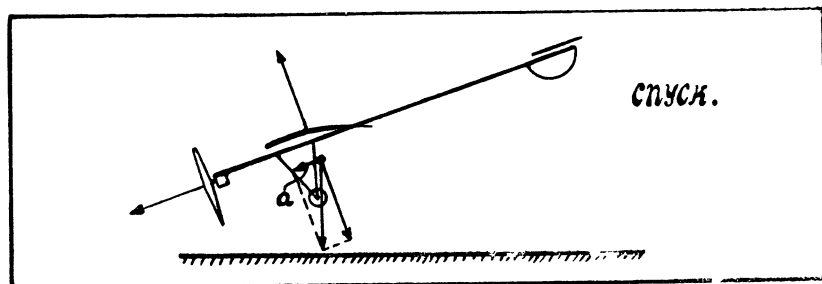
Чертеж 109.

4. Посадка. Наконец, сила резины начнет уже резко ослабевать (мощность мотора уменьшается). Будут раскручиваться витки резины, которые были закручены в самом начале. Благодаря этому начнет уменьшаться скорость и под'емная сила. Модель пойдет вниз, на спуск (см. черт. № 111).

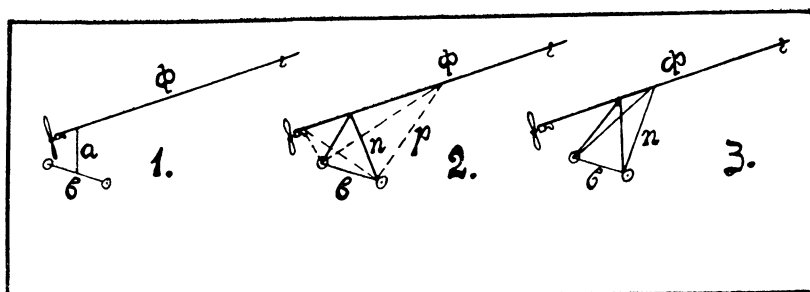
Разложив силу веса на два направления: одно—по полету, другое—поперек полета (перпендикулярно направлению полета), увидим, что добавочная сила „а“ действует в сторону работы винта, увеличивая тягу. Под влиянием уменьшающейся силы тяги винта и под влиянием части силы тяжести „а“, модель начнет спускаться, и если спуск будет пологий, то модель, коснувшись колесиками земли, слегка подпрыгнет, немного прокатится и остановится.



Чертеж 110.



Чертеж 111.



Чертеж 112.

## 5. Шасси.

Типы шасси. Колесо. Понятие о боковом ударе. Капот.

**Шасси.** Разберем несколько типов (различных устройств) шасси.

Самое простое устройство шасси показано на чертеже № 112, фиг. 1. Этот тип шасси, хотя и очень прост по конструкции, но зато имеет один существенный недостаток—соединение палочек „а“ и „в“ очень легко разрушается и шасси теряет жесткость.

Удобство этого шасси заключается в том, что подшипник подвижного крючка может находиться в стойке шасси „а“, и таким образом мы как-бы уменьшаем вес.

Лобовое сопротивление такого шасси невелико, так как шасси это состоит всего из двух частей: стойки „а“ и оси „в“.

Второй тип шасси (фиг. 2), который был уже рассмотрен при описании модели планера, и хотя имеет большее, чем первый тип, лобовое сопротивление, но зато и прочность такого шасси весьма велика, пока хорошо держат расчалки (нитки или тонкая проволока). Как только расчалки ослабнут, то шасси легко может свернуться.

Наконец—третий тип шасси (фиг. 3). Шасси такого типа наиболее прочно, так как оно имеет по два жестких деревянных подкоса „п“, и, при достаточно прочном соединении стержней шасси друг с другом, оно может обойтись вовсе без растяжек, что весьма уменьшает лобовое сопротивление шасси.

Четвертый тип (см. черт. № 113, фиг. 4) разнится от третьего лишь расположением оси. У третьего типа ось немного впереди, а у четвертого—ось находится между подкосами.

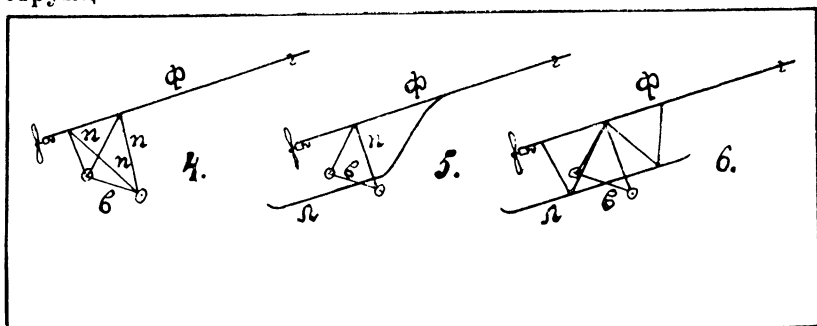
Для предохранения винта от поломок при посадках иногда пристраивают лыжу, выступающую вперед за винт так, что при посадке лыжа всегда раньше встретит препятствие, чем винт (фиг. 5 и 6).

Более подробно устройство шасси мы рассмотрим при описании моделей.



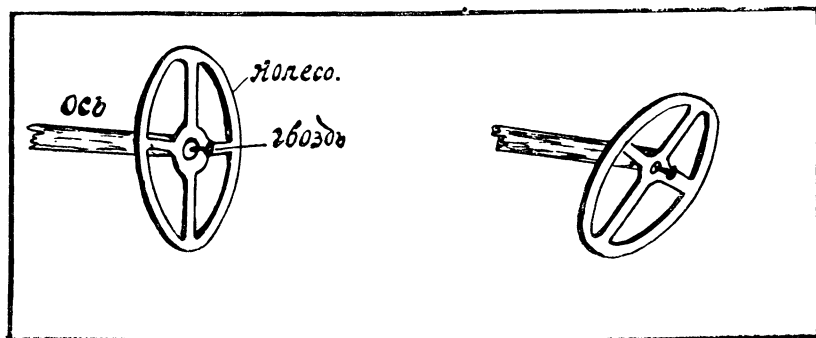
Разберем конструкцию колес.

**Колеса.** Колеса для модели должны быть прежде всего легкими, затем—прочными. Таких легких и прочных конструкций имеется несколько.



Чертеж 113.

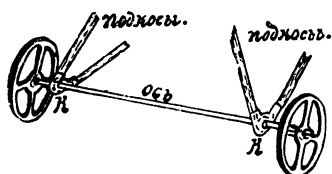
Самое простое колесо—это выпиленный из фанеры или вырезанный из толстого картона кружок (черт. № 114). Но такие колеса очень трудно заставить вращаться правильно. В самом деле, если мы такое колесо просто прибьем к оси



Чертеж 114.

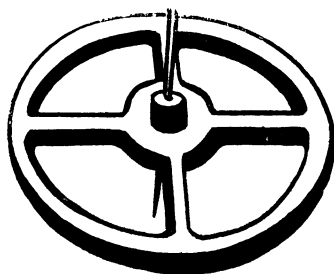
гвоздиком, то колесо все время будет стараться наклониться и будет при вращении „ковылять“ или описывать восьмерки, а иной раз и совсем отказывается вращаться: просто—„заедает“; тогда при разбеге модели может получиться „капот“, т. е. модель станет на нос. При этом модель может сильно пострадать. Да если не произойдет капота, то все же такие колеса будут сильно затруднять взлет. Для того, чтобы отчасти избавиться от этого неудоб-

ства, поступают так. Делают ось свободно вращающейся в двух подшипниках—башмачках „к“ внизу ног шасси (подкосов, черт. №№ 115 и 115-а). На эту ось насаживают колеса плотно с клеем. Таким путем мы избавимся от одного недостатка, но зато встретимся с другим.



Чертеж 115.

оба колеса, благодаря общей оси, будут обязательно делать одинаковое число оборотов. При разбеге же, так как не всегда бывает ровный участок для разбега (старт), одно колесо может, благодаря неровности пути, отстать или опередить другое колесо. Неизбежно будет не качение колеса, а скольжение его по земле, и тогда опять может произойти капот. Гораздо



Чертеж 116.

получить колесо, которое некоторое время будет хорошо работать. Такое колесо не выдерживает одного, а именно— „бокового удара“.

**Понятие о боковом ударе.** Пусть модель перед самой посадкой получила от порыва ветра легкий крен и толчек в бок. Тогда она естественно пойдет на посадку боком и встретит землю одним колесом (черт. 117 и 118).

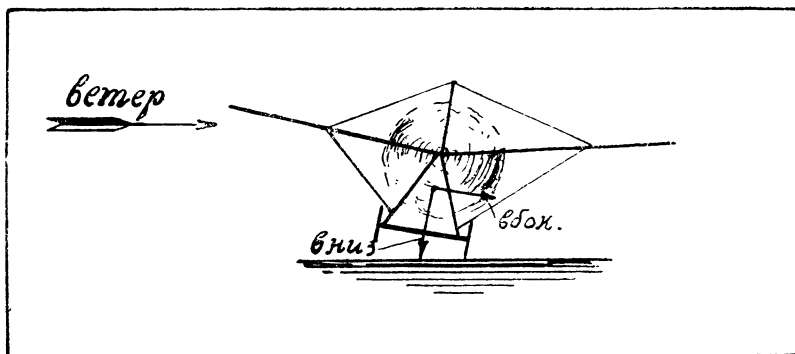
Во-первых, — ось около подшипников легко ломается; во-вторых, — колеса должны быть строго одного диаметра, иначе даже на гладком полу модель при взлете и посадке будет заворачивать. С другой стороны,



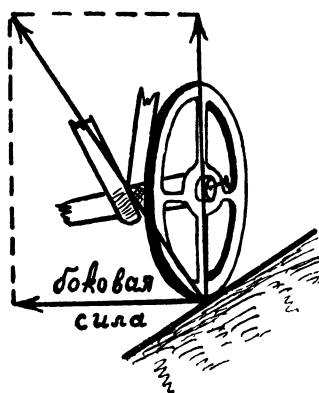
Чертеж 115-а.

проще и лучше самую ось делать неподвижной, устраивая в колесах втулки, которые не дадут колесу болтаться на оси. В таком случае и само шасси получится гораздо устойчивее.

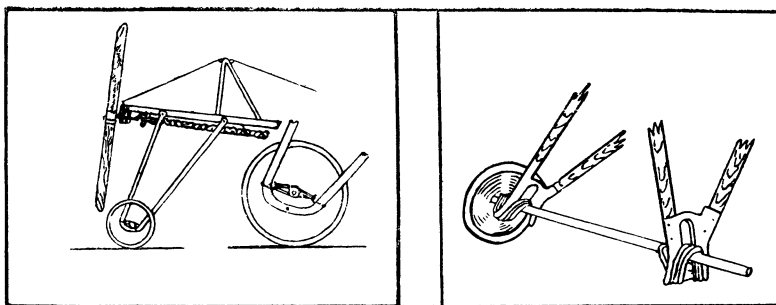
Если вставить с клеем в колеса достаточно длинную 7—10 мм. втулку (черт. 116), то можно



Чертеж 117.



Чертеж 118.



Чертеж 119.

Чертеж 120.

Колесо, в свою очередь, также получит со стороны земли боковой удар. Колесо описанной конструкции может легко сломаться во втулке. Следовательно, задача заключается в том, чтобы дать колесо устойчивое в случае бокового удара. Колеса типов, описанных при описании планера..., как раз и являются колесами достаточно прочными, легкими и простыми в выполнении; кроме того, эти колеса имеют достаточно „удобообтекаемую“ форму.

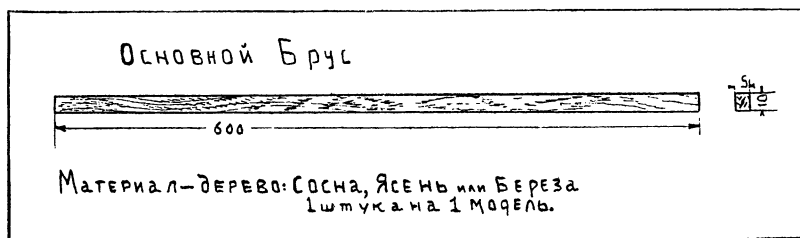
**амортизация.** Так называют способность шасси смягчать удар. Для этой цели ось не вплотную скрепляется с шасси, а помощью резинового шнура (амортизатора). Снизу в башмаке, соединяющем подкосы шасси, делается щель. В эту щель пропускают ось и привязывают ее к шасси резиной. При толчках ось будет уходить вверх по щели и растягивать резину (черт. 119 и 120).

## 6. Модели самолетов.

1. Модель самолета со свободонесущим крылом простейшей конструкции.
2. Модель „Ласточка“. 3. Модель „Утка“ и ее преимущество. 4. Модель Рейгнера. 5. Модель с вынесенным стабилизатором. Скос потока.

### I. Модель простейшей конструкции.

**Основной брус** (черт. 121). Нужно сделать из ясеня, березы или сосны палочку четырехугольного сечения. Длина палочки—600 мм., толщина палочки—10 мм., ширина палочки—



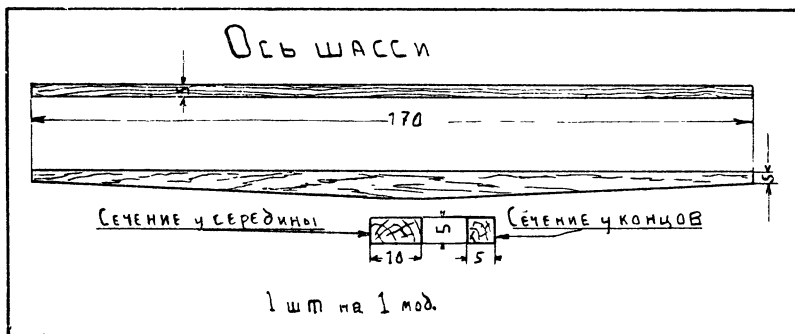
Чертеж 121.

5 мм. Нужно палочку гладко выстругать рубанком. В крайнем случае, можно обойтись перочинным ножом. Но благодаря неровности может быть неудача при постройке модели. Дерево нужно брать сухое, без сучков, прямослойное. На

чертеже дан разрез бруска (сбоку — маленький четырехугольник), чтобы показать, что брус четырехугольный. Такой разрез и называют сечением.

**Шасси.** Наше шасси состоит из следующих частей: стойки шасси, оси шасси, двух колес и угольников, соединяющих стойку шасси с основным брусом.

**Ось шасси** (черт. № 122) делается из того же материала, что и брус. Посредине ось, если смотреть на нее сверху, имеет утолщение и суживается к концам. Таким образом и выходит, что у середины ось имеет размеры сечения  $10 \times 5$  мм., а у концов —  $5 \times 5$  мм. Длина оси — 170 мм. Нужно после того, как ось совсем отделана, наметить карандашом ее середину.

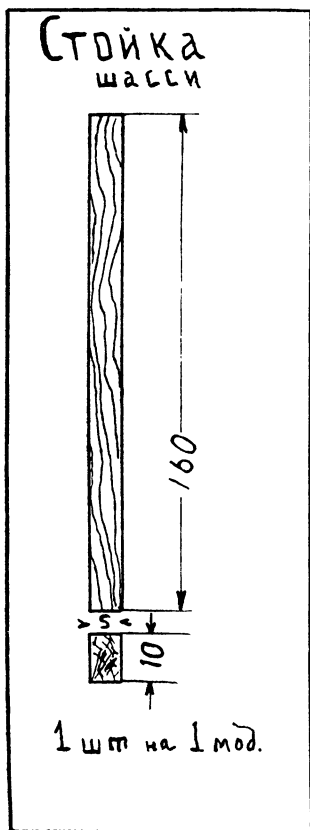


Чертеж 122.

**Стойка шасси** (черт. № 123) так же, как и ось, делается из одного материала с брусом. Длина ее — 160 мм. и сечение ее повсюду одно и то же —  $5 \times 10$  мм. Нужно ее тщательно обрезать с торца под угольник.

**Колеса.** Лучше всего колеса сделать из тонкой жести или из алюминиевой пластинки. Делаются колеса так: сперва нужно вырезать кружок диаметром в 50 мм. Значит, ножки циркуля при очерчивании круга будут стоять друг от друга на 25 мм. Затем, если кружок жестяной, то нужно его облегчить вырезами, а если алюминиевый, то можно этого и не делать. Когда кружок готов, то нужно придать кружку выпуклость. Делается это так: берется молоток с полукруглым или выпуклым обухом. Положив кружок на обух молоточка, другим молоточком бьют его

по середине кружка, вращая постепенно диск и перенося удары к краям диска (черт. № 124). Главным образом нужно бить по середине. Таких выпуклых кружков нужно 4 шт.



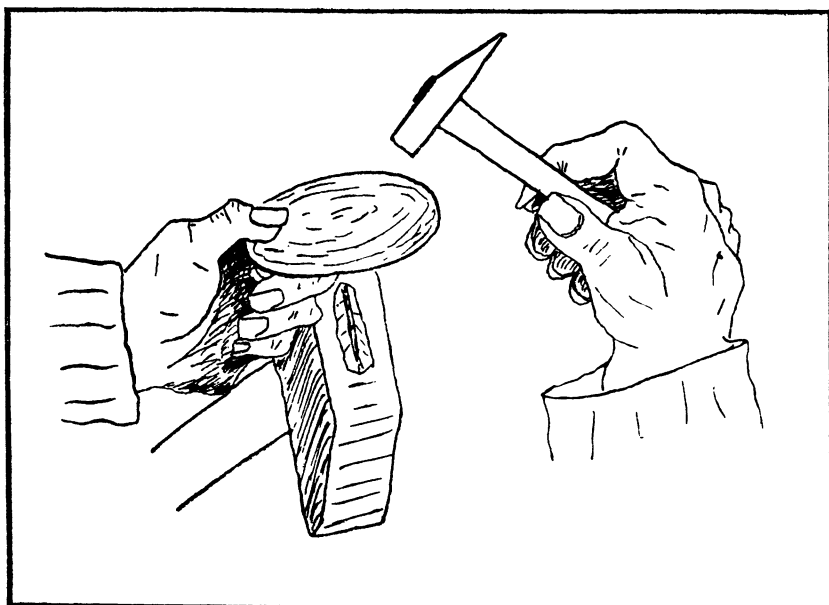
Чертеж 123.

В середине кружка нужно сделать дырку под такой гвоздик, каким вы располагаете. Если теперь обрезать тоненькое кольцо шириною в 5—6 мм. от велосипедной камеры и надеть на колесо, то получится выпуклое колесо с резиновой шиной (см. черт. № 125).

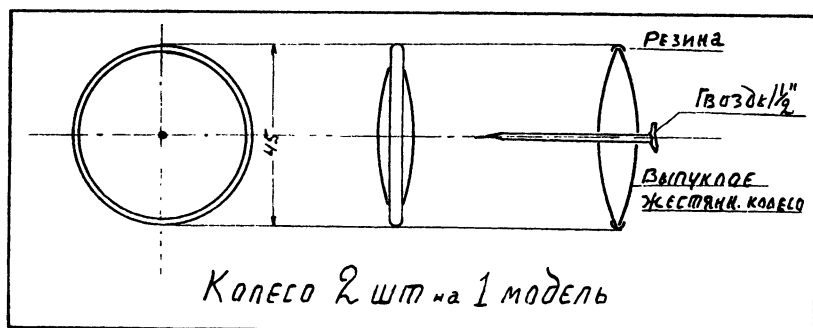
Угольники (черт. № 126). Угольники делаются из 3-х или 2-х мм. фанеры. Нужно следить за тем, чтобы фанера не трескалась и не была бы расщеплена при вырезывании. Лучше всего такой угольник выпилить лобзиком.

Сборка шасси (черт. № 127). Берут ось и, обмотав тщательно нитками с клеем концы оси, приколачивают колеса на место. Полезно шилом наколоть дырки для безошибочного направления гвоздей при забивании. Затем, по намеченной середине оси, делают наколы для двух гвоздей и забивают  $\frac{1}{2}$ -дюймовые гвозди. Когда гвозди только покажутся с другой стороны оси, то приставляют стойку так,

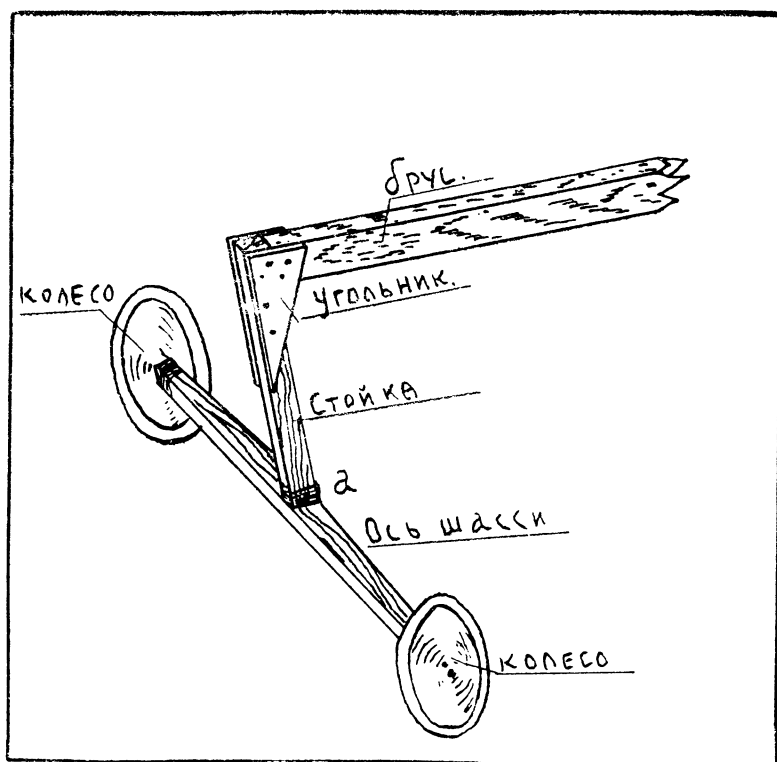
чтобы гвозди по возможности не раскалывали стойку; для этого конец стойки тоже обматывают нитками. Нужно так прибивать ось, чтобы столярный угольник одинаково плотно приставлялся с обеих сторон. Когда ось прибита к стойке, то следует, приложивши на краю стола основной брус так, чтобы стойка прямо пошла по угольнику, прибить с клеем и гвоздями сначала один угольник фанеры, а затем с другой стороны—другой. При этом нужно наблюдать, чтобы ось стояла правильно по движению полета, дабы самолет при разбеге не заворачивал. Для этого смотрят сверху на брус и ось.



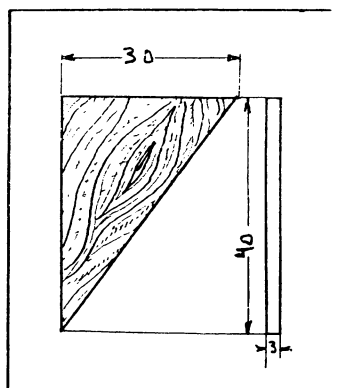
Чертеж 124.



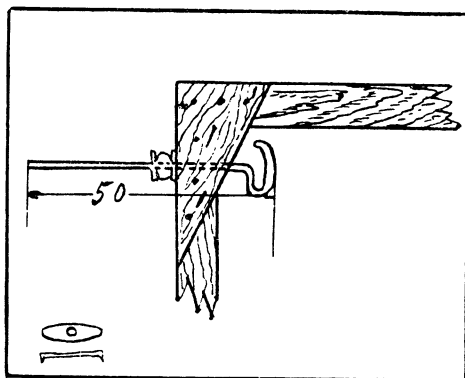
Чертеж 125.



Чертеж 127.



Чертеж 126.



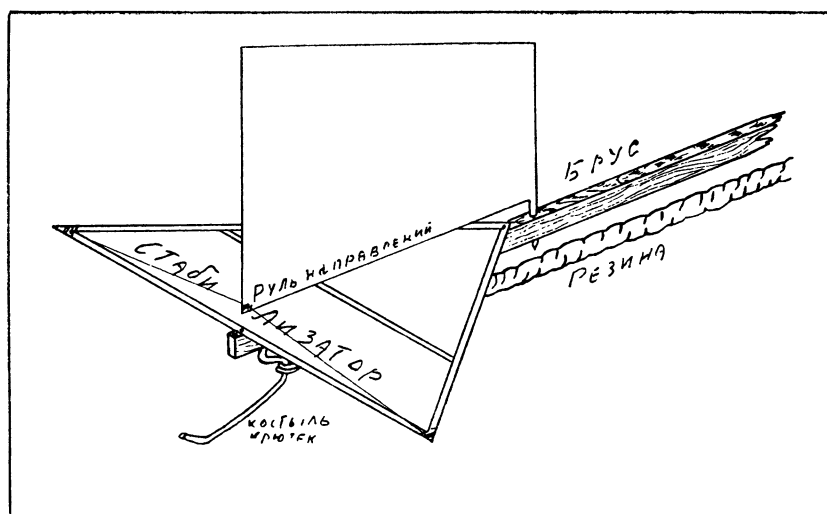
Чертеж 128.



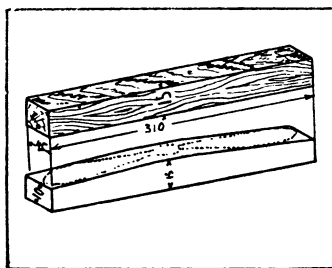
**Крючек для пропеллера** (черт. № 128). Теперь нужно сделать дырку в 1—2 мм. диаметром в стойке шасси, точно по середине стойки, отступя от верхнего края на 26 мм. В эту дырку нужно просунуть крючек—ось для пропеллера. Крючек этот делается из проволоки в 1—2 мм., какая есть под руками. Вид этого крючка показан на чертеже. Затем для того, чтобы уменьшить трение, нужно надеть на ось шайбочку из жести, потом бусину и еще шайбочку. Шайбочку лучше сделать из кусочка жести, как показано на черт. № 128 внизу и концы ее загнуть, чтобы они, впившись в дерево стойки, не давали шайбе вертеться и бусина скользила бы по жести.

**Неподвижный крючек** (черт. № 129). Другим крючком для резины служит задний упорный костыль бруса. Этот костыль делается из такой же проволоки, что и ось пропеллера. Устройство его видно на чертеже. Нужно только смотреть, чтобы костыль не царапал землю при движении модели.

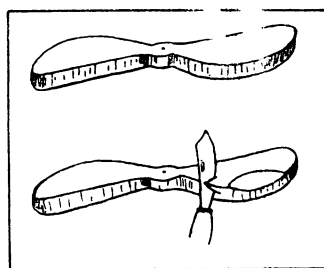
**Пропеллер** (черт. №№ 130—133). Пропеллер нужно делать из липы, так как она всего легче режется. Заготавливают кусок дерева длиной 300 мм., шириною 45 мм. и толщиной 15 мм. Потом к концам бруса состругивают до толщины 10 мм. Теперь приступают к выпилке контура самой фигуры пропеллера, как показано на черт. № 131. Для того, чтобы покрасивее вышел пропеллер и чтобы он лучше работал, нужно сделать лопасти совершенно одинаковыми по очертанию. Для этого поступают так. Делают первую, лопасть и когда уже первая лопасть очерчена, то заготавливают шаблон и по этому шаблону очерчивают вторую лопасть. Очерченная лопасть вырезается, как и первая. Теперь нужно приступить к вырезанию самих лопастей и приданию по частям необходимой толщины и наклона. Как последовательно получается лопасть — видно из чертежей №№ 132 и 133. Нужно придерживаться следующего правила: чем ближе ко втулке винта, тем лопасть толще и круче поставлена, чем ближе к концу лопасти, тем тоньше лопасть и меньше наклонена. Когда пропеллер готов, то его надевают на подвижной крючек и загибают свободный конец проволоки (который свободно торчит из



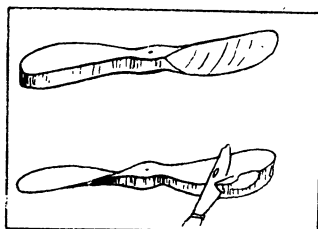
Чертеж 129.



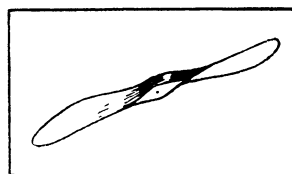
Чертеж 130.



Чертеж 131.



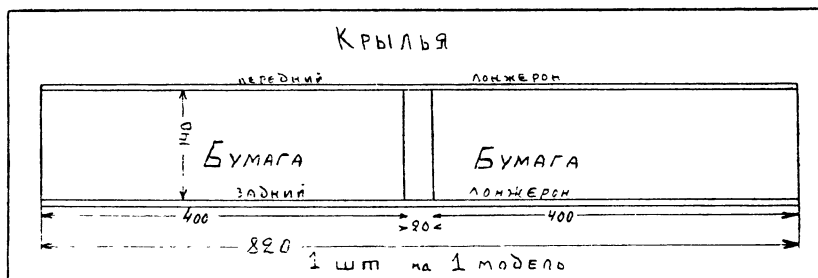
Чертеж 132.



Чертеж 133.

пропеллера), чтобы заставить пропеллер вращаться вместе с крючком.

**Крылья** (черт. № 134). Строится крыло для нашей модели так. Заготовим две длинные палочки. Лучше всего для этого взять 3-х мм. фанеру и отпилить пилою полоску шириною в 5 мм., длина полоски должна быть 820 мм. Основные палочки крыла называются лонжеронами. Когда

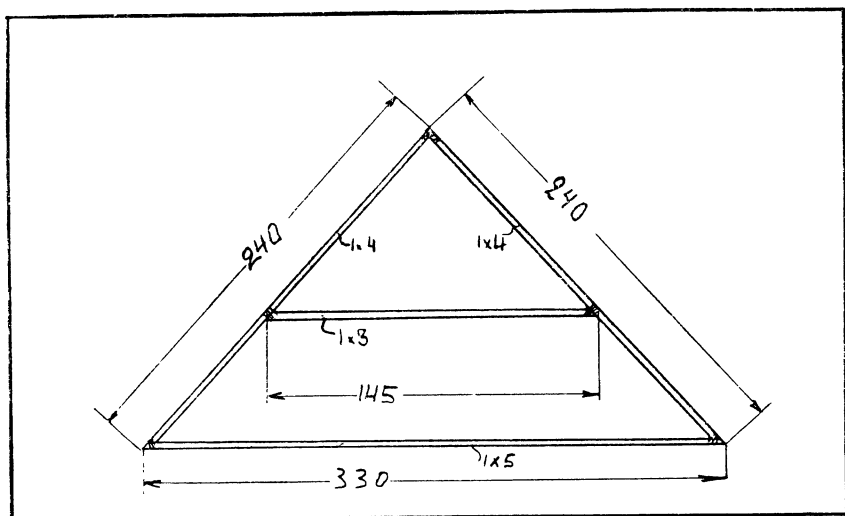


Чертеж 134.

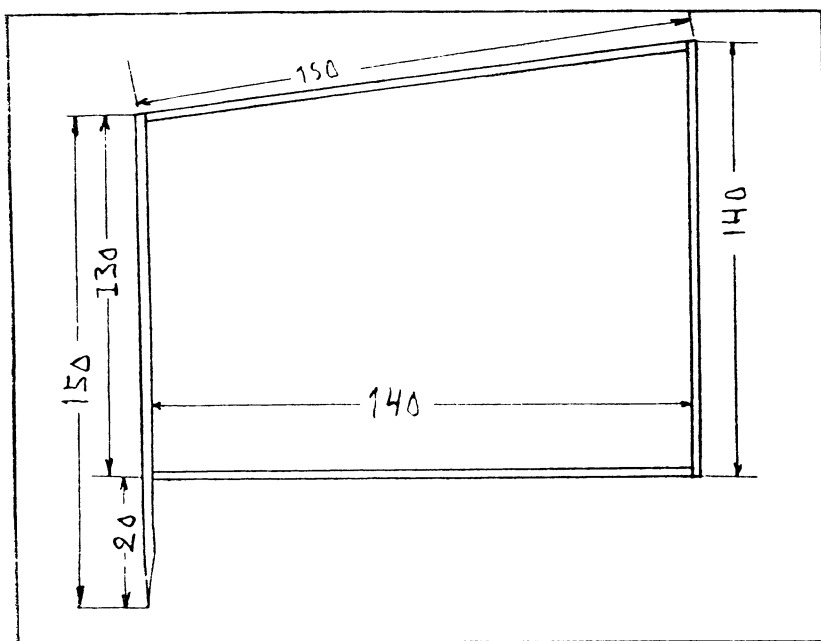
лонжероны заготавливаются, их следует хорошо почистить шкуркой. Затем намечаем карандашом точно середину лонжеронов. Теперь из бумаги (можно газетной, а лучше всего пергаментной—такой бумагой в молочной завертывают сыр и масло) вырезают два прямоугольника длиною в 400 мм. и шириною в 140 мм. Эти два куса бумаги нужно наклеить на лонжероны. Наклеить нужно без морщин. Когда бумага наклеена, то для просушки крыло лучше положить под тяжесть.

**Стабилизатор** (черт. № 135). Стабилизатор состоит из деревянной рамы, обтянутой с одной стороны бумагой. Рама треугольного вида и состоит из одной палочки длиною 320 мм., шириною 5 мм. и толщиною 1 мм. и двух одинаковых,—длинною 240 мм., шириною 4 мм., толщиною также 1 мм. Для жесткости делают еще одну палочку длиною в 145 мм., толщиною в 1 мм. и шириною в 3 мм. Все соединения палочек нужно сделать нитками и клеем. Когда рама готова, наклеивают бумагу и кладут под какую-либо тяжесть.

**Руль направлений** (черт. № 136). Руль направлений состоит из деревянной рамы, обтянутой с двух сторон бумагой. Рама четырехугольного вида и состоит из четырех

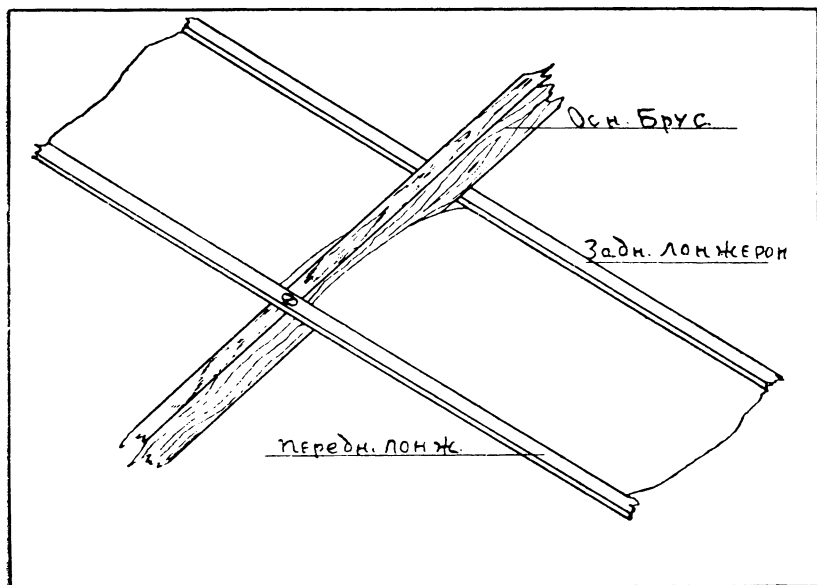


Чертеж 135.



Чертеж 136.

палочек. Основная палочка—длиною в 150 мм., 4 мм. диаметром, на одном конце заострена. Верхний конец ее расщепляется и туда вставляется плоская палочка длиной 150 мм., толщиной в 2 мм. и шириною в 4 мм. На расстоянии 20 мм. от конца заостренного края основной палочки делается небольшая щель и в эту щель всовывают нижнюю планку рамы длиной в 140 мм., толщиной в 2 мм. и шириною в 4 мм. Задняя палочка в 140 мм. длины имеет ширину 4 мм. и толщину 1 мм.

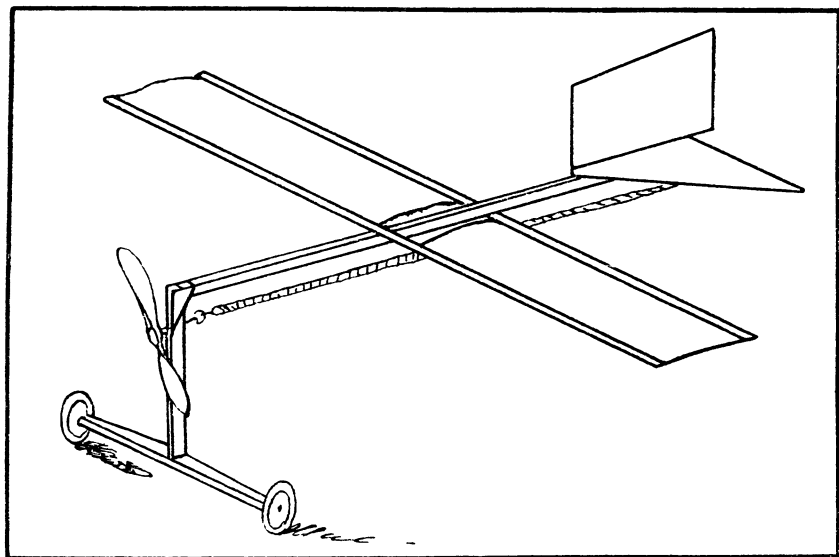


Чертеж 137.

**Сборка.** Прежде всего надевают крылья так, чтобы передний лонжерон был над брусом, а задний под брусом (черт. № 137). Затем привязывают слегка ниткой или резинкой лонжероны крыла и прибивают гвоздями стабилизатор, как указано на чертеже № 129. В дыру около конца стабилизатора всовывают стойку руля направления. Надевают резину. Теперь находим центр тяжести всей модели. Центром тяжести называют такое место на модели, что если в этом месте подпереть модель, то модель не будет наклоняться вправо или влево, ни вверх, ни вниз. В то же время нужно двигать крылья так, чтобы этот центр тяжести при-

шелся в передней трети ширины крыльев. Значит, для нашей модели центр тяжести может находиться на расстоянии от переднего лонжерона в 45—50 мм.

Как только центр тяжести придется на это место, можно укрепить в таком положении крылья. Общий вид собранной модели показан на черт. 138.



Чертеж 138.

Если есть под руками весы, то очень полезно произвести взвешивание. Веса частей нашей модели таковы:

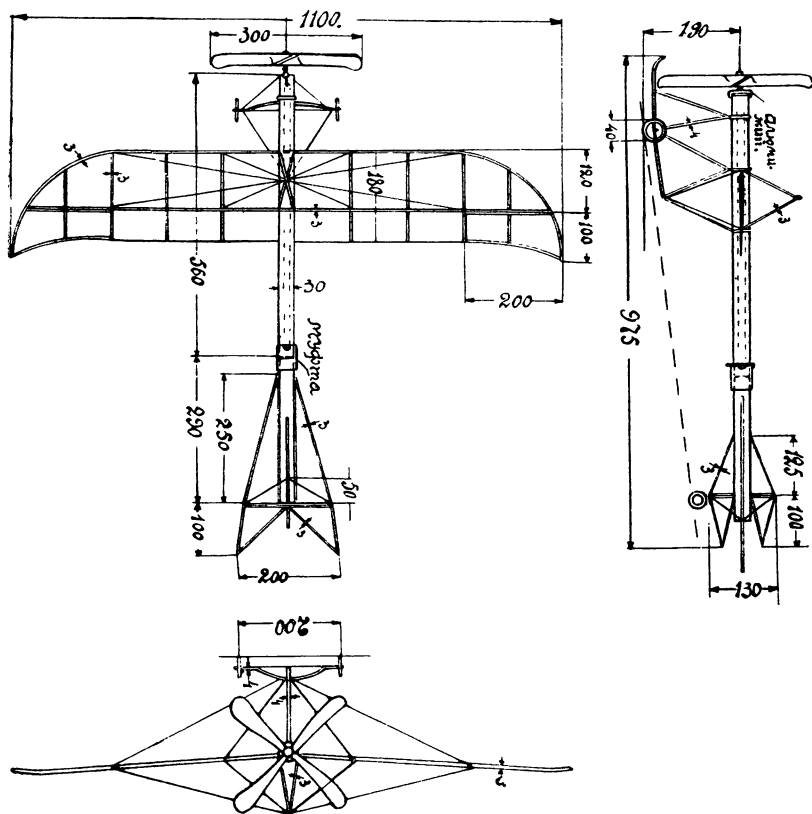
Пропеллер . . . . .	15 гр.
Брус . . . . .	25 „
Стойка . . . . .	10 „
Ось с колесами . . . . .	22 „
Резина . . . . .	10 „
Крылья . . . . .	15 „
Стабилизатор . . . . .	3 „
Рудь . . . . .	6 „
Крючки с бусиной . . . . .	4 „

---

Всего . . 110 гр.

## II. Модель „Ласточка“ (Черт. 139).

Как видно из чертежа, эта модель действительно несколько напоминает ласточку. Это—моноплан с растяжками и четырехлопастным винтом. Опишем способ его изготовления.

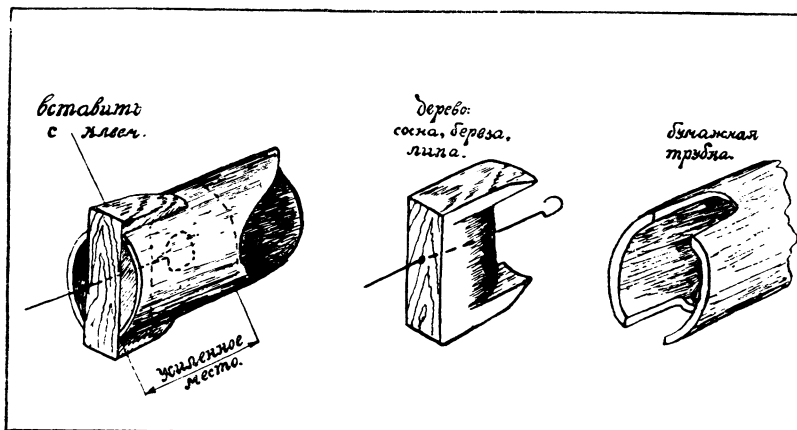


Чертеж 139.

Фюзеляж сделан из одной разъемной трубки. Трубка эта делается из пергамента. Нужно взять деревянный стержень круглый, диаметром в 3 см. и затем, намазав бумагу с одной стороны клеем (столярным или синдетиконом), наворачивать бумагу на деревянный стержень. Одна трубка делается длиною в 56 см., а другая покороче—29 см. Когда клей просохнет, трубки снимают с болванки. Всего наклеивают 5—6 слоев бумаги. Такая конструкция при весе всего в 30 гр. обладает огромным сопротивлением сжатию и кру-

чению. На концах длинной трубки делают небольшое утолщение, добавляя несколько слоев бумаги внутрь трубки для того, чтобы „усилить“ концы для прикрепления переднего подшипника мотора и заднего неподвижного крючка. Резина помещается только в длинной трубке, а короткая служит для прикрепления оперения (хвост и рули). Соединяются обе трубочки помощью муфты. Короткую трубку надевают после установки резины в длинной трубке.

В усиленном конце длинной трубки делается небольшой вырез и в него вставляют передний подшипник мотора (см. черт. 140). Вид самого подшипника указан на чертеже.



Черт. 140.

Что касается укрепления заднего упорного штыря для резины, то его изготовление и установка не требуют никаких разъяснений.

**Шасси.** Как видно из чертежа, шасси сделано по типу пятому, с предохранительной лыжей для пропеллера. Подкосы шасси крепятся к фюзеляжу посредством либо легких алюминиевых хомутиков, либо помощью деревянных колец, которые крепятся прямо к трубке клеем (черт. № 141).

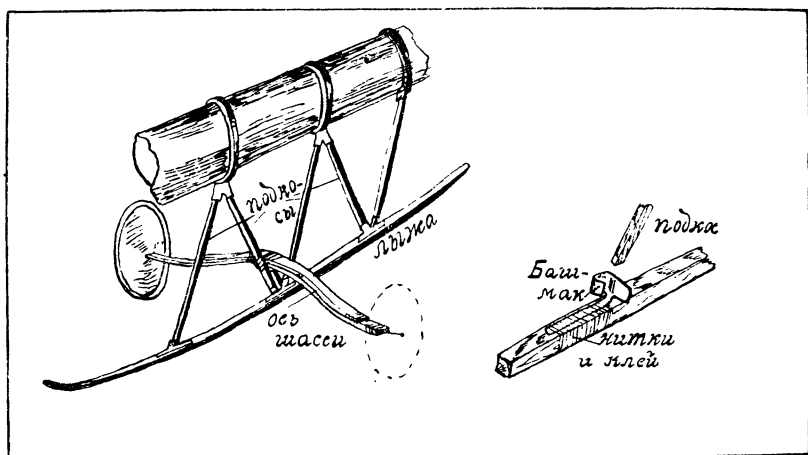
Соединение самих подкосов с кольцами устраивается путем небольших накладочек-башмачков. Ось шасси лучше сделать слегка изогнутую, чтобы она немного пружинила при толчках. Хорошо ось сделать из двух деревянных оди-



наково изогнутых планок. Соединение подкосов с лыжей указано на чертеже.

**Крылья.** Размеры и очертания крыльев указаны на чертеже, добавим только, что нужно так сделать, чтобы к двум последним кольцам на фюзеляже пришлись и подкосы шасси и лонжероны крыльев.

Расчаливают крылья вниз к шасси и вверх к специальному кабанчику из четырех палочек. Кабанчик крепится также к кольцам.



Чертеж 141.

Оклеивается крыло снизу, сверху же советуем лишь приклеить узенькие полосочки по нервюрам для того, чтобы сделать остов крыла жестче.

Как видно из чертежа, задняя кромка мягкая, т. к. задний лонжерон находится не на конце крыла.

Наилучшим материалом для изготовления крыльев служит тростник или камыш; в крайнем случае, легко можно заменить тростник сосной, хотя при этом модель выходит вообще хрупкой.

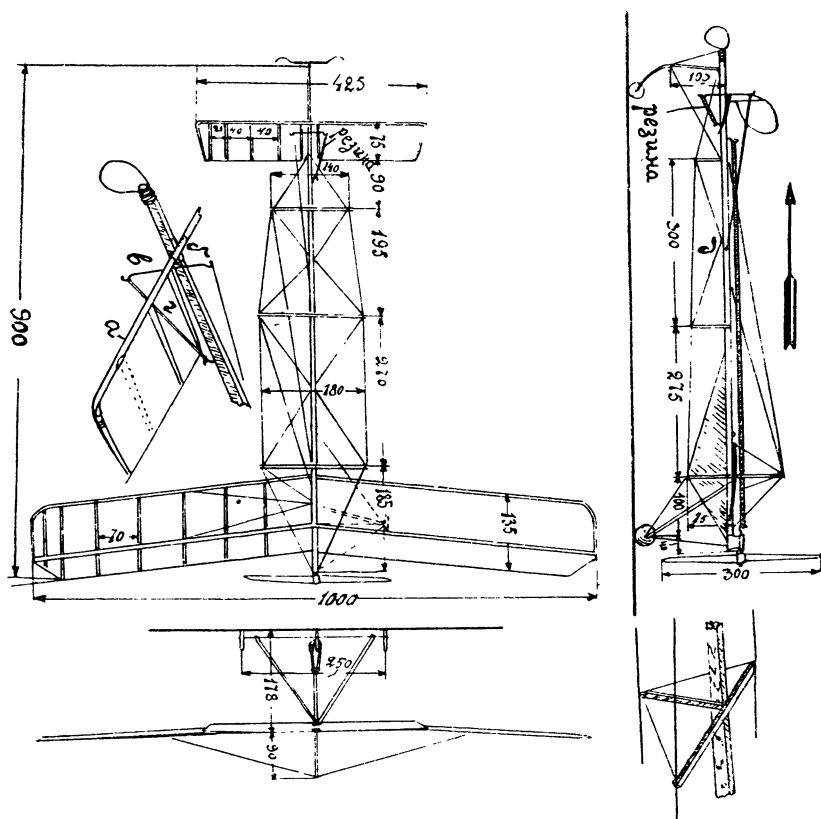
**Мотор**—резиновый; его данные таковы: длина нитей—520 мм, число нитей—20—24 штуки, площадь поперечного сечения нити—4 мм<sup>2</sup>.

**Винт** делается лучше 4-хлопастный, диаметром 300 мм, шаг—400 мм.

Модель летает хорошо, примерно, 80—110 метров. Общий вес ее около 200 гр. При поверхности в  $11,0 \times 1,8$  дц. =  $= 19,8$  дц<sup>2</sup>, нагрузка на 1 дц<sup>2</sup> в граммах  $= 200 : 19,8 =$  около 10 гр/дц<sup>2</sup>.

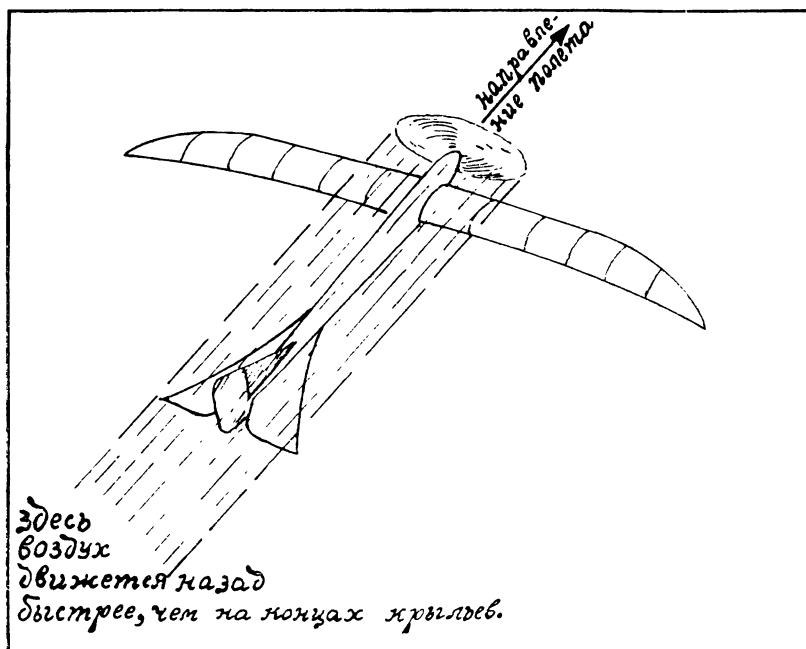
### III. Модель моноплана типа „Утки“ (Черт. № 142).

Эта модель замечательна тем, что летит хвостом вперед. Замечено, что вообще модели хвостом вперед летают лучше. В самом деле, если винт тянущий, то всегда фюз-

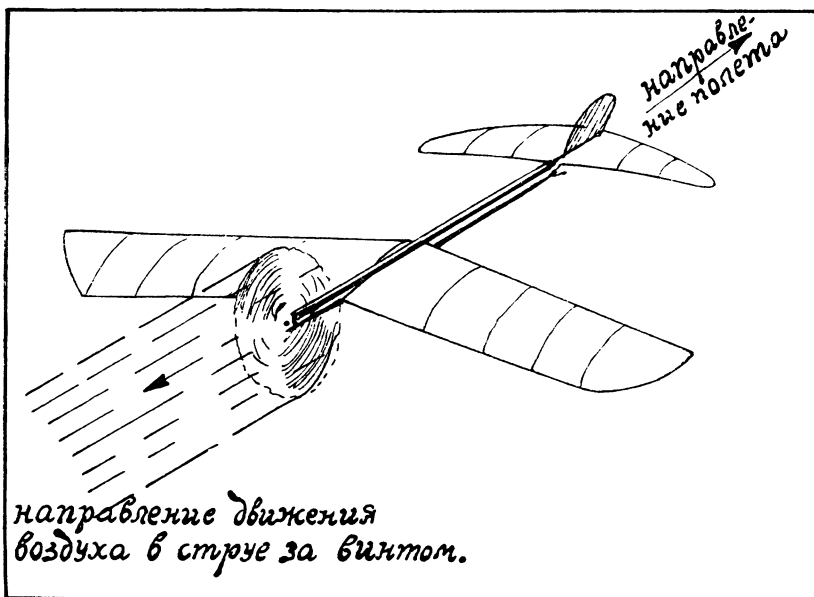


Чертеж 142.

ляж, части крыльев у фюзеляжа и оперение испытывают обдувание от струи, отброшенной пропеллером (черт. № 143). Поэтому лобовое сопротивление модели при работающем моторе будет больше, чем при планировании, когда винт



Чертеж 143.



Чертеж 144.

не отбрасывает струю назад. Следовательно, часть работы винта идет на увеличение вредного для нас лобового сопротивления. Если же мы винт поместим сзади модели, так что отбрасываемая струя не даст добавочного лобового сопротивления для модели (черт. № 144), то мы используем работу пропеллера больше (он будет выгоднее работать), чем в первом случае. Такой тип самолетов, летающих хвостом вперед, называется „уткой“. Особая трудность при постройке этого типа моделей заключается в том, что нужно очень точно уравновесить модель и поместить центр тяжести между крыльями и стабилизатором.

**Фюзеляж** делается из тополя (можно и из сосны) и имеет следующие размеры: длина—1.150 мм, толщина—4—4,5 мм, высота в середине—15 мм, к концам падает до 10 мм. Крепление пропеллера по типу „Г“ (черт. № 55). Неподвижный крючок укреплен на расстоянии 100 мм. от конца.

Как видно из чертежа, фюзеляж усилен стойками и растяжками. Сечение этих стоек можно взять 2,5—3 мм.

**Шасси** весьма просто и выполняется по второму типу. Обращаем внимание, что фюзеляж при взлете должен быть горизонтален, для этого устраивают на конце его костылек с колесиком.

**Крылья и хвостовое оперение** изготавливаются так же, как и у „Ласточки“; форма их видна из чертежа.

**Мотор**—резиновый, имеет 20—30 ниток 2-х мм. сечения, длиной в 650 мм.

**Стабилизатор** является одновременно и рулем глубины. Весь стабилизатор может поворачиваться около переднего лонжерона „а“ на шарнире „б“. Для того, чтобы стабилизатор работал более правильно, его закрепляют не намертво, а устанавливают наилучшим для полета образом так: через лонжерон пропускают кусочек стальной проволоки „в“, один конец ее помощью резины „г“ оттягивается так, что резина стремится уменьшить угол атаки. На другом конце проволоки привязывается тонкая цветочная проволока „д“, изменяя длину проволоки „д“, можно менять угол атаки стабилизатора. Также меняется и угол установки руля на правлений.

**Крылья** помещают при предварительной пробе на расстоянии 200—250 мм. от переднего конца бруса. Оконча-

тельно крылья прикрепляются в том месте, которое они будут занимать при самом удачном полете. Прежде чем приступить к испытанию в полете с мотором, следует неоднократно испытать модель в планировании с небольшой высоты.

Общий вес модели, примерно, около 200 гр.

#### IV. Модель Рейгнера.

Одно из преимуществ модели „Рейгнер“ — это способность пологого планирования, когда завод мотора оканчивается.

Ее небольшие размеры, простота изготовления, достаточная дальность полета (свыше 60 метров) и пр. позволяют рекомендовать ее, как одну из хороших моделей.

Надо заметить только, что постройка ее требует точности, исполнение должно быть тщательное, отступления от приведенных ниже чертежей могут привести к тому, что модель совсем не полетит.

Постройку модели надо начинать с приготовления основного бруса. Он должен быть прямой, без сучков, четырехугольный, размером  $6 \times 6$  мм., а длиной 835 миллиметров. На чертежах №№ 145 и 146, представляющих вид модели сбоку и сверху, основной брус обозначен буквой „а“. К этому брусу „а“ крепится шасси посредством подкосов „б“ и лыжи „г“.

Подкосы „б“ делаются из тростника, разрезанного вдоль и слегка согнутого над паром. Лыжа делается из целого тростника. Кривизна, показанная на чертеже, придается лыже тоже распариванием.

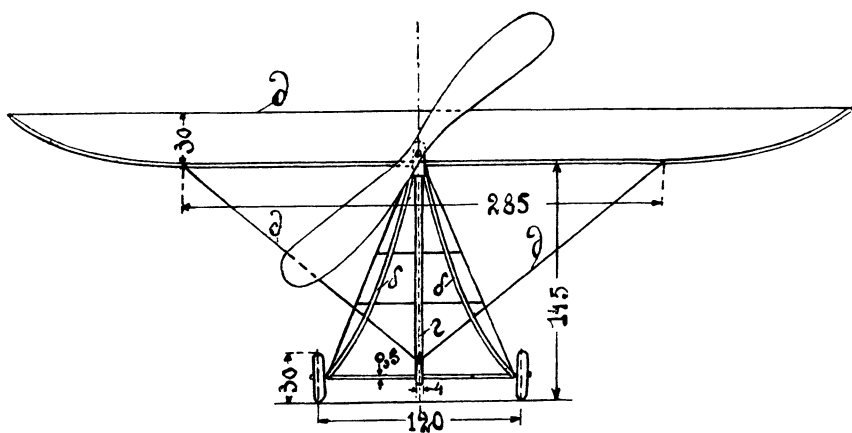
Подкосы и лыжа прикрепляются к основному брусу нитками с клеем. Для большей прочности от лыжи протянуты еще нитяные растяжки „д“.

Несущие поверхности, или крылья делают так.

Сперва готовят ободок из круглого тростника диаметром 3 мм., обозначенного на черт. 145 буквой „е“. Ободок „е“ расщепляется концом перочинного ножа; нервюры „ж“ вставляются в щели ободка с клеем. Нервюры делаются из планочек, вырезанных из тростника, с поперечным сечением  $2 \times 1$  мм. и  $1 \times 1$  мм. Снизу к нервюрам



пять ободок „е“ и лыжу „г“ к основному брусу „а“ и где надо подклеивать бумагу „з“. На чертеже № 145 показано, что крылья прикреплены к основному брусу не в середине, а таким образом, что от левого края до середины—255 мм., а от правого до середины—245 мм.



Чертеж 145-а.

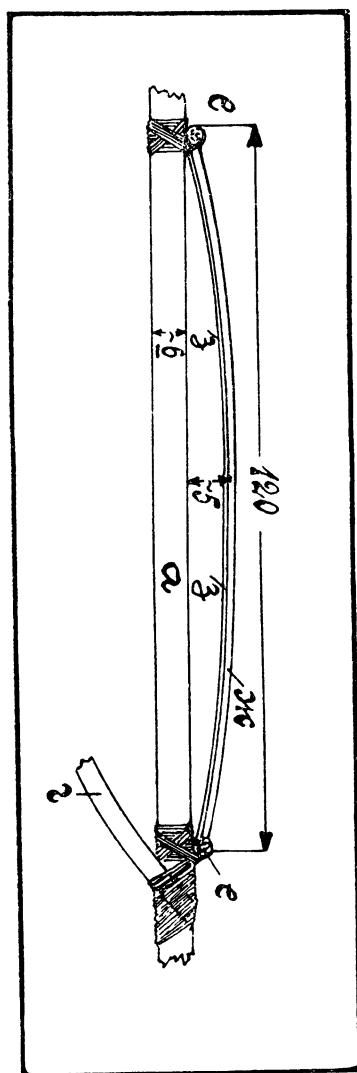
Если же несущую поверхность укрепить на основном брусе ровно по середине, то в полете, при вращении пропеллера вправо, модель будет заваливаться влево. Если левое крыло сделать больше, чем правое, то модель не будет заваливаться влево, так как крыло опирается на воздух. У нашей модели левое крыло длиннее правого на 10 мм.; следовательно у него есть добавочная площадь  $10 \times 20$  мм., которая, опираясь на воздух, не позволит модели отклоняться влево.

**Пропеллер.** Лучше делать его из нескольких склеенных тонких дощечек, но для простоты можно его вырезать и из одного бруска размером  $220 \times 35 \times 20$  мм., как это показано на черт. № 148.

Пропеллер надевают на кусок стальной проволоки длиной около 80 мм.; потом передний конец проволоки, как указано на чертеже, загибают и тянут плоскогубцами за задний конец, чтобы загнутый конец проволоки вонзился в пропеллер. Затем задний конец продевают в бусину и колодку и загибают его.

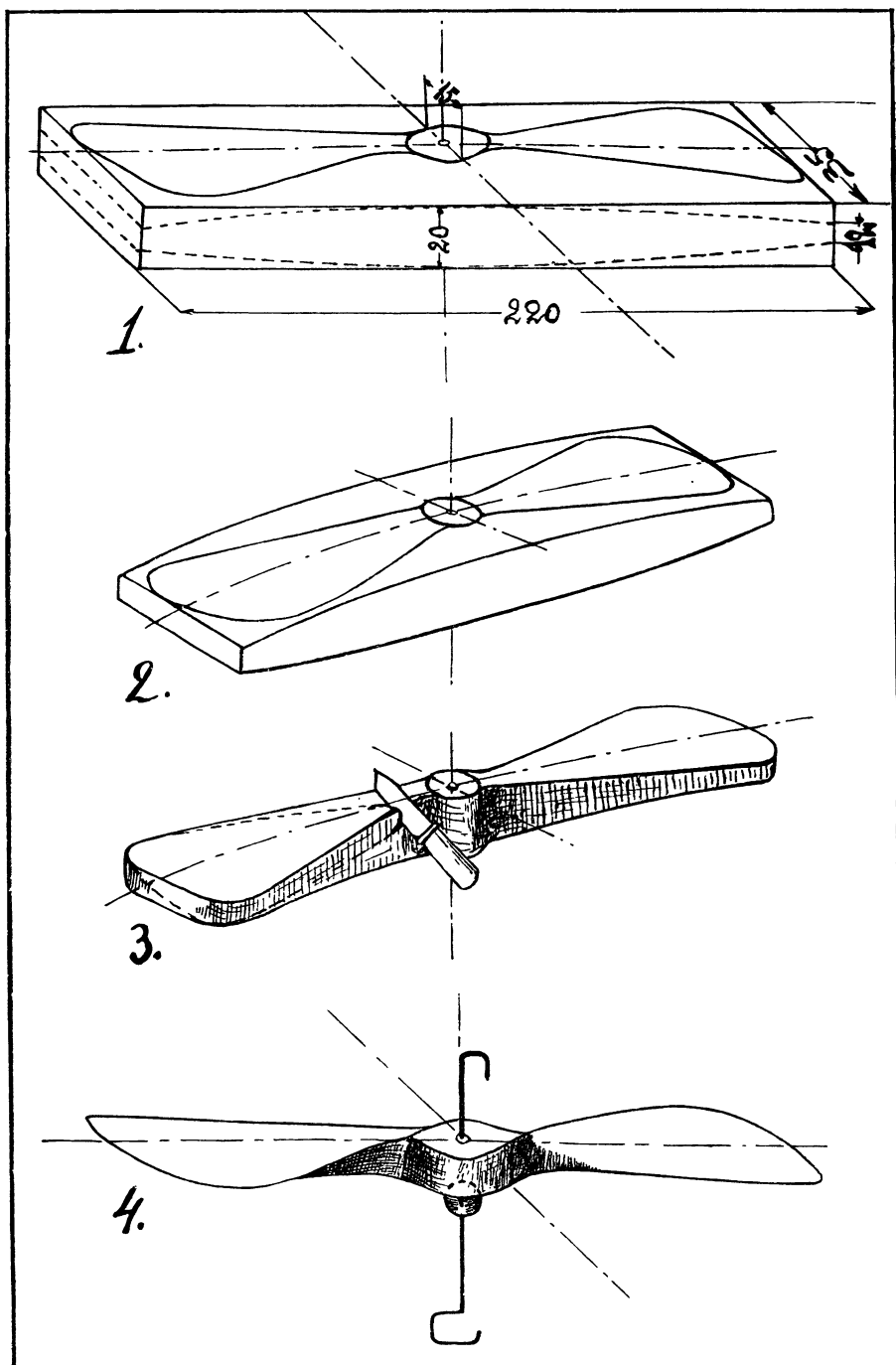




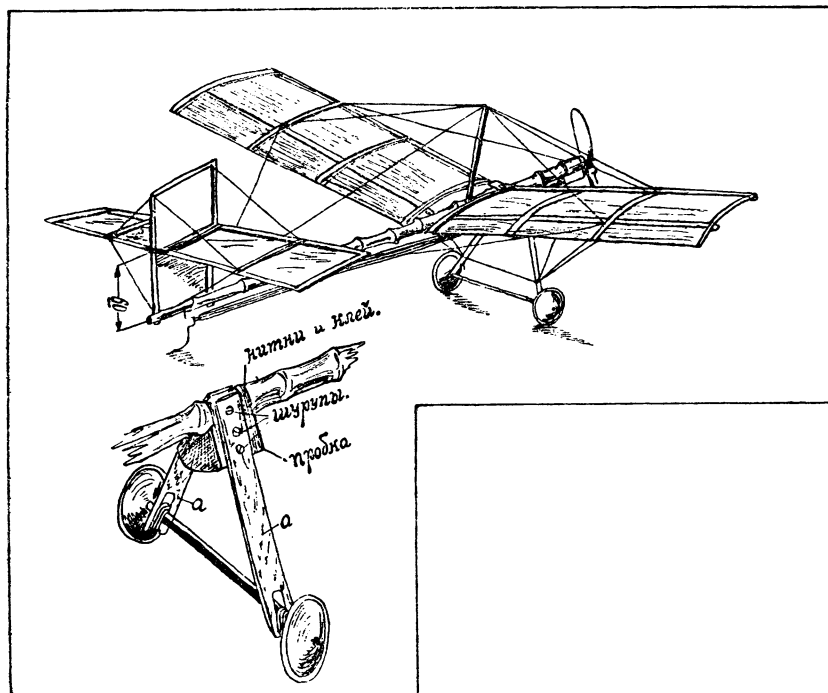


Чертеж 147.

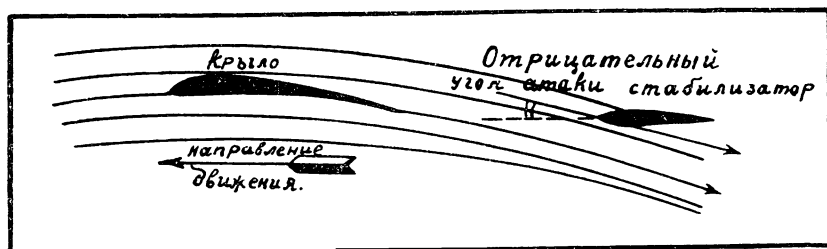
**Шасси** состоит из двух подкосов „а“ (длиною 180 мм.), сделанных из 2-х мм. трехслойной фанеры. Внизу в подкосах сделана щель для прохода неподвижной оси. Ось притягивается резиновыми нитями к низу ног шасси, где для этой цели сделано специальное углубление. Таким образом, при посадке резина немного ослабит толчек. С фюзеляжем ноги



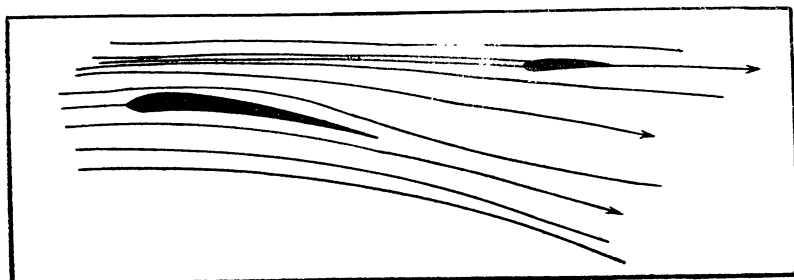
Чертеж 148.



Чертеж 149.



Чертеж 150.



Чертеж 151.

скрепляются помощью пробки, которая клеем и нитками приделана к фюзеляжу.

**Крылья** сделаны из двух лонжеронов по 450 мм. длиною и сечением  $2 \times 4$  мм. у корня и  $2 \times 2$  мм. у конца крыла. Длина нервюры 150 мм. Нервюры немного вогнуты; всего нервюр 4 штуки. Сечение нервюр  $1 \times 2$  мм.

**Стабилизатор** шириною 100 мм. и длиною (размах) от 300 мм.

**Руль направлений:** высота—120, ширина—90 мм.

**Винт** диаметром 350 мм., шаг—400 мм. Сделан из дерева (липа).

**Мотор** имеет 45 ниток по 1 мм.<sup>2</sup> сечения, длина нитей—650 мм.

**Вес модели**—170 грамм. Наибольшее расстояние полета—60 метров.

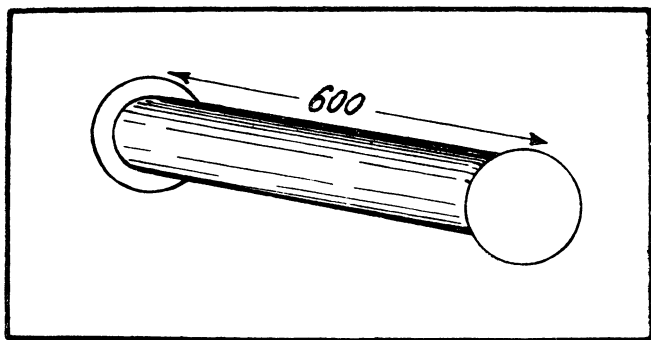
---

## **V. Модель с вращающимся цилиндром.**

Происхождение под'емной силы у вращающегося цилиндра. Корабль Флеттнера. Модель летательного прибора с вращающимся цилиндром.

### **Возникновение под'емной силы у вращающегося цилиндра.**

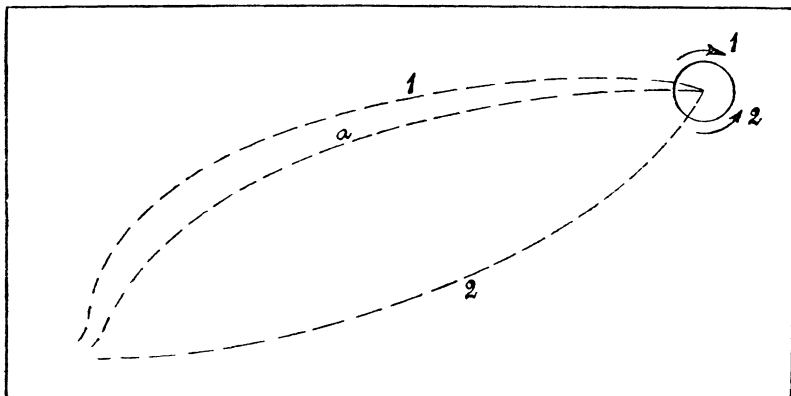
Еще давно было замечено, что артиллерийские снаряды, когда дует ветер, летят то выше, то ниже обычного пути в спокойном воздухе. Ученый, по имени Магнус, разобрался в этом явлении и теперь вы сами можете сделать простой опыт.



Чертеж 152.

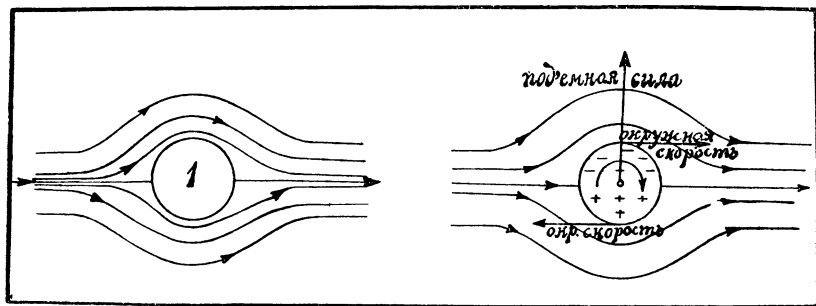
Сделаем цилиндр из чертежной бумаги (черт. № 152). На концах этого цилиндра насадим две шайбочки (т. е. два плоских круга), у которых диаметр в полтора раза больше, чем у цилиндра. Диаметр цилиндра сделаем 100 мм., а диаметр шайб—150 мм. Бросим наш цилиндр, сперва не вращая его. Тогда во время падения он опишет в воздухе путь,

примерно указанный буквой „а“ (черт. № 153). Если мы его бросим на воздух, дав ему просто руками вращение по стрелке 1, то наш цилиндр, как мы легко это можем заметить, пойдет значительно выше в воздухе,—примерно, по пути,



Чертеж 153.

указанному цифрой 1. Оказывается, что если при бросании цилиндру придать вращение в сторону стрелки 2-й, то путь его резко изменится и цилиндр пойдет по пути 2, т. е. ниже пути „а“.



Чертеж 154.

Что же заставляет наш цилиндр менять путь полета?

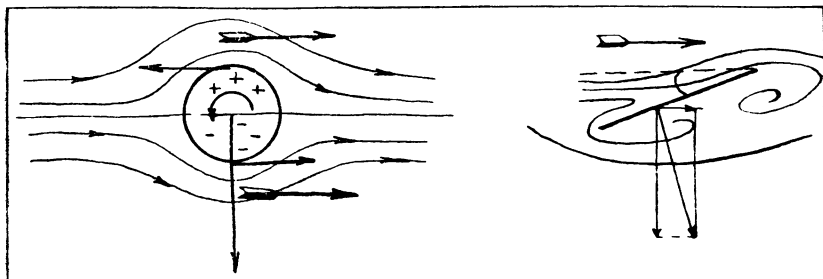
Пусть у нас цилиндр, который не вращается, встречает просто поток воздуха. Направление ветра обозначим стрелкой (черт. № 154).

Затем, пусть наш цилиндр получил вращение такое, что окружная скорость в верхней части цилиндра по направлению совпадает с направлением ветра.

Тогда в верхней части, обозначенной знаком — скорость ветра и скорость на поверхности цилиндра сложатся и мы получим, что вращающийся цилиндр как-бы подгоняет воздух в верхней своей части, и скорость воздуха над цилиндром увеличивается.

С другой стороны, под цилиндром воздух течет против „шерсти“, так как направление движения воздуха и вращение цилиндра происходят навстречу друг другу. Можно сказать, что нижняя часть цилиндра как-бы тормозит движение воздуха, т. е. иными словами, скорость течения воздуха под цилиндром (обозначенная знаком плюс, +) уменьшается.

Когда мы рассматривали дужки крыльев, то заметили, что над крылом скорость больше и давление меньше, а под



Чертеж 155.

крылом скорость меньше, но давление больше. Так же и тут: над цилиндром скорость больше и давление меньше, под цилиндром скорость меньше, но давление больше. Значит, должна появиться сила направленная от большего давления к меньшему, т. е. вверх.

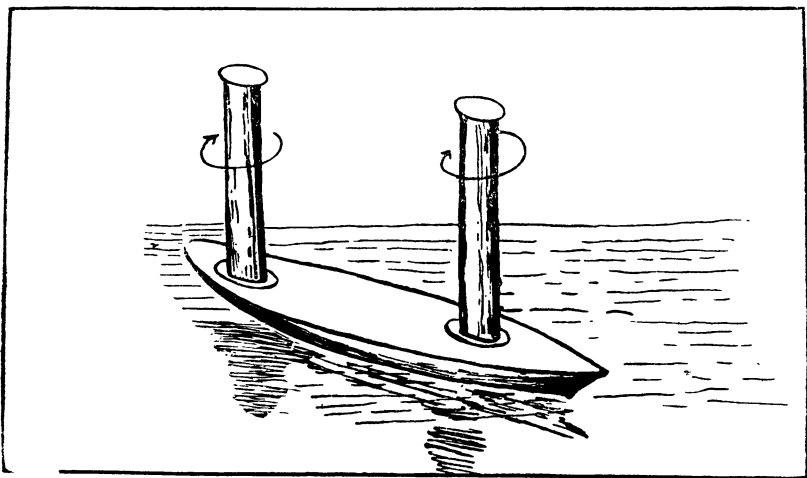
В первом бросании вращающегося цилиндра мы имеем силу направленную вверх; она-то и изменяет путь падения цилиндра, отклоняя его кверху.

Все явление будет совершенно обратное (см. черт. № 155), если мы заставим цилиндр вращаться в обратную сторону. Тогда получится, что в верхней части скорость воздуха будет уменьшена, а в нижней—увеличена, и боковая сила направится вниз, как при отрицательном угле атаки крыла.

### Корабль Флеттнера.

Один немецкий инженер, Антон Флеттнер, использовал это свойство вращающихся цилиндров для приведения в движение корабля.

На чертеже № 156 изображен вид такого корабля. Оказалось, что, при наличии бокового ветра, для приведения в движение корабля нужна ничтожная сила для вращения цилиндров, а тяга, даваемая такими цилиндрами весьма велика. Конечно, если ветер будет попутный или встречный, то для такого корабля это будет невыгодно.



Чертеж 156.

### Модель летательного прибора с вращающимся цилиндром.

Естественно, что сейчас родилась мысль: нельзя ли добиться под'емного действия таких вращающихся цилиндров и построить летающую модель с таким цилиндром.

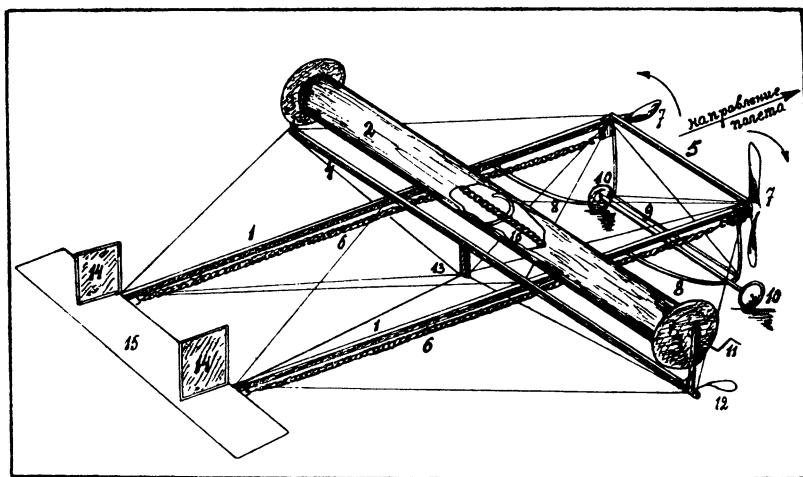
В начале 1925 года были построены две модели таких летательных машин в Академии Воздушного Флота и испытаны в военно-научном обществе Академии.

Первая модель была устроена следующим образом (черт. № 157).

Самый остов модели состоит из двух фюзеляжей (1), связанных спереди распоркой (5) и лонжероном стабилиза-



тора (15). В передней части фюзеляжа прикреплено шасси (8) с осью (9) и колесами (10). Спереди фюзеляжа установлены два винта, вращающиеся в разные стороны для уничтожения реакции винто-моторной группы (7). Винты работают сильно закрученной резиной (6). Цилиндр (2) расположен над основной рамой и приводится в движение резиной (16), помещенной внутри цилиндра. Для заводки цилиндра имеется рукоятка (11); по окончании заводки на рукоять надевается петля (12). Для прочности брусочек (4), поддерживающий цилиндр, усилен распоркой (13) и растяжками. Вся модель для жесткости была расчалена шелковыми нитками.



Чертеж 157.

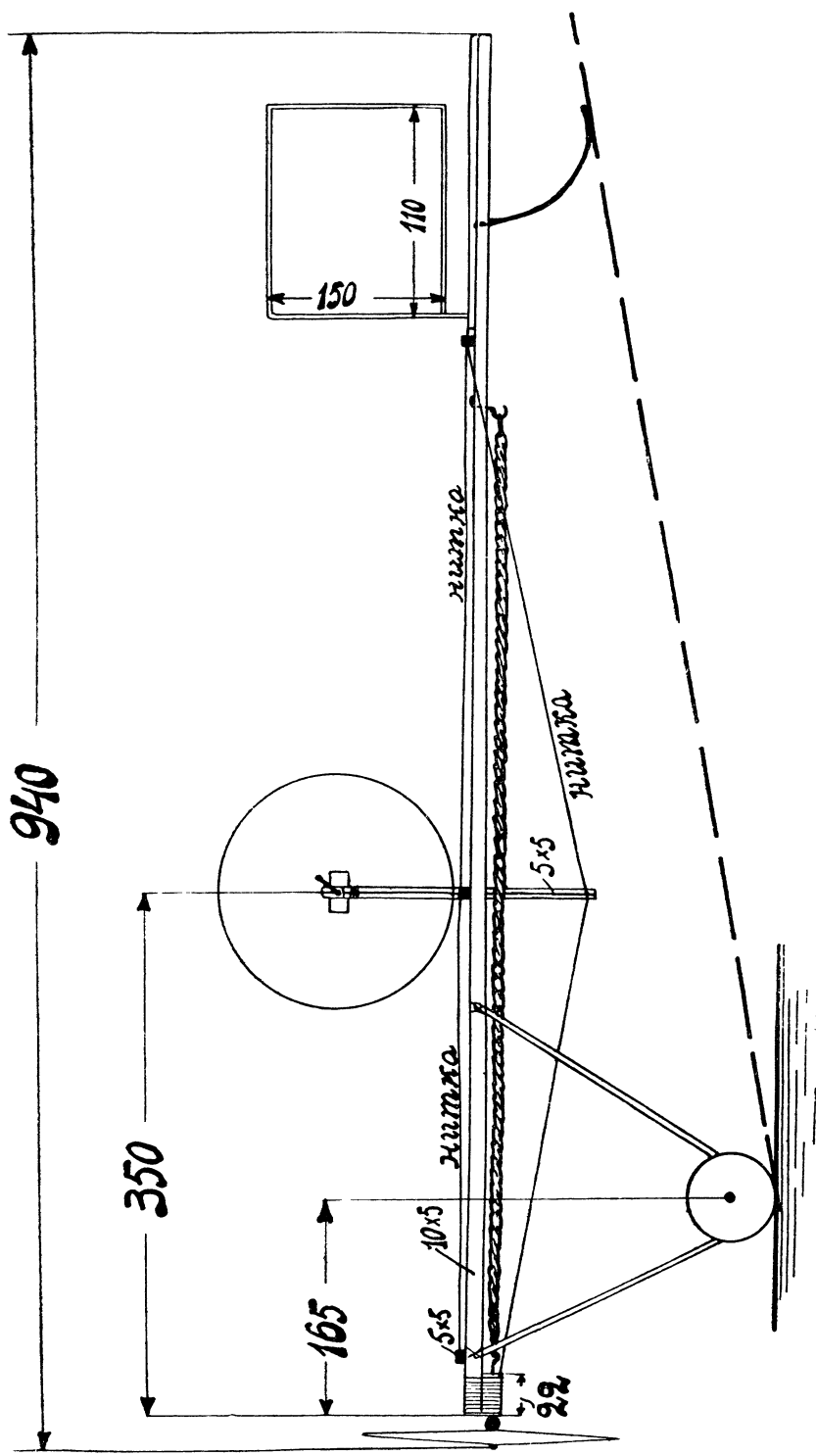
Первые же опыты с этой моделью вполне подтвердили наличие значительной подъемной силы вращающегося цилиндра, обдуваемого воздухом и потребность незначительной силы для вращения его.

Однако, из этих же опытов выяснилось, что лобовое сопротивление такой модели, сравнительно с моделью с крылом, значительно больше. Иными словами, такая модель может выгодно летать только с небольшой скоростью.

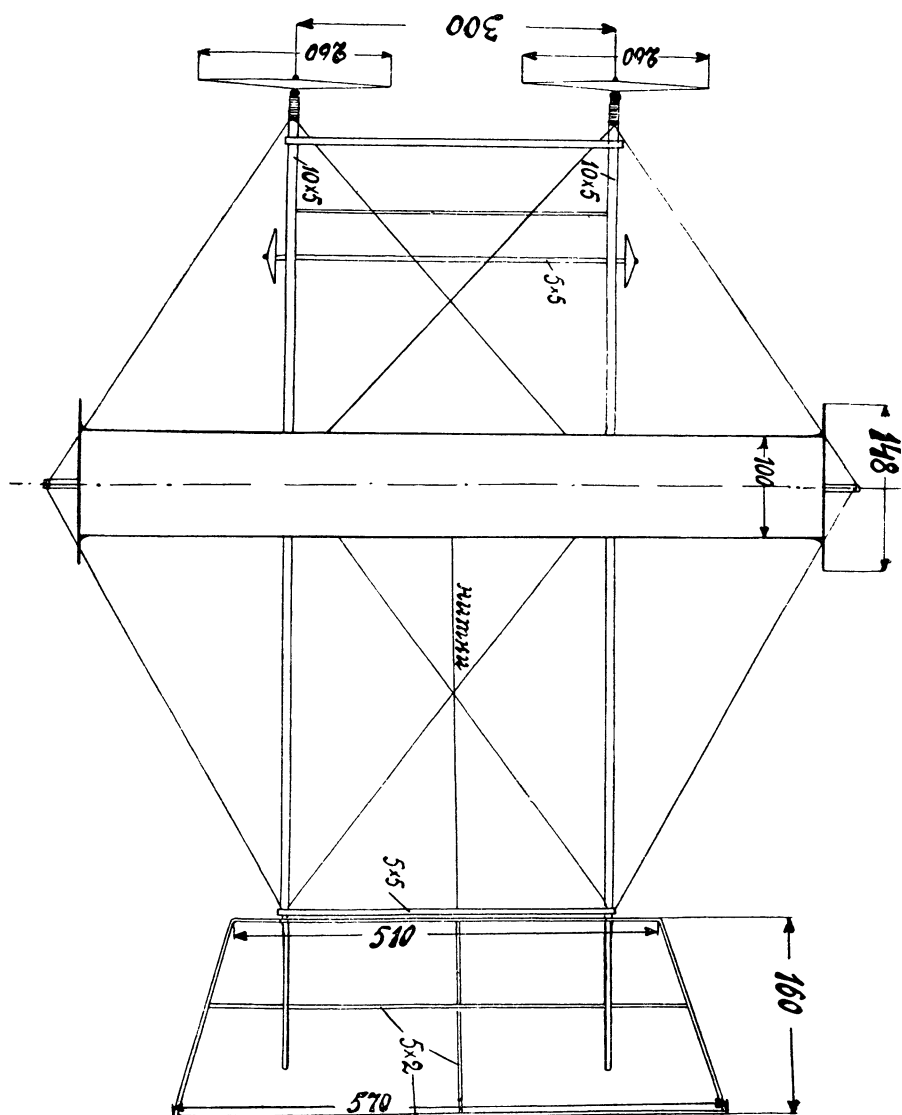
Боковые шайбы на цилиндре весьма повышают подъемную силу цилиндра. На черт. № 157 они обозначены цифрой 3.

Будучи уравновешенной таким образом, что ось цилиндра находится на одной отвесной линии с центром тя-

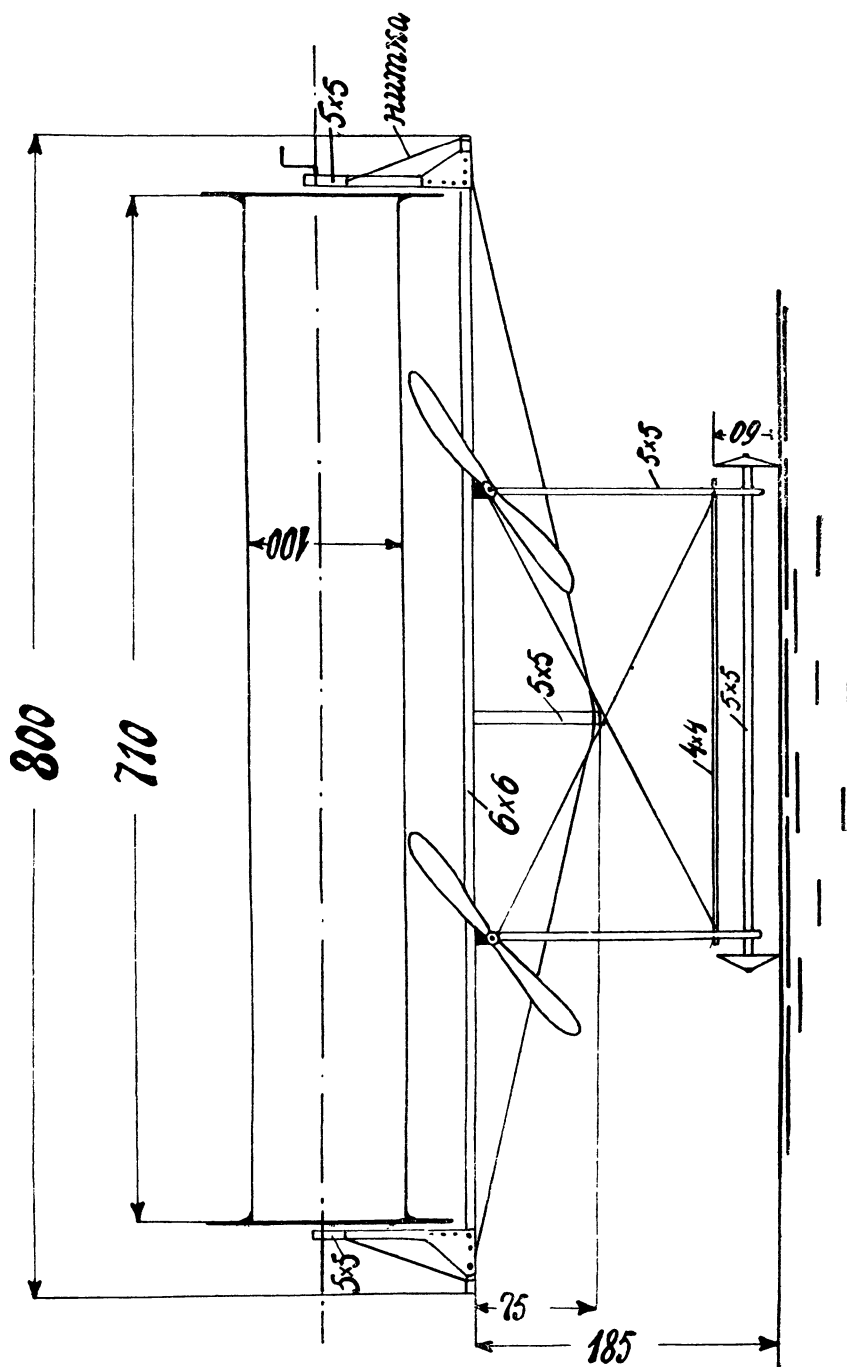




Чертеж 160 .



Чертеж 161.



Чертеж 162.

которая, будучи вделана в стойку „М“, заставит эту стойку принять на себя давление резины.

Так как размеры стоек весьма велики, то поперечина „А“ стремится сильно выгнуться, как показано пунктиром. Чтобы этого не случилось, приходится посредине поперечины „А“ укрепить стоечку „В“ и протянуть расчалку.

Считаем необходимым заметить, что модель летает лишь при определенном соотношении между скоростью воздуха и окружной скоростью на цилиндре.

На чертежах №№ 160, 161 и 162 даны виды модели сбоку, сверху и спереди.

---

# СОДЕРЖАНИЕ.

	<i>Стр.</i>
<b>От автора</b> . . . . .	3—4
<b>Пионерский кружок авиаспорта (Введение)</b> . . . . .	5—12
<b>I. Изготовление Монгольфьера</b> . . . . .	13—20
Плавание в воде и воздухе. Расчет Монгольфьера. Определение расхода бумаги. Запускание Монгольфьера.	
<b>II. Змеи</b> . . . . .	21—36
1. Начальные сведения из теории полета машин тяжелее воздуха . . . . .	21
2. Сопротивление воздуха при движении . . . . .	21
3. Сила. . . . .	23.
Ее обозначение Точка приложения. Направление силы. Разложение сил.	
4. Змеи . . . . .	25
Подъемная сила и лобовое сопротивление воздуха; угол атаки. Разложение сил на змее. Центр парусности. Неустойчивое падение пластинки и его причина. Значение хвоста. Нагрузка на 1 м <sup>2</sup> .	
5. Конструкции змеев . . . . .	35.
Бесхвостый, треугольный и Харграв.	
<b>III. Планеры</b> . . . . .	37—54.
Основные части модели планера. Полет планера и силы на него действующие. Нагрузка на 1 дм <sup>2</sup> крыла планера. Свободнонесущее крыло и крыло с растяжками. Вогнутое крыло и его преимущество Дужка. Конструкция крыла. Качество крыла Типовая модель планера и ее изготовление. Понятие о моментах. Продольная устойчивость. Значение стабилизатора. Поперечная устойчивость.	

**IV. Самолеты . . . . . 55—130**

Общее понятие о модели самолета; назначение ее частей.

1. Моторы для моделей самолетов. Конструкции остонов моделей, фюзеляжей. Типы консолей. Уменьшение трения. Приготовление резины. Способы увеличения продолжительности работы мотора. Устройство мотора, действующего сжатым воздухом. . . . . 56
2. Винт . . . . . 73

Винт. Шаг и диаметр винта. Тянувший и толкающий винт. Понятие об окружной скорости. Сложение скоростей. Построение шага винта. Скольжение винта. Изготовление винта. Шаблоны. Уравновешивание винта. Винт металлический и деревянный. Тяга. Подбор винта к модели.

3. Реакция винто-моторной группы . . . . . 90  
Понятие о реакции. 4 способа устранения ее действия на модель. Запускание модели.
4. Силы, действующие на модель в полете. . . . . 93  
Устойчивость продольная и поперечная. 3 случая расположения стабилизатора. Взлет. Полет на одной высоте. Поворот в воздухе. Скольжение на крыло.
5. Шасси . . . . . 102  
Типы шасси. Колесо. Понятие о боковом ударе. Капот.
6. Модели самолетов . . . . . 106

I. Модель самолета с свободнонесущим крылом простейшей конструкции . . . . . 106

II. Модель „Ласточка“ . . . . . 117

III. Модель „Утка“ и ее преимущество . . . . . 120—123

IV. Модель Рейгнера . . . . . 123—126

V. Модель с вынесенным стабилизатором. Скос потока . 126

**V. Модель с вращающимся цилиндром . . . . . 131—140**

Возникновение подъемной силы у вращающегося цилиндра. Корабль Флеттнера. Модель летательного прибора с вращающимся цилиндром.



НА ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ, ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# „САМОЛЕТ“

**ОРГАН АВИАХИМА СССР, АВИАХИМА РСФСР И МОСАВИАХИМА  
ПО ВОПРОСАМ АВИАЦИИ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ.**

Под общей редакцией:

С. С. Каменева, П. И. Баранова, И. С. Перетерского, К. А. Механошина, К. Г. Никулина, Урлова и Я. М. Шатуновского.

В течение 1926 года будут даны статьи по вопросам:

Воздушный транспорт (пассажирский, почтовый, грузовой) СССР и за рубежом. Военная авиация. Легкая авиация (маломощные самолеты для спорта, туризма и практическое их применение). Планизм. Моделизм. Самолетостроение. Моторостроение. Мирное применение авиации в хозяйственной жизни СССР и зарубежных стран. Хроника авиации и воздухоплавания в СССР и за рубежом. Организация советской общности по линии Красного воздушного флота. Литературный отдел. Библиография.

В каждом номере не меньше 100 иллюстраций.

**В течение 1926 года все подписчики получают бесплатно**

**Раскладную модель военного самолета.**

Между годовыми подписчиками, внесшими плату до 15 марта 1926 г.,  
будут разыграны следующие премии:

20 точных копий (металлических) военных и гражданских самолетов.  
5 " " дирижаблей. 50 авиабиблиотечек. 5 наборов сто-  
лярного инструмента. 10 летающих моделей самолетов.

**РОЗЫГРЫШ СОСТОИТСЯ 15-го АПРЕЛЯ.**

Все премии и приложения служат лучшим украшением авиауголков, клубов и незаменимым научным пособием при чтении лекций, докладов на курсах, в кружках, клубах.

**Подписная цена со всеми приложениями:**

на 12 месяцев — 4 р., на 6 месяцев — 2 р. 20 к., на 3 месяца — 1 р. 15 к., на 1 месяц — 40 коп.

**Цена отдельного номера 40 копеек.**

Для годовых подписчиков допускается рассрочка:

при подписке—2 р., к 1-му февраля—1 р., к 1-му марта—1 р.

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:** Москва, Никольская, 17. Телефон 3-64-23.

**ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ:**

в Издательстве Авиакхим (Никольская, 17. Телефон 1-56-24), в редакции журнала в книжном магазине Издательства Авиакхим (Никольская, 17. Телефон 2-53-79), во всех местных отделениях и ячеекх Авиакхима и почтовых отделениях.

**Продолжается ПОДПИСКА на 1926-й год**  
**на ежемесячный популярный, общественно-**  
**политический и научно-технический журнал**

# **„ХИМИЯ и ЖИЗНЬ“.**

Орган Авиахима СССР, Авиахима РСФСР и Мосавиахима  
по вопросам химии.

Журнал выходит под общей редакцией: **К. Е. Ворошилова, И. С. Ун-**  
**шлихт, Академика В. Н. Ипатьева, И. Э. Якира, Я. Л. Авинович-**  
**кого, профессора Г. Н. Попова, инжен.-техника В. А. Сорокина,**  
**П. П. Лебедева, А. Ф. Яковлева.**

## **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ЖУРНАЛА:**

1) Осветить активу низовых ячеек Авиахима в доступной ему форме роль современной химии в свете задач Союза. 2) Дать ему в течении года законченный цикл знаний по общей химии и по вопросам применения химии в промышленности, сельском хозяйстве, военном деле и обиходе, в СССР и за границей, а также по вопросам, составляющим очередные задачи общества. 3) Содействовать связи между Республиканскими, Областными, Краевыми, Губернскими и прочими организациями Авиахима с целью взаимной информации их и выявления коллективного опыта. 4) Быть проводником химического просвещения в толще трудящихся. В своей работе журнал ориентируется на актив низовой ячейки Авиахима.

## **У С Л О В И Я   П О Д П И С К И:**

на 1 год **3 р. 75 к.**, на 6 месяцев—**2 р.**, на 3 месяца—**1р.** на 1 месяц—**35 коп.**

**Цена отдельного номера—35 копеек.**

**При коллективной подписке непосредственно через контору журнала—10% скидки.**

Годовые подписчики, внесшие полностью подписную плату вперед, получают бесплатные премии: 50 химбиблиотечек, 20 лабораторий передвижных, 5 комплектов разрезов противогаза, 10 наборов отравляющих веществ (имитированных) и минеральных удобрений.

**Розыгрыш этих премий состоится 15-го апреля.**

Все премии и приложения служат лучшим украшением химутоклов, клубов, и незаменимым научным пособием при чтении лекций, докладов на курсах, в кружках в клубах.

## **ВРЕМЕННЫЙ АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

**МОСКВА, Царицынская площадь, 14. Телефон 3-21-30.**

## **ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ:**

**в Издательстве Авиахим (Никольская, 17. Тел. 1-56-24), в редак-**  
**ции журнала, в книжном магазине Издательства Авиахим**  
**(Никольская, 17. Тел. 2-53-79), во всех местных отделениях**  
**и ячейках Авиахима и почтовых отделениях.**

# Издательство „АВИАХИМ“

Москва, Никольская 17. ☎ Телефоны: 2-08-14 и 1-56-24.

## НА СКЛАДЕ ИЗДАТЕЛЬСТВА ИМЕЮТСЯ:

А. Туманный—Всадники ветра. Изд. 1925 г. .	Цена — р. 80 к.
Файвуш и Ариссон—Самолет без летчика и управление им по радио. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 25 „
Эскадрилья Ленин. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 25 „
Н. Рязанов—Сказка о золотом петушке. И. 1925 г.	„ — „ 10 „
Никита—Даешь небо. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 15 „
Д. Крестьянский—Буржуазный и наш Воздушный флот. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 15 „
Р. Акульшин—Друзья Воздушного флота или самолет „Степанида“. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 15 „
П. Дружинин—Деревня Самолетово. Изд. 1925 г.	„ — „ 15 „
Березов и Глаголев—Сказка о поповской заботе, о саранче и самолете. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 8 „
Жюль-Верн—Пять недель на воздушном шаре, с комментариями К. Г. Вейгелина. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 50 „
Шпанов — Самолет как средство сообщения. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 75 „
Его-же—Что сулит нам воздух. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 60 „
Запорожский—Друзья. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 15 „
Николаев—Авиа-агит-суд. Изд. 1925 г. . . . .	„ — „ 10 „
Орловец—Под небом над Республикой. Изд. 1925 г.	„ — „ 20 „
Михайлова—Песик-Пилот (дет. сказка). И. 1925 г.	„ — „ 15 „

## БИБЛИОТЕЧКА КОНСПЕКТОВ К ДИАПОЗИТИВАМ:

12 книжек по 30 копеек.

## КРЕСТЬЯНСКАЯ БИБЛИОТЕЧКА:

4 книжки по 10 копеек.

## РАБОЧАЯ БИБЛИОТЕЧКА:

11 книжек по 10 копеек.

Учебные плакаты: Самолет и его работа . . . . .	Цена — р. 90 к.
Воздухоплавание . . . . .	„ — „ 75 „
Авиамотор . . . . .	„ — „ 50 „
Аэропорт . . . . .	„ — „ 50 „
Самолет на войне . . . . .	„ — „ 25 „
Самолет в мирном строит. . . . .	„ — „ 25 „
Разрезные модели: Пассажир. самолет „Юнкере“ . . . . .	„ — „ 15 „
Военный самолет—разведчик . . . . .	„ — „ 20 „

## НАХОДИТСЯ В ПЕЧАТИ:

Шмелев—Безмоторное летание.

Заказы направлять по адресу: МОСКВА, Никольская, 17, Издательству АВИАХИМ.

**ЦЕНА 1 РУБ.**