

ОБЩЕСТВО АВИАЦИИ, ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ И ХИМИИ УКРАИНЫ „АЭРОХИМ“.

---

М. ГУРЕВИЧ

**ПРАКТИЧЕСКОЕ  
РУКОВОДСТВО  
К ПОСТРОЙКЕ  
:: ПЛАНЕРА ::**

---

ХАРЬКОВ,  
ИЗДАТЕЛЬСТВО О-ВА „АЭРОХИМ“  
1925



О-ВО АВИАЦИИ, ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ И ХИМИИ УКРАИНЫ „АЭРОХИМ“.

W 375  
394

М. ГУРЕВИЧ

801-93  
9965-1

ПРАКТИЧЕСКОЕ  
РУКОВОДСТВО  
К ПОСТРОЙКЕ  
:: П Л А Н Е Р А ::

ХХ- 51439



ХАРЬКОВ,  
ИЗДАТЕЛЬСТВО О-ВА „АЭРОХИМ“  
1925



Тип. № 2, Изд. „Пролетарий“.  
: : ул. К. Либкнехта № 38.

: Укрглавлит 14464. :  
Зак. № 91. Тир. 3000.

М. Гуревич.

## Практическое руководство к постройке планера.

### 1. Материалы.

Почти все современные планеры, за небольшими исключениями, строятся из дерева. Металлы применяются лишь для соединения деревянных частей и для некоторых деталей, как оси, рычаги и т. п. Дерево для постройки планера идет в виде различной длины и толщины брусков, реек и планочек, а также в виде переклейки (фанера, дикт). Лучшим сортом дерева считается спрус (американская сосна) вследствие его прочности, легкости и отсутствия сучков. Достать спрус у нас на рынке в настоящее время нельзя и поэтому приходится заменять его подходящим сортом сосны. Хотя последняя несколько и тяжелее спруса и уступает ему в прочности, тем не менее она является вполне пригодным материалом для постройки планера. Иногда сосну можно заменять для менее ответственных частей елью. Кроме сосны для некоторых небольших деталей, требующих прочности и твердости, употребляется ясень, а для небольших неответственных прокладок, пробок и т. п. — липа вследствие ее легкости.

На выбор дерева следует обращать большое внимание и производить его со всей возможной тщательностью, так как от этого зависят прочность и летные качества планера.

Сосна должна быть сухая, не смолистая. Избыток смолы увеличивает вес материала, не повышая прочности, и ухудшает условия склейки. По всей длине выбираемого куска не должно быть никаких пороков в виде трещин, сучков, свилловатости и т. п. Дерево должно быть по возможности однородным по всей длине и толщине и густослойным. Следует тщательно следить, чтобы слой шел параллельно длине выбираемого бруска на всем его протяжении, не закручиваясь и не пересекая его. Это особенно важно для таких ответственных частей, как лонжероны крыла где ни в каком случае нельзя допускать косослоя. Выбрать дерево, удовлетворяющее всем требованиям, очень трудно, особенно больших размеров. Поэтому приходится следить лишь за тем, чтобы из выбранного бруска можно было выпилить требуемые детали, не затронув сучка и избежав всех других пороков и неправильностей дерева.

Цвет сосны должен быть светлый, но изредка встречающаяся синева не вредна.

Фанера для планеров идет в виде листов разной толщины от  $\frac{3}{4}$  миллиметра до 5 мм. и даже больше. Обычно она трехслойная, а более толстые листы бывают пятислойные. На нашем рынке трудно получить фанеру тоньше  $1\frac{1}{2}$  мм. У нас встречается фанера березовая



и ольховая. Березовая тяжелее, но значительно прочнее ольховой, поэтому ее следует предпочесть последней. Цвет ее более светлый. Ольховая фанера имеет желтовато-оранжевый оттенок особенно во влажном состоянии.

Слои фанеры, по крайней мерс, наружные, не должны иметь сучков.

Из металлов в постройке планера применяется главным образом сталь, алюминий и дуралюминий в листах различной толщины (от  $\frac{1}{2}$  мм. до 2—3 мм.). Сталь не должна быть слишком жесткой и должна загибаться не трескаясь. В менее ответственных частях сталь можно заменить хорошими сортами сталистого железа. Оно должно выдержать 5—6 перегибов в противоположные стороны, не давая трещин. Кроме листовой стали и алюминия применяются часто стальные и дуралюминовые трубы, круглые и профилированные, для стоек, подкосов, шасси, рычагов и пр. Для стяжек применяются лучшие сорта стальной проволоки от одного до трех миллиметров толщины. Для управления — стальные троссы, обычно в  $1\frac{1}{2}$ —2 мм. толщины.

Стяжки, из проволоки и троссы стягиваются тендерами, различных размеров, которые следует добыть готовыми, так как изготовление их затруднительно.

Для соединения деревянных и металлических частей требуются различных размеров гвозди и шурупы железные или медные, обычно от 5 до 20 мм. длиной, и стальные болты толщиной от 3 до 8 миллим., редко толще.

Для склеивания дерева применяется лучшего качества столярный клей, ни в каком случае не малярный. Хороший клей должен быть в кусках полупрозрачным коричневато-желтого и красноватого цвета.

О материалах для обтяжки и окраски планера будет сказано в соответствующем отделе.

## 2. Помещение.

Для производства работ требуется помещение достаточно просторное, чтобы в нем можно было произвести сборку аппарата, и допускающее возможность вынести из него готовый планер хотя бы в разобранном виде. Помещение должно быть светлым, и ни в коем случае не сырм. Сырость может очень вредно отразиться на прочности склейки отдельных частей, а также может вызвать коробление собранных деталей и тем ухудшить летные качества аппарата. Температура помещения не должна сильно отличаться от обычной комнатной в  $15^{\circ}$  по Цельсию. Холодное помещение может затруднить склейку частей.

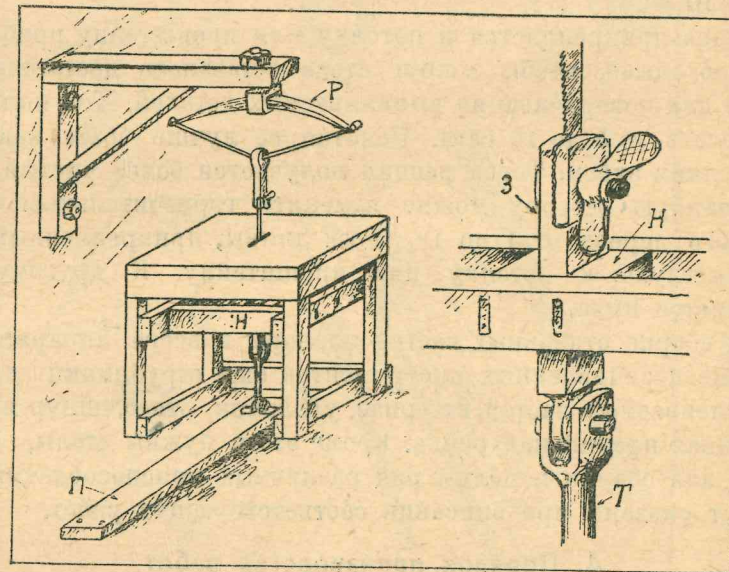
## 3. Инструменты и приспособления.

Для работы по постройке планера требуются обычные слесарные и столярные инструменты.

Из слесарных можно указать следующие:

Молотки, зубила, керн для разметки на стали, дрель или бор-машинка с разными сверлами, ножовку, напильники гл. обр. личные (с мелкой насечкой) плоские и круглые, гаечные ключи к различным размерам употребляемых болтов или лучше небольшой разводной ключ, плоскогубцы и круглогубцы для установки стяжек, кусачки для отрезания проволоки и троссов. Кроме этого требуются слесарные тиски и точные масштабы, разбитые на миллиметры, для измерения. Желательно иметь кронциркуль и штангенциркуль.

Из столярных инструментов требуются для работы: лучковая пила или ручная, лучше иметь и ту и другую, лобзики, молотки, различные стамески и долота с плоским и желобчатым лезвием, коловорот с набором сверл, отвертки для шурупов, шило для накалывания дыр для мелких гвоздиков, шурупов и напильки для зачистки



Фиг. 1. Лобзиковый станок.

краев, рубанки и фуганок и шпунты для выбирания тонких пазов при склейке стоек или нервюр, стеклянная шкурка и наждачная бумага. Для работы нужен верстак, который может быть заменен столом.

Для столярного клея требуется клеянка. Она представляет собою жестяной сосуд, в котором распускается клей, погруженный в другой сосуд больших размеров. В последнем должна быть налита вода, благодаря чему клей, не соприкасаясь с огнем, не может пригореть. Наружный же сосуд наполненный горячей водой, не дает клею остыть, что очень важно при склеивании большого количества мелких частей.

Работа по заготовке большого количества одинаковых частей, как напр. фанерных стенок для нервюр, значительно облегчается при пользовании станками даже самого примитивного устройства.



Круглая пила служит для распиливания брусков и досок, ленточная пила и лобиковый станок для выпиливания различных контуров.

Последний можно устроить, без больших затруднений, своими средствами. Устройство его ясно из рисунка (фиг. 1). Небольшой прочный стол, с ровной верхней доской, имеет посредине прорез для прохода полотна пилы, которое закреплено в зажиме 3 под доской стола. Конец зажима скользит в направляющих Н, укрепленных между ножками стола. Конец зажима шарнирно соединен с тягой Т, соединенной в свою очередь шарнирно с качающейся педалью П.

Нажимая на доску—педаль П, заставляют пилу опускаться вниз. Вверх она поднимается стальной или деревянной рессорой Р, к тетиве которой прикреплен верхний зажим пилы. Рессору можно упразднить, применяя вместо тетивы резиновый амортизатор достаточной силы.

Рессора прикрепляется к потолку или кронштейну прибитому к стене. Необходимо, чтобы вокруг стола оставалось достаточное пространство для поворачивания выпиливаемых деталей. Ход пилы достаточно сделать от 5 до 10 сант. Полотно ее лучше брать как можно уже, с мелким зубом. Тогда распил получается более чистый.

Описанную рессору можно заменить горизонтальным бруском из крепкого дерева от 1 до 1½ метр. длины, прикрепленным одним концом наглухо к потолку или кронштейну. К другому концу прикрепляется пила.

При сборке отдельных частей планера и всего аппарата требуются кроме перечисленных инструментов еще струбцины для сжатия склеиваемых частей, ватерпас, угольник, отвес, шнур и хорошо выстроганная правильная рейка. Кроме этого нужны столы, козлы и шаблоны для сборки и целый ряд различных приспособлений, которые будут указаны при описании соответствующих работ.

#### 4. Порядок производства работ.

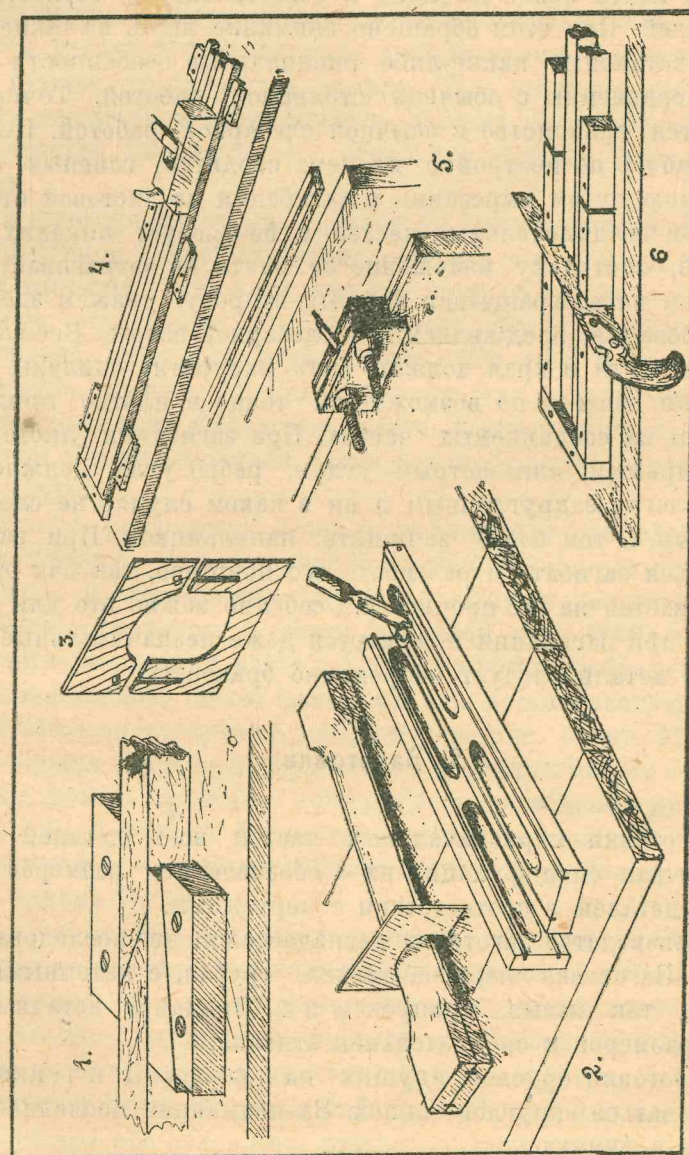
Вся работа по постройке планера ведется в следующем порядке:

Сначала делается заготовка отдельных составных частей каждой детали. Так напр.: для нервюр выпиливаются фанерные стенки, заготавливаются рейки для поясов и раскосов и т. п.; далее заготавливаются бруска для лонжеронов фюзеляжа, стоек и т. д.

Для этого должна быть составлена спецификация с указанием формы и размеров заготавливаемых частей и их количества в соответствии с имеющимися чертежами.

Из сделанной заготовки собираются отдельные детали планера, как нервюры, лонжероны, фермы и т. п. Из готовых деталей собираются более крупные части аппарата—как крылья, рули, фюзеляж, а затем из них уже собирается планер, после чего следует регулировка, проверка соединений, испытание на прочность, а после всего обтяжка и покрытие лаком.

Работу следует вести таким образом, чтобы изготовление и сборка одной группы деталей не задерживали производства остальных. Так напр.: изготовление нервюр и лонжеронов должна заканчиваться одновременно, чтобы затем можно было приступить к сборке крыльев.



Фиг. 2. Сращивание концов лонжеронов, изготовление сплошных и пустотелых стоек, изготовление поясов, нарезка маленьких планок.

Заготовка и сборка отдельных групп деталей может вестись параллельно, если это позволяет численность работающих. Порядок изготовления деталей не имеет большого значения, но лучше начинать с более важных и ответственных, к которым приходится пригонять остальные,—второстепенные. Кроме того лучше начинать работу с самой длительной и кропотливой операции, чтобы из-за нее не



задержать других. Такой операцией является заготовка и сборка нервюр.

В дальнейшем описываются способы сборки и приемы работы, относящиеся почти исключительно к изготовлению и обработке деревянных деталей. При этом обращено внимание лишь на такие работы, которые представляют какие-либо специальные особенности в своих приемах по сравнению с обычной столярной работой. Точно также предполагается знакомство с обычной слесарной работой. Поскольку слесарная работа по постройке планера сводится, главным образом, к изготовлению путем вырезания и загибания из листовой стали разных оковок и соединительных частей и не требует никаких особых приемов, постольку изложение ее почти не затрагивает. Чтобы в дальнейшем не возвращаться к этому вопросу, укажем здесь главнейшие требования, предъявляемые к слесарной работе. Все вырубленные зубилом части и края должны быть аккуратно опилены напильником, оковки должны по возможности точно и плотно прилегать к своим местам на соединяемых частях. При загибании листового металла под прямым или острым углом, ребро угла должно всегда оставаться слегка закругленным и ни в каком случае не следует его делать острым, а тем более зачищать напильником. При загибании металла нельзя загибать и разгибать его повторно, так как это очень вредно отзывается на его прочности. Особенно важно это для жесткой стали. Если при загибании появляются даже незначительные трещины, то такие детали следует непременно браковать.

## 5. Заготовка.

Для заготовки первоначальных частей всех деталей планера требуется точная спецификация их с обозначением размеров и количества этих деталей в соответствии с чертежами.

Все производство заготовки распадается на две последовательные операции. 1. Заготовка первоначальная, грубая, с неточными размерами частей, так назыв., припуском и 2. Придание деталям точных требуемых размеров и окончательная отделка.

Для заготовки брусьев, идущих на лонжероны и рейки, лучше всего пользоваться круглой пилой. За неимением последней работу можно вести в ручную.

Выбрав тщательно дерево, как указано в разделе о материалах, размечают его на нужные размеры и распиливают. На циркульной пиле правильность линии распила обеспечивается специальным приспособлением, при работе в ручную надо намечать черту щелкая по распиливаемому бруску натянутым шнуром, натертым мелом; того же можно достигнуть ресмусом, но при этом надо протрагивать край бруска. Припуск следует давать в зависимости от чистоты распила и точности работы.

Во всяком случае размеры ответственных частей планера, как лонжероны крыла, не должны уменьшаться от неточности работы. Поэтому при неточной работе следует давать соответственно больший припуск. При хорошей работе пилы припуск достаточно давать в 1—2 миллиметра. Полученную первоначальную заготовку обрабатывают затем рубанком и фуганком, снимая излишнюю толщину и доводя до точных требуемых размеров. При этом все время следует проверять угольником правильность прямых углов сечения. Стол на котором ведется окончательная обработка, должен быть правильным и гладким.

Если имеющиеся запасы дерева не дают возможности получить брусок требуемой длины, то можно срастить его из двух кусков. Для этого сращиваемые концы срезают под острым углом (в  $30^\circ$ ) и совершенно точно пригоняют один к другому. Затем склеивают их, прижимая кренко клиньями друг к другу. (См. рис. 1 фиг. 2).

При этом нужно укрепить бруски так, чтобы они не могли равойтись вдоль оси. Склеенное место следует обмотать спирально полотнянной лентой смазанной клеем, так чтобы витки заходили краями один на другой.

Заготовка различных стоек и лонжеронов фюзеляжа ведется таким же образом. Для получения профилированных стоек заготавливают сначала прямоугольные брусья с сечением немного превышающим требуемые размеры и затем рубанком или стамеской или же стругом снимают лишний материал до получения требуемого профиля. Шаблон представляет собою фанерную или металлическую пластинку, в которой вырезан требуемый профиль (см. рис. 3 фиг. 2).

Приставляя шаблон с двух сторон в разных местах обрабатываемой стойки, можно добиться точного воспроизведения нужного профиля (см. рис. 2 фиг. 2). Если стойка имеет переменное сечение, то нужно заготовить несколько соответствующих шаблонов разных сечений по длине стойки.

При изготовлении пустотелых стоек заготавливают два бруска прямоугольного сечения, которые немного толще половины требуемой толщины стойки, точно профуговывают их одной стороной друг к другу, выбирают внутреннюю пустоту на фрезерном станке, а если им нельзя воспользоваться, то полукруглым долотом, выбирают паз для продольного шипа шпунтом или круглой пилой и затем, пригнав шипы, склеивают обе половинки прифугованной стороной, кренко зажимая их струбчинкой или клиньями. Затем обрабатывают наружную поверхность по шаблону, как было указано (См. рис. 2 фиг. 2).

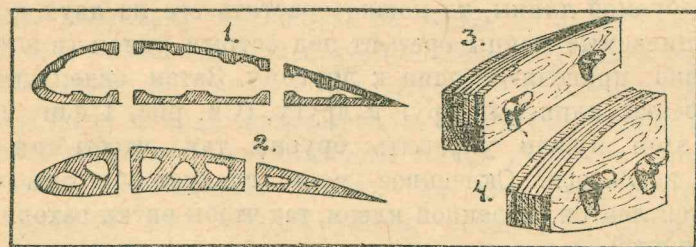
Обработанные поверхности зачищаются стеклянной шкуркой.

При заготовке всех стоек и раскосов лучше не обрезать их точно по размеру, а оставлять некоторый запас, окончательную же пригонку производить при установке на место.

При заготовке тонких реек, как например, для поясов и нервюр, иногда можно пускать их в сборку прямо из под пилы, если



распилка ведется на станке и пила с очень мелким зубом. Тогда распил получается очень чистый и можно не давать никакого припуска. Если же после пилы требуется обработка рубанком, то тонкие рейки удобнее строгать пачками, по несколько штук сразу. Их укладывают рядом на столе, зажимая клинышками между прибитыми на столе колодочками, не превышающими по высоте окончательной толщины рейки. Прострогав один бок, все рейки поворачивают на  $90^\circ$  и обрабатывают другой бок. В зависимости от чистоты заготовки можно обрабатывать лишь две стороны или же все четыре (См. рис. 4 ф. 2).



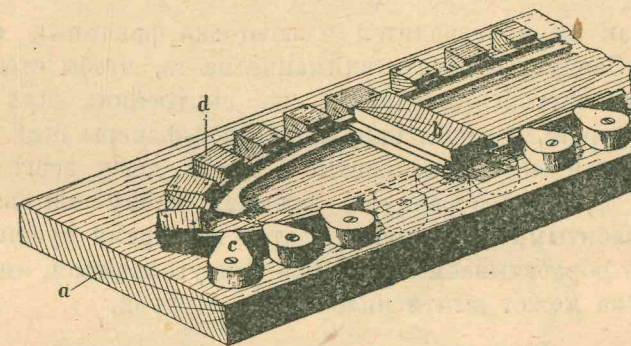
Фиг. 3. Стенки нервюр, шаблоны для пригонки заготовки.

Пояса нервюр, с пазом для вклеивания фанерной стенки, представляют некоторые затруднения при изготовлении без специального станка. Такой паз можно делать также круглой пилой, но для такой тонкой детали, как пояс нервюры, этот способ не особенно хорош. Лучше паз выбирать шпунтом, для чего рейку надо прикладывать одной стороной к прямой прочной планке, прибитой на столе. Вследствие малой толщины и большой длины рейки такой способ не совсем удобен. Поэтому можно рекомендовать другой хотя и более длительный, но зато и более надежный способ.

Приготавливают доску толщиной равной ширине пояса. Шпунтом выбирают на узкой стороне доски паз и затем отпиливают полосу требуемой толщины, с нужным припуском (рис. 5 фиг. 2). Т. о. получают пояс нервюры. Затем ребро доски *отфуговывают* и таким же способом изготавливают следующий пояс. Полученные пояса прострагивают как было описано выше.

Для нарезания большого количества одинаковых кусков, как, напр., раскосов для нервюр, удобно пользоваться следующим приспособлением. К столу прибиваются две планки с расстоянием между ними равным одинарной или двойной ширине разрезанных кусков. У конца прибита третья упорная планка. На продольных планках сделаны доходящие до низу прорезы на расстояниях (от упорной планки), равных требуемым размерам кусков. Вставляя до отказа нарезаемую рейку отрезают ее пилой по сделанному прорезу в боковых планках. Т. о. работа ведется очень быстро и точно (См. рис. 6 ф. 2).

Для заготовки фанерных стенок первюр необходимо раньше изготовить точный шаблон профиля. Для этого на листе фанеры точно вычерчивается профиль в натуральную величину и вырезывается. При выпиливании следует давать небольшой припуск ( $1/2$ —1 миллим.) и



Фиг. 4. Шаблон для сборки нервюр.

затем обработать как можно более точно по вычерченному контуру напильником и стеклянной шкуркой. Наклеивать для вырезывания на фанеру вычерченный на бумаге профиль не рекомендуется, так как смоченная бумага набухает и вытягивается, что может исказить форму контура.

При помощи полученного шаблона изготавливаются шаблоны отдельных частей нервюр, на которые она разделена при сборе, напр, верхняя и нижняя часть стенки, передняя, средняя и хвостовая часть ее (См. рис. 1 и 2 ф. 3).

По этим шаблонам очерчиваются контуры на фанере и последняя нарезается на требуемые части. Для сокращения работы фанеру можно сбивать гвоздями в пачки по несколько штук (см. рис. 3 и 4 ф. 3). Контур очерчивается на верхней стороне пачки и вырезается она вся сразу. Количество выпиливаемых за один раз слоев зависит от толщины фанеры и от силы пилы. На ленточной пиле можно пилить сразу до 10 штук, ручным лобзиком не больше двух и то при тонкой фанере. Следует иметь в виду, что при выпиливании пачки на ленточной пиле нижняя фанера портится и ее приходится выбрасывать. Поэтому лучше на низ подкладывать бракованные листы.

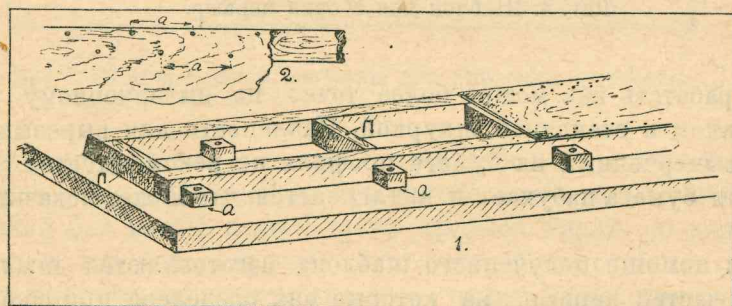
Внутренние отверстия в фанере высверливаются, если позволяет их форма и размер, коловоротом, или же выпиливаются. Для этого в просверленное отверстие вставляется полотно пилы, которое затем закрепляется в зажиме. Такую работу, да и всю заготовку фанеры, очень удобно производить на лобзиковом станке, описанном в разделе инструментов, или же ручным лобзиком, что гораздо дольше и утомительнее. Внутренние контуры стенки можно опиливать прямо по



контуру; для наружных, образующих профиль крыла, надо делать небольшой припуск, зависящий от точности распилки и чистоты работы.

Вычерчивая на фанере контур заготовки, следует располагать его так, чтобы волокна наружного слоя фанеры шли вдоль контура. При изготовлении фанерных стенок нервюр с фрезированным поясом надо не забывать уменьшать высоту стенки на толщину поясов.

Точно так же производится и заготовка фанерных стенок для лонжеронов. Следует обратить внимание на то, чтобы стыки отдельных фанерных листов приходились на внутренних или наружных пробках лонжерона и чтобы наружный слой фанеры шел вдоль лонжерона. Выпиленные стенки, сбитые в пачки, легче всего отделять рубанком до требуемого размера, зажимая пачку клиньями между колодками, набитыми на столе, при этом все время нужно проверять правильность обрабатываемой поверхности угольником, иначе с одной стороны стенка может выйти ниже, чем с другой.



Фиг. 5. Сборка лонжеронов.

Заготовка всех других частей планера ведется способами во всем сходными с вышеописанными и не требует дальнейших пояснений.

Заготовка металлических частей представляет обычную слесарную работу зубилом, напильником и сверлом и не пугается в отдельном описании.

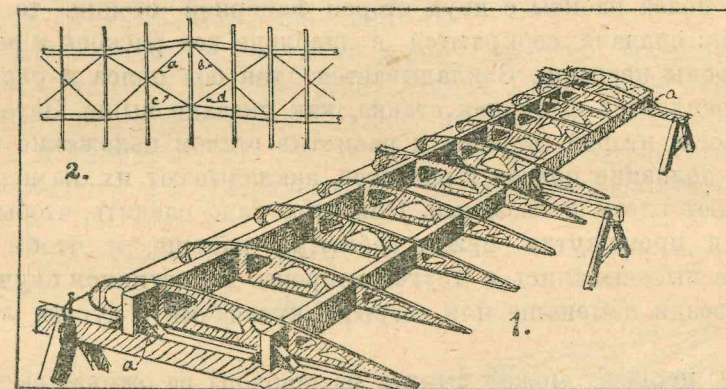
Следует заготавливать несколько большее количество частей, чем требуется по спецификации, на случай порчи в работе, или для пробы при возможных поломках в полете.

Сделанную заготовку нужно аккуратно складывать до сборки по отдельным деталям. Особенно важно это по отношению к мелким частям, которые лучше всего хранить в отдельных ящиках или пачках с надписями.

## 6. Сборка нервюр.

Сборка нервюр крыльев и оперения ведется при помощи специальных шаблонов, быстро и точно воспроизводя требуемый профиль. Устройство шаблона заключается в следующем.

На хорошо выструганном, совершенно гладком столе из толстых досок точно очерчивается по изготовленному фанерному шаблону



Фиг. 6. Сборка крыла.

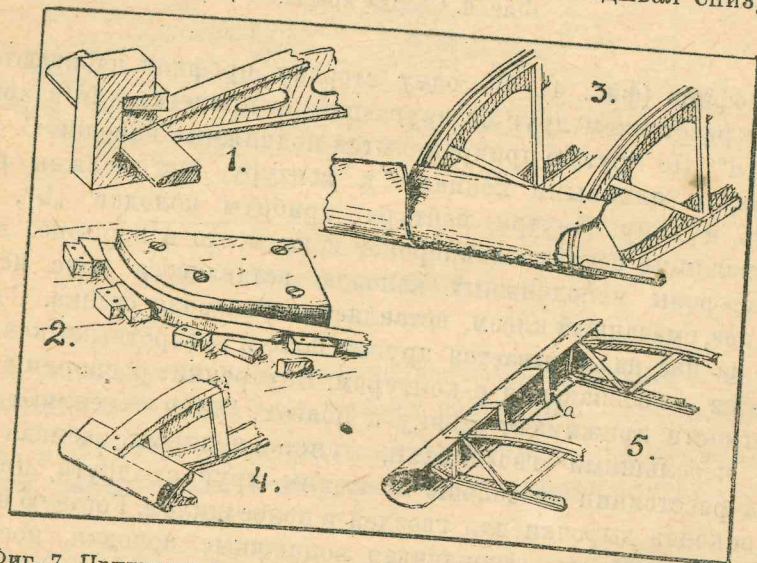
контур профиля (фиг. 4). По одну сторону профиля набиваются на некотором расстоянии друг от друга плотно прилегающие к контуру колодки „d“. По другую прикрепляются подвижные колодки С. Будучи повернуты длинными концами к контуру, они должны плотно подходить к нему. Внутри контура прибиты колодки „b“, точно воспроизводящие сечение локперонов и их место в нервюре. В шаблон со стороны неподвижных колодок вставляется пояс нервюры и в его паз, смазанный клеем, вставляется фанерная стенка. С другой стороны на нее накладывается другой пояс и поворотными колодками нажимается до совпадения с контуром. Внутренние распорки в случае необходимости прижимают стенку к поясам. Затем скрепляют пояс со стенкой небольшими гвоздиками, лучше медными, забивая их снаружи на расстоянии не больше 50 мм друг от друга, предварительно наколав дырочки для гвоздей в пояс шилом. Готовую нервюру вынимают из шаблона, отворачивая подвижные колодки, после того как клей засохнет. При таком способе работа тянется долго. Можно вынуть нервюру из станка не ожидая высыхания клея. Для этого перед выниманием концы поясов стягивают шпагатом или сбивают временно планкой, на гвоздях. Шпагат или планку снимают после высыхания. Без этих предосторожностей согнутые концы поясов на вынутой нервюре могут розойтись. Если в нервюре имеются расколы, то их места размечают на шаблоне. Расколы проклеиваются и прибиваются гвоздиками к фанере.



Сборка нервюр с поясом, набитым сбоку фанерной стенки, производится в станке такого же типа, с той лишь рузницей, что здесь не нужны вращающиеся колодки. Вначале закладываются пояса и размещаются раскосы. Последние могут заменить распорки. Во всяком случае надо следить за тем, чтобы пояса плотно прилегали к колодкам шаблона. В фанерной стенке отверстия накалываются шилом, в них вставляются кончики гвоздей, стенка смазывается клеем, накладывается на пояса и быстро прибивается гвоздями.

Если пояса набиты с двух сторон фанерной стенки, то сборка ведется так: сначала собираются в шаблоне все раскосы и распорки одной стороны нервюры. Закладывается один бок пояса и раскосов, к ним прикрепляется фанерная стенка, как указано выше. Затем, пригнав раскосы второй стороны и разметив шилом положение гвоздей на второй половине поясов и раскосов, накладывают их на нервюру и прикрепляют клеем и гвоздями. При этом надо следить, чтобы гвозди попадали в промежутки между забитыми раньше, и чтобы концы гвоздей не высовывались с другой стороны. В противном случае надо выбрать гвозди поменьше или острыми кусачками обкусать лишнюю длину.

Такую нервюру можно вынуть из шаблона не ожидая высыхания клея. Для вынимания ее поднимают вверх, закладывая снизу острые



Фиг. 7. Прикрепл. задн. ободка (рис 1), шаблон для загибания (2), прикрепл. передн. ободка, оклейка ободка лентой.

стамески. Колодки, окружающие контур, должны быть точно прямоугольными, иначе нельзя будет вынуть нервюры. Колодки следует прикреплять большими гвоздями и шурупами, чтобы избежать их сдвига при работе.

Клей во время работы должен быть нагретым, намазывать его следует небольшим слоем. Для намазывания лучше пользоваться

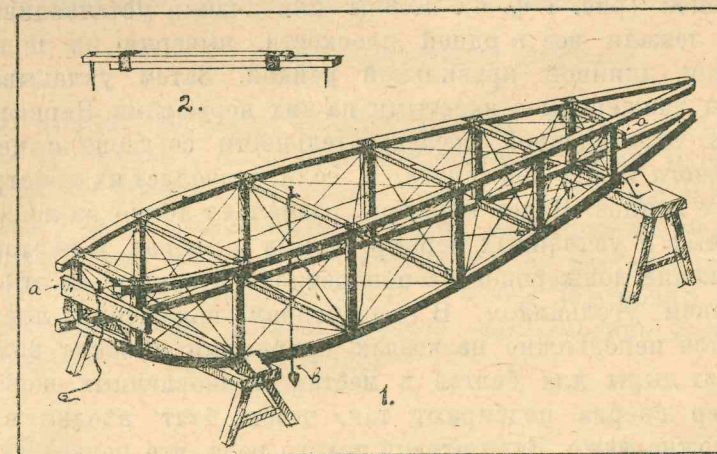
небольшой деревянной лопаточкой, конец которой размочален ударом молотка

Готовые нервюры лучше вешать для хранения на стену на гвоздь.

## 7. Сборка лонжеронов.

Для сборки лонжеронов требуется достаточно длинный стол, на котором смог бы поместиться весь лонжерон. Такой стол можно заменить двумя, рядом поставленными.

Сборка лонжерона простого коробчатого типа ведется следующим образом. (Рис. 1. ф. 5). На стол укладываются пояса лонжерона на соответствующих расстояниях один от другого. Положение их выверяется шнуром и выправляется подкладками. С двух сторон набиваются на стол колодки „а“, удерживающие лонжерон неподвижно. Между



Фиг. 8. Сборка фюзеляжа.

поясами на требуемых чертежом местах закладываются пробки „П“. Верхняя поверхность пробок должна быть в одной плоскости с поясами лонжеронов. Торцы пробок точно пригоняются к поясам. Пригнав пробки, торцы их смазывают клеем и ставят их на места. В заготовленные заранее фанерные стенки вставляются гвозди в наколотые шилом отверстия. Верхняя поверхность поясов и пробок смазываются клеем, фанера накладывается сверху и прибивается. Закончив прикрепление стенки с одной стороны, лонжерон переворачивают и, выверив опять его положение, прибивают вторую стенку. Гвозди забиваются в шахматном порядке на расстоянии „а“=30—40 миллим. один от другого (Рис. 2 ф. 5). Более частое расположение гвоздей не увеличивает прочности соединения, а лишь уменьшает ее, ослабляя материал поясов. При более редком расположении гвоздей лонжерон не будет достаточно прочным.



При сборке лонжерона двутаврового сечения сначала устанавливают пояса одной стороны, к ним прикрепляют фанеру, а сверху более длинными гвоздями и шурупами прикрепляют вторую сторону поясов.

Если пояса лонжеронов имеют усиливающие накладки, то их следует приклеивать до сборки лонжерона, зажимая склеиваемые части струбцинами или клиньями.

### 8. Сборка крыла и оперения.

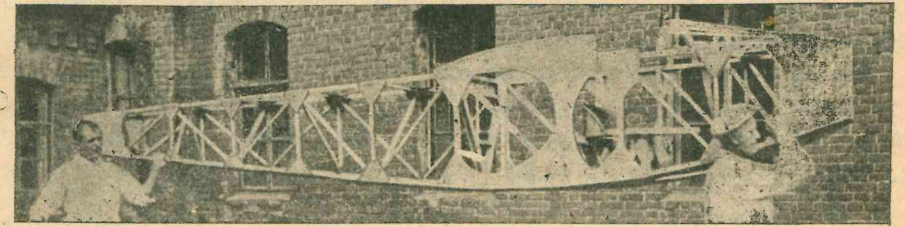
Когда собраны нервюры и лонжероны и заготовлены необходимые соединительные части крыла: передний и задний ободки, болты, оковки, стяжки и их крепления и т. д., можно приступить к сборке крыла.

Для сборки устанавливают несколько козел перпендикулярно длине лонжеронов, или на два длинных бруса укрепляют ряд поперечных планок (рис. 1 ф. 6). Козлы или планки устанавливают так, чтобы они лежали все в одной плоскости, выверяя их положение шнуром или длинной правильной рейкой. Затем укладывают на поперечины лонжероны с надетыми на них нервюрами. Нервюры надо надевать в определенной последовательности согласно с чертежом крыла с одного конца лонжерона, а если позволяет их конструкция, то и с двух концов. Надев нервюры, размечают точно на лонжеронах место простых и усиленных нервюр, болтов и оковок. При этом выверяют положение лонжеронов на поперечинах и нервюр по отношению к лонжеронам угольником. В выверенном положении лонжероны закрепляются неподвижно на козлах прибитыми с боков колодками „а“. Сверлят дыры для болтов в местах установленных оковок. При этом размер сверла подбирают так, чтобы болт входил в отверстие как можно туже. Если оковки такого рода, что нельзя их надеть при поставленных нервюрах, то следует их надевать одновременно с последними. Положение нервюр выверяется шнуром, натянутым у передних и задних концов нервюр, а также сверху и снизу их, или же длинной рейкой. Выступающие из ряда нервюры поправляют, подчищая места, прилегающие к лонжеронам или, наоборот, вставляя подкладки.

Когда все крыло выверено, надеты все оковки и стяжки, если таковые в крыле имеются, (способ прикрепления стяжек указан ниже), приступают к прикреплению нервюр. Очертив на лонжероне место нервюры, ее сдвигают в сторону, смазывают клеем ее место и, поставив обратно, прибивают к каждой полке лонжерона двумя или тремя гвоздиками в зависимости от ширины полки лонжерона. Их лучше забивать в пояс нервюры не на одной прямой, чтобы не расколоть его. Укрепив таким образом все нервюры, соединяют тендерами стяжки и слегка затягивают их, чтобы придать крылу необходимую жесткость. После этого остается поставить передний и задний ободки, дополнительные раскосы, крепящие уголки, накладки и т. п.

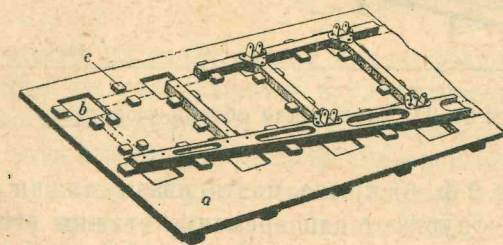
Для установки тонкого заднего ободка пригоняют его к концам нервюр уже выверенным по шнуру и приклеивают его, прибивая гвоздиками или еще лучше, зажимая специальными маленькими зажимами (рис. 1 ф. 7). Склеенные в зажимах концы потом сбиваются также гвоздиками.

Если на углах крыла ободок идет по кривой линии, то его предварительно загибают. Для этого подлежащее загибанию место



Фиг. 9. Фюзеляж с деревянными раскосами.

помещают в закрытый сосуд в пары кипящей воды. Загибание производится по шаблону. Последний представляет собою кусок доски, выпиленной по кривой требуемого контура, и крепко прибитый к столу (рис. 2 ф. 7). Распаренный ободок закладывают между шаблоном и прибитыми вокруг него колодками и, постепенно загибая, прижимают его клиньями к шаблону. В таком положении оставляют его до высыхания. Для тонких брусков распаривание можно заменить намачиванием в горячей воде.



Фиг. 10. Сборка боковых ферм фюзеляжа.

Передний ободок прикрепляется таким же способом, как и задний (рис. 4. ф. 7). Если лобовая часть крыла вместо ободка покрыта фанерой тоньше миллиметра, то такую фанеру можно прямо загибать и приклеивать, прибивая мелкими гвоздиками к накладкам на передней части нервюры к продольному ободку. Более толстая фанера при загибании может лопнуть. Поэтому ее размягчают перед загибанием, протирая с обеих сторон тряпкой, смоченной водою, лучше горячей. Намоченную фанеру загибают, наклеивают и прибивают. Если смазывания оказывается недостаточно, что может случиться при толстой

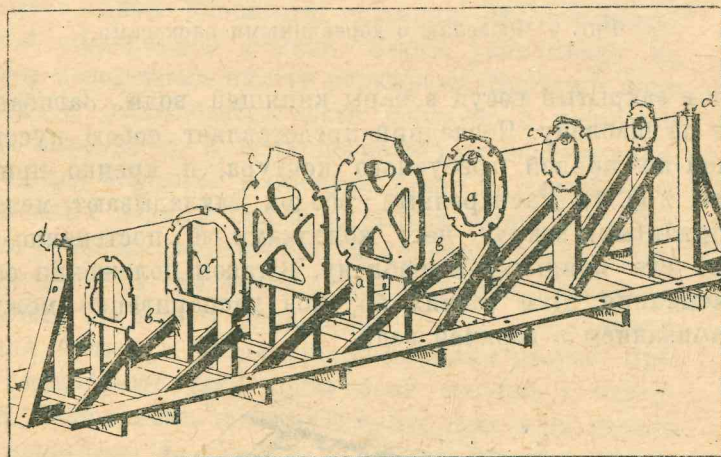


фанере и при загибании по очень малому радиусу, то смоченную фанеру следует поддержать близко над горячей плитой. Это придает ей достаточную гибкость.

Соединения отдельных листов при тонкой фанере можно делать в нахлестку, накладывая край одного листа на другой, (рис. 3 ф. 7). При большей толщине фанеры листы соединяют в притык. В обоих случаях стык листов должен приходиться на накладке нервюры.

Если края фанеры в промежутках между нервюрами выпячиваются, можно сохранять их правильную форму, оклеивая весь ободок через некоторые промежутки лентой „а“ (рис. 5 ф. 7).

После окончания сборки крыла производится регулировка его. Последняя заключается в выправлении нарушенной формы крыла вследствие выпячивания лонжеронов, что может случиться, когда крыло будет снято со станка. Для выправления искривленного, как



Фиг. 11. Станок для сборки фюзеляжа.

изображено на (рис. 2 ф. 6) крыла, подтягивают стяжки „а“ и „b“, заворачивая тендеры, и отпускают одновременно стяжки „с“ и „d“. После регулировки все стяжки должны быть натянуты равномерно и не должны провисать. Однако чрезмерная затяжка очень вредна, так как уменьшает прочность крыла и может повлечь выпячивание распорок на усиленных нервюрах, воспринимающих все усилие затяжки.

После регулировки остается лишь проводка тросов для управления и крыло готово к обтяжке.

Если конструкция крыла без растяжек, а с раскосами, то выверку положения нервюр, лонжеронов и всей формы крыла надо производить с особенной тщательности, так как тогда уже нет возможности хотя бы отчасти исправить регулировкой допущенную ошибку.

Сборка крыльев различных типов, в том числе и однолонжеронных, производится при помощи приспособлений и приемов в общем

аналогичных описанным и не требует специальных пояснений; так же производится и сборка элеронов и оперения.

Собранные крылья, элероны и рули для хранения лучше прислонять к стене, поставив на лоб. Под передний ободок следует подложить подкладки.

## 9. Сборка фюзеляжа.

Фюзеляжи планеров встечаются различных типов: 1) обычно прямоугольного сечения с вертикальными и горизонтальными стойками и проволочными растяжками (фиг. 8)... 2) той же конструкции но без проволочных растяжек, а с соединением узлов фанерными накладками и с деревянными раскосами (фиг. 9), 3) составленный из двух боковых и двух горизонтальных ферм, собранных на фанерных стенках. Все эти три типа обычно обтягиваются материей либо непосредственно по фюзеляжу, либо по специально сделанному каркасу из дужек и реек, придающему фюзеляжу обтекаемую форму. Наконец есть еще тип фюзеляжа, 4) составленный из поперечных рам, соединенных между собою продольными прогонами, обычно покрытый фанерой.

Разные типы фюзеляжей требуют различных приемов и приспособлений при сборке.

Сборка первого типа фюзеляжа—с растяжками—ведется в таком порядке. Сначала собираются обе боковые фермы. Для этого на гладком столе соответственной величины точно вычерчивается в натуральную величину план боковой фермы фюзеляжа. При вычерчивании надо не забывать учитывать некоторое удлинение лонжеронов фюзеляжа против указанной в сборочном чертеже длины его, происходящее от развертывания слегка изогнутой и наклонной фермы в плоскость.

На вычерченную на столе ферму накладываются лонжероны фюзеляжа с надетыми на них оковками и удерживаются на своем месте прибитыми к столу колодками. В оковки вставляются стойки боковой фермы, стяжки затягиваются, и тогда ферма представляет уже жесткое целое сохраняющее свою форму и после снятия с шаблона (фиг. 10). Стяжек собранной таким образом боковины нельзя уже перетягивать, не рискуя нарушить правильность формы.

Собравши одну боковину, на том же шаблоне собирают и вторую, не забывая надевать оковки отверстиями в обратную сторону. При этом может оказаться необходимым прорезать под ними углубления в столе или приподнять всю ферму на подкладках.

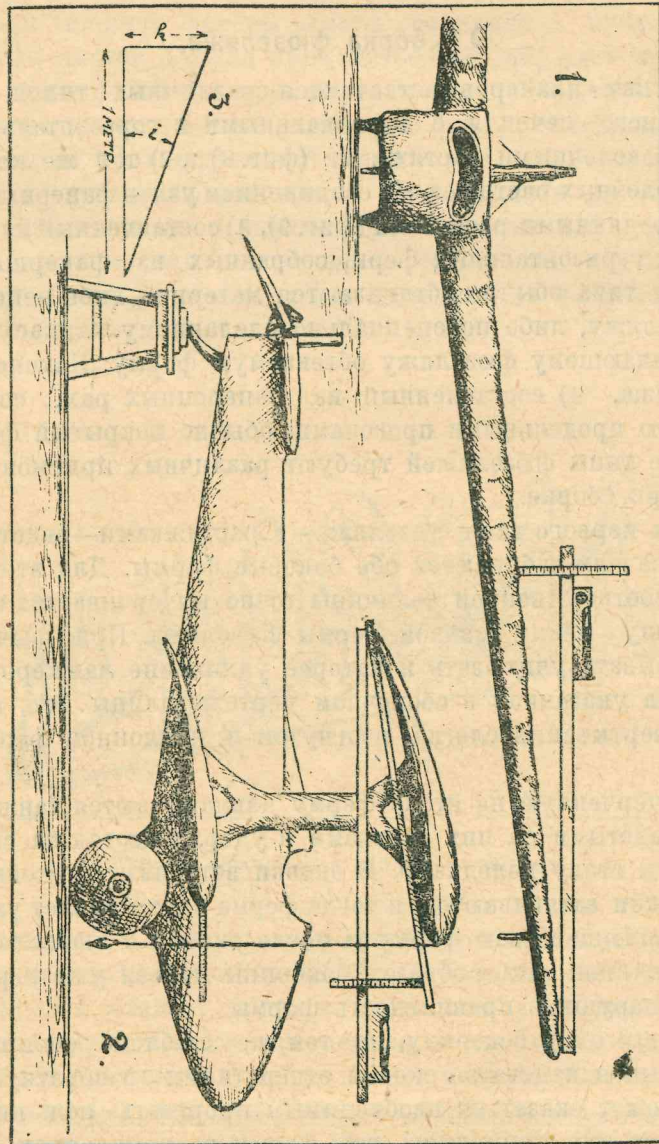
Если ни один из поясов фермы не лежит в линии полета аппарата, то на собранной боковине отмечают нанесенную на чертеже горизонтальную ось аппарата, что является необходимым для дальнейшей сборки.

Если по форме фюзеляжа требуется загибание лонжеронов, то оно производится, как было указано в предыдущем отделе. При толстых брусках загибание становится затруднительным, и при большой



кривизне изгиба всегда есть опасность сломать брусок несмотря на распаривание. В таком случае лучше распилить загибаемый брусок вдоль оси и, загнув обе половины одну на другой на шаблоне, склеить их. После такого склеивания брусок уже сам будет сохранять

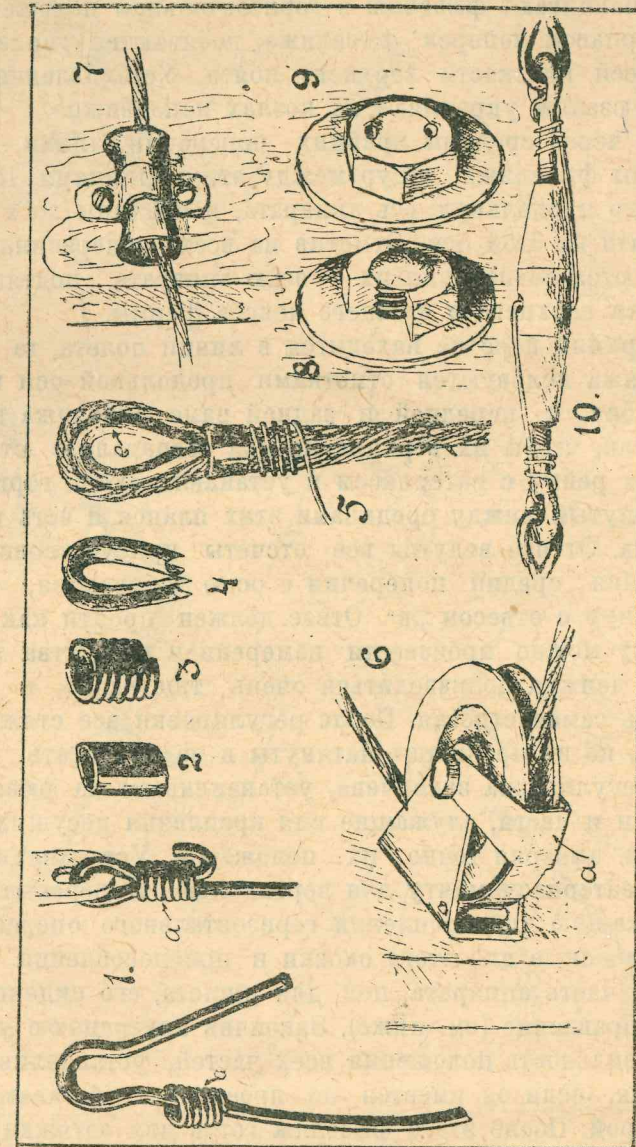
Фиг. 12. Установка крыльев.



приданную ему форму. Этот прием особенно полезен, когда приходится загибать брусок в плоскости большего размера сечения. Иногда приходится распилить на три слоя.

Собрав и выверив по чертежу обе боковые фермы, приступают к сборке всего фюзеляжа. Поставив вертикально обе боковины, вставляют между ними в оковки поперечины верхнего и нижнего пояса и ставят стяжки. После подтягивания стяжек весь фюзеляж представляет

жесткое целое. Остается лишь выверка и регулировка его. Сначала проверяют правильность прямоугольников, образованных в поперечных сечениях фюзеляжа боковыми стойками и верхними и нижними поперечинами. Проверка ведется измерением диагоналей, кото-



Фиг. 13. Крепление стяжек, замки и детали, передающие движение органам управления.

рые должны быть равными. Для этого удобно пользоваться простейшим штангенциркулем, состоящим из скользящих одна по другой реек. (рис. 2 фиг. 10). Рейки связаны между собой двумя жестяными оковками, по концам их забиты два тонких гвоздя, между остриями которых и измеряется расстояние.



Добившись правильности поперечных сечений фюзеляжа, выверяют его симметрию. Фюзеляж ставят на стол или на козлы и устанавливают в линию полета. (рис. 1 ф. 8). Если верхний пояс фермы находится по линии полета, т. е. параллелен продольной оси аппарата, то, поставив рейку на крайние поперечины его, при помощи ватерпаса устанавливают фюзеляж в горизонтальном положении. Ставя рейку с ватерпасом поперек фюзеляжа, добиваются горизонтального положения всей плоскости верхнего пояса. Установленный в таком положении фюзеляж укрепляют на козлах неподвижно.

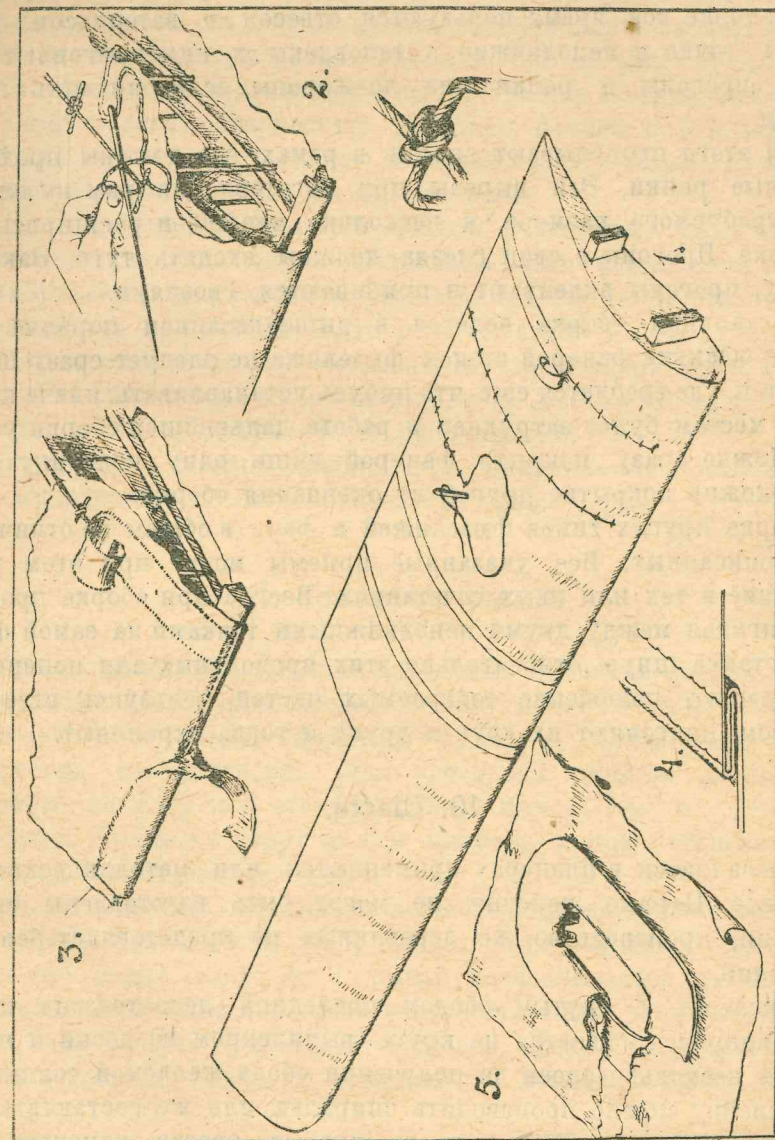
Проведя через середины крайних поперечин линии, натягивают по всей длине фюзеляжа шнур между этими линиями. Шнур представляет собою продольную ось аппарата, и середины всех поперечин должны лежать на этой оси. Отметив на всех поперечинах их середины, добиваются совпадения их с осью аппарата, подтягивая и отпуская стяжки верхнего и нижнего поясов фермы.

Если верхний пояс не находится в линии полета, то для установки фюзеляжа пользуются отметками продольной оси на боковых стойках. Прибив к передней и задней раме фюзеляжа поперечные планки „а“ так, чтобы их верхняя кромка совпадала с отметкой оси, ставят на них рейку с ватерпасом и устанавливают ее горизонтально. Шнур, протянутый между серединами этих планок и есть продольная ось фюзеляжа. От нее ведутся все отсчеты при установках внутри его. Совпадения средин поперечин с осью добиваются, опуская из средин их шнур с отвесом „в“. Отвес должен пройти как раз через ось. Проверку можно произвести измерением равенства диагоналей. Регулировка должна производиться очень тщательно, и симметрия должна быть самая строгая. После регулировки все стяжки должны быть хорошо, но не чрезмерно натянуты и не провисать.

Когда регулировка закончена, устанавливают на фюзеляже оковки, кабачики и части, служащие для крепления несущих поверхностей и шасси, выверяя точно их положение. Устанавливают строго по отвесу и ватерпасу мачту для вертикального оперения или поперечину, служащую для крепления горизонтального оперения, а также предназначенные для этого оковки и приспособления. Заканчивают переднюю часть аппарата, пол для пилота, его сиденье и устанавливают управление (см. ниже). Закончив внутреннюю установку и выверив правильность положения всех частей, устанавливают каркас для обтекания, (если он имеется по проекту), и обшивают, где требуется, фанерой. После этого фюзеляж готов для обтяжки полотном.

Фюзеляж типа 3) собирается аналогичным образом. Здесь приходится собирать отдельно все четыре фермы: две боковых, верхнюю и нижнюю. При соединении четырех ферм в фюзеляж приходится следить за соблюдением правильного прямоугольного сечения. Регулировка здесь отсутствует и заменяется правильностью сборки отдельных ферм. Вычерчивание на столе здесь можно заменить вычерчиванием на самой фанерной стенке фюзеляжа.

Фюзеляжи второго и четвертого типа удобнее собирать другим способом. Сначала готовят все поперечные рамы, собирая каждую отдельно. Для сборки применяют станок следующего устройства. (фиг. 11). На большом столе или на доске длиной равной фюзеляжу



Фиг. 14. Обтяжка крыльев полотном.

устанавливают вертикально планки „а“, укрепляя их совершенно неподвижно раскосами „в“. Вертикальные планки строго параллельные друг другу, размещены на таких расстояниях одна от другой, чтобы прикрепленные к нам с одной стороны поперечные рамы фюзеляжа оказались точно на местах требуемых чертежом. Между крайними планками „а“ протягивают горизонтальный шнур, представляющий



собою продольную ось аппарата. По этой оси на каждой планке размечают положение соответствующей поперечной рамы и точно и прочно укрепляют рамы „с“ на вертикальных планках „а“ зажимами или, если позволяет прочность рам, гвоздями. Для правильной ориентировки рам на них натягиваются крестообразно две нити—оси. При установке все время пользуются отвесом и ватерпасом. Когда все рамы точно и неподвижно установлены, к ним пригоняют продольные прогоны и рейки или лонжероны, если они есть в конструкции.

Для этого проделывают выемки в рамах, где должны проходить продольные рейки. Эти вырезы при изготовлении рам не следует делать требуемого размера, а несколько меньше и расширять уже при сборке. Прогоны в свои гнезда должны входить туго. Закончив пригонку, прогоны вклеивают и прибиваются, гвоздями.

В остальном сборка ведется в вышеуказанном порядке.

При обшивке фанерой стенок фюзеляжа не следует сразу покрывать частей, где требуется еще что нибудь устанавливать, иначе доступ к таким местам будет затруднен и работа дальнейшей сборки усложнится. Можно сразу покрыть фанерой лишь одну половину фюзеляжа, отложив покрытие другой до окончания сборки.

Сборка других типов фюзеляжей и ферм в общем не отличается от вышеописанных. Все указанные приемы могут при этом найти применение в тех или иных сочетаниях. Всегда при сборке проводят оси, натягивая между двумя неподвижными точками на самой ферме или на станке шнур, относительно этих продольных или поперечных осей выверяют положение собираемых частей, пользуясь отвесом и ватерпасом, пригоняют их друг к другу и тогда скрепляют.

## 10. Шасси.

Колеса шасси в планерах применяются или металлические или деревянные. Первые, конечно, не могут быть изготовлены своими средствами, производство же деревянных не представляет больших затруднений.

В колесах с гнутым ободом последний делается из тонкой планки, которая загибается на круге выпиленном из доски и наклеивается в несколько слоев до получения обода желаемой толщины.

Наклейку можно производить спиралью или же составлять обод из нескольких колец. Концы их сращивают, срезав наискось так, чтобы стыки двух последовательных слоев не приходились один над другим. Готовый обод помещают вокруг выточенной втулки и распирают их спицами. Выверив угольником и циркулем правильность положения втулки в центре обода и перпендикулярность ее оси к плоскости обода, укрепляют спицы на клею и гвоздях уголками к ободу и втулке. После этого прибивают на клею фанерную стенку. Готовое колесо выверяют, вращая его на оси, и правят

окончательно обод. Лучше все это сделать на токарном станке. Вращением на оси следует также проверять во время сборки. Ось должна быть перпендикулярна плоскости обода.

Колесо с ободом вырезанное из нескольких секторов, а не гнутое несколько проще в производстве. Способ проверки тот же самый. В ступицу колеса следует вставлять металлические втулки из тонких трубок, концы которых расклепываются, или к ним прикрепляются боковые шайбы предохраняющие их от трения о заплеки оси.

Обод колеса обтягивается кожаным ремнем или резиновой полосой или же обивается тонким железом, или жостью. Необтянутый обод можно пускать лишь на мягкой почве.

Ось шасси прикрепляется к стойкам резиновыми амортизаторами. Привязывать их надо сильно натягивая. При нормальном положении оси амортизатор должен быть уже затянут, так чтобы ось подавалась лишь немного при стоянке планера с сидящим в нем летчиком.

Концы амортизаторов связываются; причем их предварительно очень туго обматывают крепким шпагатом делая узел на каждом обороте его, чтобы предохранить от распускания.

Тоже самое можно сказать и о прикреплении костыля, только здесь амортизатор не затягивается так туго.

## 11. Командные рычаги.

Обычно командные рычаги—рукоятка и ножная педаль делаются из металлических трубок. Педаль часто делается из дерева, иногда деревянная (из ясеня) бывает и рукоятка. Соединения все без исключения металлические. Для установки рычагов размечают их положение на полу или стенках кабины пилота или на ферме если кабины нет. Разметку ведут от оси планера и при установке следят за строгой симметричностью ее.

Все шарнирные соединения должны допускать свободное вращение частей, но должны быть точно пригнанными. Иначе получается так назыв. люфт, т. е. рычаг поворачивается на некоторый угол, не вызывая этим движения соответствующих частей. Люфт очень вреден, значительно уменьшая чуткость аппарата к движениям пилота, и потому его следует доводить до возможно малых размеров, подтягивая гайки соединений.

## 12. Сборка и регулировка всего планера.

Когда закончена сборка фюзеляжа или фермы планера, сделана в нем вся внутренняя установка, собраны и поставлены шасси и костыль, собраны несущие поверхности и оперение, тогда можно приступить к сборке всего планера.



Поставив в линию полета фюзеляж и закрепив его в таком положении, прикрепляют к нему киль и стабилизатор.

Затем подвешиваются на шарнирах рули, причем, конечно, шарниры должны быть раньше укреплены на своих лонжеронах.

Устанавливая шарниры, их раньше укрепляют на одном из лонжеронов напр. на лонжероне стабилизатора и затем, приставив к нему лонжерон руля, размечают на последнем точное положение вторых половин шарниров и лишь тогда сверлят отверстия для болтов. Только таким образом можно добиться правильной установки. Оси всех шарниров должны лежать на одной прямой, иначе вращение будет затруднено. Под головки болтов непременно подкладывают шайбы, лучше всего алюминиевые, чтобы предохранить дерево от смятия. Это же относится и к установке шарниров элеронов.

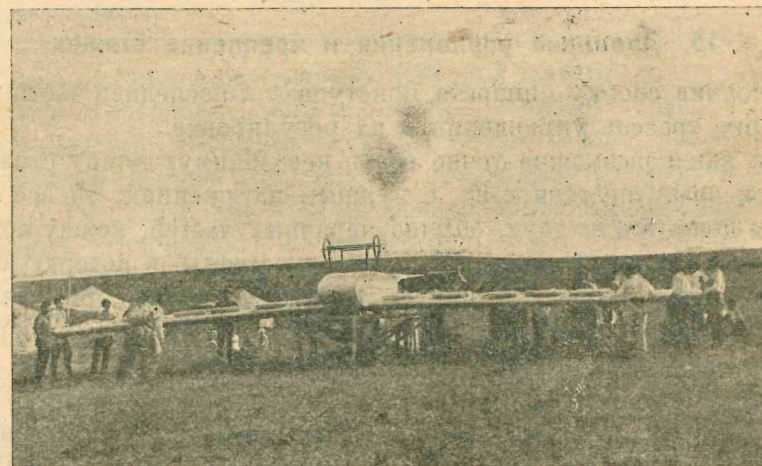
Если несущие поверхности имеют центроплан, то его прежде всего укрепляют на фюзеляже в оковках и при наличии стяжек затягивают последние; при этом точно устанавливают угол атаки и положение центроплана, способом указанным для крыла. Затем к центроплану присоединяют несущие поверхности, причем отверстия для соединяющих болтов сверлят при установке. При отсутствии центроплана крылья присоединяют прямо к местам крепления их на фюзеляже или кабаничке и, если есть растяжки, то слегка затягивают их.

Теперь предстоит самая ответственная работа—установка угла атаки крыла и регулировка поперечного угла между крыльями.

Начинают с последнего. Угол под'ема можно определить, поставив вдоль крыла правильную рейку и установив на нее специальный угломерный инструмент. За отсутствием последнего определение ведется помощью ватерпаса, рейки и масштаба. Приложив одним концом рейку к поверхности крыла под лонжероном, устанавливают ее по ватерпасу и определяют угол под'ема, измеряя масштабом расстояние до поверхности крыла, как указано на (рис. 1 ф. 12). Неправильность положения крыла исправляют натяжением стяжек, если ими укреплено крыло, или регулировкой длины подкосов, или подкладками и затягиванием болтов в соединительных оковках при крыле свободнонесущем. Если конструкция подкосов не допускает их регулировки, то отверстия для болтов в них сверлятся лишь при установке крыла в надлежащее положение, и длина подкоса определяется лишь в этот момент. Установив поперечное V каждого крыла, следует еще проверить симметричность крыла относительно вертикальной плоскости проходящей вдоль оси аппарата. Для этого удостоверятся при помощи рейки и ватерпаса, что шнур натянутый между концами крыльев лежит горизонтально в средней части. Если крыло не имеет поперечного V, то правильность его выверяют, кладя рейку с ватерпасом вдоль верхней или нижней поверхности крыла. Симметрия крыла в плане проверяется измерением расстояния концов крыльев от передней или задней оконечности оси аппарата.

Установив правильное положение крыльев, приступают к определению угла атаки (рис. 2 ф. 12).

Приложив совершенно правильную рейку снизу крыла вдоль одной из нервюр, получают направление хорды крыла. В точке лежащей точно под концом хорды к первой рейке прикладывают вторую и устанавливают ее строго горизонтально по ватерпасу. Расстояние в соответствующей точке между рейками, намеренное масштабом по угольнику или отвесу, дает возможность определить угол, как и в вышеписанном случае. Регулировка угла делается подтягиванием стяжек, регулировкой длины переднего и заднего подкосов, а при свободно несущем крыле подкладками в передней и задней оковках в месте крепления к фюзеляжу. Если угол атаки разных частей крыла различен, то при расчлененном крыле определяется угол каждой части и регулируется соответствующими растяжками. В свободно несущем крыле разница углов атаки должна быть дана при самой сборке крыла.



Фиг. 15. Испытание планера на прочность.

Регулировка крыла биплана значительно сложнее, чем для моноплана. Углы атаки и поперечное V для каждого крыла определяются отдельно. Сначала устанавливается точно одно крыло, верхнее или нижнее в зависимости от конструкции аппарата, способами указанными выше. Второе крыло выверяется так, чтобы не нарушить положения уже установленного крыла. Так напр., в обычной бипланной коробке со стяжками, установив при помощи регулировки обратных стяжек положение нижнего крыла, верхнее регулируют подтягивая несущие стяжки и подгоняя стойки. Вынос верхнего крыла над нижним устанавливается при помощи отвеса, как указано на (рис. 2 фиг. 12).



При определении угла с помощью рейки и ватерпаса необходим масштаб, которым отсчитывается высота образованная им, рейкой и хордой крыла. Для этого пользуются угольником, приставляемым одной стороной к рейке. Отчет удобнее всего производить на расстоянии одного метра от конца рейки, прикасающегося к крылу. Высота треугольника „h“ при длине рейки в 1 метр дана в миллиметрах для разных углов в следующей таблице (рис. 3. Ф. 12).

УГОЛ	ВЫС.						
0	0	2 1/2°	44	5 1/2°	96	8 1/2°	149
		3°	52	6°	105	9°	158
1 1/2°	9	3 1/2°	61	6 1/2°	114	9 1/2°	167
1°	17	4°	70	7°	123	10°	176
1 1/2°	26	4 1/2°	79	7 1/2°	132	10 1/2°	185
2°	35	5°	87	8°	141	11°	194
						11 1/2°	203
						12°	213
						12 1/2°	222
						13°	231
						13 1/2°	240
						14°	249

Угол атаки горизонтального оперения проверяется так же, как и для крыла, причем надо руль глубины закрепить так, чтобы он представлял точно продолжение стабилизатора, образуя с ним один профиль.

### 13. Проводка управления и крепление стяжек.

Закончив сборку аппарата, приступают к последней части работы, к проверке тросов управления и их регулировке.

Так как невозможно точно взять необходимую длину стяжек или тросов и сразу поставить их с нужным натяжением, то все стяжки и тросы делаются из двух, обычно неравных частей, между которыми вставляется тендер. Последний состоит из муфты, в которую с двух сторон входят болты, кончающиеся ушками, к которым прикрепляются тросы или стяжки. Болты снабжены один правой, другой левой резьбой и при поворачивании муфты одновременно ввинчиваются или вывинчиваются из нее, тем самым ослабляя или затягивая стяжку. Размер тендера следует выбирать такой чтобы диаметр выступающей из муфты части болта был чуть больше диаметра стяжки. Концы тросов и проволочных стяжек должны быть прочно закреплены к ушкам болтов тендеров и к ушкам на соединяемых частях аппарата.

Для прикрепления проволочных стяжек применяют следующий способ. Сначала при помощи круглогубцев загибают прикрепляемый конец, образуя на нем род петли, как указано на (рис. 1 ф. 13). Затем, надев проволоку на соответствующее ушко прижимают свободный конец к стяжке и надвигают на них муфточку „а“. Затем конец стяжки отгибают, чтобы укрепить подвинутую трубочку неподвижно и откусывают. Петлю загибают на стяжке не на самом конце, а отступя немного миллиметров 50—100, чтобы легче можно было потом отогнуть конец. Укрепляющие муфточки получают, отрезая кусочки от медной трубки или же загибая спирально проволоку в 1 мм. толщиной. Такая трубочка (рис. 2. Ф. 12) или спиралька (рис. 3. Ф. 13)

должны тесно находить на соединяемые проволоки. По этому куски трубки круглого сечения берут немного меньшего диаметра, чем двойная толщина стяжки, и слегка расплющивают их. (Рис. 1. ф. 13) изображает последовательные стадии закрепления стяжки.

Прикрепление концов троса немного сложнее. (р. 5 ф. 13). При образовании петли на конце под нее непременно подкладывают маталическую желобчатую пластинку „в“, предохраняющую трос от изнашивания, т. наз. „Коуш“. (Рис. 4. ф. 3). Коуш можно сделать и своими средствами, но лучше доставать готовые, как и тендеры. Заложив трос с подложенным под него коушем в ушко, конец троса длиной от 60 до 100 мм. (в зависимости от толщины его) обычно заплетают в основной трос. Заплетание троса дело очень трудное, требующее опытной руки специалиста. Поэтому при постройке планеры можно применить более простой, хотя и не такой надежный прием, тем более, что работа троса не так продолжительна как на аэроплане.

Обжав хорошо трос вокруг коуша и надвинув до отказа (до самого коуша), небольшую муфточку конец троса расплетают и тонкие проволоки его пропускают в трос, раздвигая проволочки его стальным острием (рис. 5 фиг. 13).

Затем все место соединения конца с основным тросом, начиная от коуша и до концов заделанных проволок обматывают спиралью тонкой медной проволоки, оставляя между витками ее небольшие промежутки. Заделав оба конца этой проволоки в трос, все соединенное место спаивают оловом при помощи паяльника, следя за тем, чтобы трос со всех сторон был покрыт оловом. Такое соединение, достаточно надежно, если сделать его тщательно.

При затягивании тендеров и регулировке аппарата надо следить, чтобы нарезка тендера была погружена в муфту не менее, чем на длину, равную двум диаметрам болта тендера.

При проводке тросов управления надо следить, чтобы обоймы блоков не допускали возможности выпадения троса из желобка блока. Если обойма не дает в этом достаточной гарантии по своей конструкции, то нужно сделать для этого дополнительное приспособление „а“ (рис. 6 ф. 13). При проводке троса в крыле или фюзеляже следует по возможности предохранить его от провисания, пропуская его через куски медных или алюминиевых трубочек укрепленных на некотором расстоянии друг от друга.

В тех случаях когда трос близко проходит от какой нибудь части конструкции и возможно трение при работе его, соответствующую деталь и трос предохраняют от истирания обивая данное место алюминиевой пластинкой или пропуская трос через направляющую трубочку (рис. 7 ф. 13).

Тросы управления требуют тщательной регулировки. Последняя заключается в достижении надлежащего натяжения тросов, чтобы органы управления без „люфта“ немедленно следовали за движением рычага или педали.



Кроме того сами рычаги должны после регулировки стоять в правильном положении. Ножная педаль должна быть перпендикулярна продольной оси планера при положении руля поворотов строго по оси. Пилотская рукоятка должна находиться в вертикальной плоскости симметрии планера, когда оба элерона представляют продолжение профиля крыла, находясь в нейтральном положении. При положении руля глубины, представляющем продолжение стабилизатора или, при отсутствии последнего, под углом атаки соответствующим горизонтальному полету, верхний и нижний тросы ведущие к пилотской рукоятке надо отрегулировать так, чтобы рукоятка была близка к вертикальному положению.

При этом надо обращать внимание, чтобы при нейтральном положении рукоятки летчику не нужно было держать руку далеко вытянутой вперед, что очень утомительно, и чтобы рукоятка допускала поворот руля до отказа в обе стороны.

При установке тросов следует помещать тендеры около рычажков-рулей и элеронов, чтобы можно было снимать последние, не разбирая всей проводки.

#### 14. Испытание на прочность.

По окончании всей работы сборки и регулировки аппарата остается лишь обтяжка его материей, если конструкция крыла и рулей не покрыта фаной. Но перед обтяжкой конструкцию подвергают испытанию на прочность при помощи нагрузки песком.

Для испытания крыльев планер переворачивают на спину и помещают на подставленные козлы. Планер должен быть помещен так чтобы опоры пришлись около крепления крыла к фюзеляжу, причем класть на козлы его следует лонжеронами. Под лонжероны накладывают колодки, чтобы выровнять их положение, а поверх колодок куски войлока или сложенной в несколько раз материи, чтобы не повредить дерево лонжеронов. (Фиг. 15).

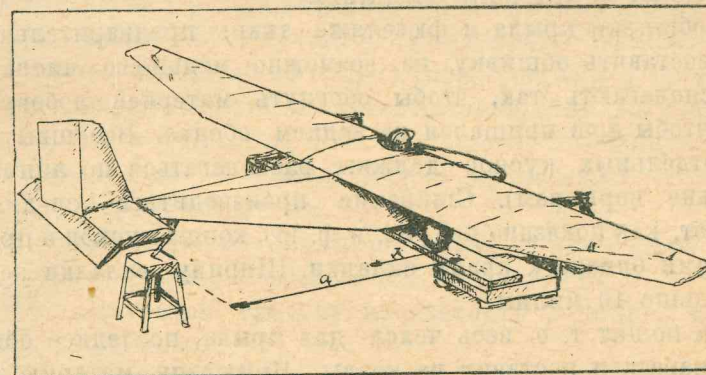
Нагрузку берут обычно в 2, 5—3, 5 раза большую, чем нагрузка на крылья в нормальном полете. Чтобы высчитать ее, надо взять вес планера в полете т. е. с летчиком, вычесть из него вес крыльев и помножить на соответствующий множитель перегрузки—в данном случае 2,5 или 3,5.

При этом следует высчитать нагрузку приходящуюся на каждый лонжерон крыла. Сама нагрузка осуществляется в виде узких мешков набитых песком, заранее точно взвешенных. Подсчитав требуемое число мешков их раскладывают на земле вдоль крыла. Затем два человека берут по мешку и сразу по команде кладут их на один из лонжеронов крыла на равных расстояниях от фюзеляжа. Затем таким же образом накладываются следующие мешки в направлении от фюзеляжа к концу крыла. Прогиб обоих лонжеронов измеряется поставленными у их концов вертикальными рейками, на которых раньше

отмечается первоначальное положение концов лонжеронов. Нагрузку по лонжеронам держат в течение трех минут, а затем снимают одновременно с двух сторон аппарата по одному мешку, начиная от концов крыла к фюзеляжу. По снятии нагрузки проверяют положение концов лонжеронов на рейках. Хорошо построенный планер не должен давать остаточного прогиба и лонжероны должны занять прежнее положение. При этом следует принять меры, чтобы подставки, на которых стоит планер, не были сдвинуты при нагрузке, иначе нельзя судить о результатах испытания.

Такой же нагрузкой, соответственно вычисленной, испытывают и органы управления аппарата.

После испытания, поставив аппарат в нормальное положение проверяют все стяжки и соединения, заново подтягивают растянувшиеся и ослабевшие во время испытания, выверяют заново регулировку аппарата и тогда закрепляют наглухо все неразъемные соединения внутри подлежащих обтяжке фюзеляжа и крыльев.



Фиг. 16. Определение центра тяжести планера.

Законтривание болтов проще всего делается двумя способами. Отпилив выступающий из гайки конец болта, чтобы оставалось снаружи не более 1—2 миллим., его расклепывают на гайке молотком (рис. 8 ф. 13), или же, спилив весь болт до уровня верхней поверхности гайки, делают керном на ней два или три углубления по окружности болта (см. рис. 9 ф. 13). Предварительно перед законтриванием проверяется поставлена ли под гайку шайба, если гайка стоит непосредственно на дереве, и затянута ли хорошо гайка. Тендеры законтривают при помощи тонкой мягкой проволоки как указано на (рис. 10 ф. 13). Законтривание надо производить очень тщательно, не пропуская ни одного соединения.

Перед окончательным покрытием аппарата полотном следует покрыть всю деревянную конструкцию его лаком или хотя бы промазать горячим вареным маслом. Это в значительной степени предохранит его от влияния влажности при пользовании им в полетах и пребывании его на открытом воздухе и в палатке.



### 15. Обтяжка планера материей.

Для покрытия аэропланов и планеров применяются специальные ткани, как перкаль, отличающиеся прочностью и легкостью. На рынке этих тканей не имеется, и их для планера можно свободно заменить другими. Пригодная для обтяжки материя должна удовлетворять следующим требованиям:—прочность, легкость, способность пропитываться специальными составами для покрытия аэропланов, напр. эмаллитом и натягиваться при этом, ткань должна быть по возможности густой и кроме того сравнительно дешевой. По прочности льняные ткани или полульняные лучше других, но они значительно тяжелее и дороже хлопчато-бумажных. Хорошее плотное, бумажное полотно, достаточно прочно для планера и потому ему следует отдать предпочтение за легкость и дешевизну. Выбирать ткань следует возможно большей ширины, что значительно бережет работу при сшивании. На ткани должно быть по возможности меньше апретуры, которая мешает впитыванию эмаллита.

Для обшивки крыла и фюзеляжа ткань предварительно кроят, стараясь составить обшивку из возможно меньшего числа кусков. Куски располагают так, чтобы обогнуть материей лобовую часть крыла, и чтобы шов пришелся на заднем ободке. Все швы при соединении отдельных кусков должны располагаться по линии полета (параллельно нервюрам). Сшивание производится след. образом. Складывают, как показано на (рис. 4 ф. 14), концы кусков и прошивают двумя швами близко к краям складки. Ширину складки не следует делать больше 10 миллим.

Когда пошит т. о. весь чехол для крыла, последнее обтягивают сняв с аппарата и поставив на козлы. Приложив материя к крылу прикрепляют свободные концы к заднему ободку крыла небольшими гвоздиками, плотно натягивая полотно. Так же натягивают гвоздиками полотно с боков крыла. Натягивать надо так, чтобы избежать морщин, но не чрезмерно туго, так как полотно после покрытия эмаллитом еще стягивается. Когда все полотно натянуто гвоздями, по краю его сшивают (рис. 2 ф. 14), вынимая постепенно гвозди.

Последнее следует забивать неглубоко, ровно столько, сколько следует для натягивания полотна. Когда крыло обшито кругом, приступают к пришиванию его к нервюрам. Для этого надо иметь иглу достаточной, длины чтобы проколоть крыло в самом толстом месте насквозь. Такую иглу можно сделать из куса нетолстой стальной проволоки. Способ пришивания ясен из рисунка. Продольная нитка вдоль нервюры не дает полотну отставать от последней, узлы на каждой петле охватывающей нервюру предохраняют весь шов от распускания при разрыве одной из петель. Петли вокруг нервюры делают на расстоянии 100—120 миллим. одна от другой. На ровных местах профиля реже, на местах с большой кривизной, особенно с нижней вогнутой стороны, чаще.

Точно таким же образом обшивают все органы управления и фюзеляж. К последнему материя можно прибавать мелкими гвоздиками.

Понятно, что для обшивки собранный планер разбирают на отдельные части.

После обшивки полотно покрывается специальным составом (эмаллитом, авиатолем или др.). Все эти составы представляют собою быстро высыхающие растворы, оставляющие на полотне плотный тонкий слой вещества растворенного в них. Цель покрытия—придать полотну гладкость и непроницаемость для воздуха и крепко натянуть его на остов планера. Покрывание производится большой кистью, которою быстро водят по полотну, вдоль нитей основы. Слой накладывают не толстый, стараясь пропитать, по возможности, всю толщу полотна. При покрытии эмаллитом все швы вдоль нервюр и по краю крыла заклеивают полотняной лентой смазанной эмаллитом (котор. очень хорошо приклеивает последнюю к полотну). Края ленты должны выступать за края нервюр и швов не менее чем на 5 мил. с каждой стороны. Ленты лучше не отрезать, а отрывать, чтобы кромки их были немного растрепаны, что способствует лучшему их приклеиванию. После первого покрытия покрывают полотно во второй раз, а иногда и в третий. Каждое следующее покрытие увеличивает вес планера, но также увеличивает и непроницаемость и гладкость, а также и прочность обшивки.

Всякое следующее покрытие можно производить лишь после полного высыхания предыдущего.

Иногда после покрытия эмаллитом аппарат покрывают еще маслянным лаком. Фанерное покрытие только лакируют.

Покрытие эмаллитом следует производить в теплом и хорошо вентилируемом помещении.

Те места покрытия, где проходят сквозь него троссы, прорезают и вделывают в них алюминиевые окошки. Для последних кусок полотна с прорезом нужной величины зажимается в два листа алюминия, как указано на рис. 5 ф. 41, кот. держатся плотно своим загибом и образуют т. о. окошко для прохода тросса. В обшивке крыла и фюзеляжа в тех местах где находятся блоки или другие подвижные части управления проделываются закрывающиеся окошки для постоянного контроля над состоянием их и для смазки.

Когда вся обтяжка окончена, весь планер собирают, зашлифтовывают все шарниры рулей и элеронов, отрегулировывают заново, законтривают все соединения и густо смазывают минеральным салом все подвижные части, трубочки и блоки где проходят троссы. После этого планер готов к полету.

### 16. Определение центра тяжести.

Перед полетным испытанием планера необходимо раньше удостовериться в правильном положении центра тяжести его. Простейший способ для этого следующий. Под фюзеляж планера с сидящим



в нем летчиком подкладывается круглый поперечный брусок и на нем планер приподымается немного с земли. Передвигая слегка брусок можно добиться такого положения что планер будет лежать на бруске в равновесии и ни один конец не будет перетягивать. Тогда брусок находится как раз под центром тяжести аппарата.

Необходимо поднимая планер подкладывать под брусок досточки вдоль лонжеронов фюзеляжа, чтобы не поломать последних.

Более точное определение можно произвести при помощи весов (фиг. 16). Устанавливают двое десятичных весов точно по ватерпасу и положив на них поперечную доску, ставят на нее шасси планера. Костыль ставят на подставку так, чтобы планер был в положении полета. Взвешивают, т. о., переднюю часть аппарата, затем повернув планер и установив в полетное положение костылем на доске взвешивают заднюю часть аппарата. Летчик при взвешивании сидит в планере.

По этим двум взвешиваниям определяют центр тяжести следующим образом.

Пусть при взвешивании передней части одни весы показали 55, другие 60 килогр.; тогда передняя часть весит  $55 + 60 = 115$  килогр. Так же найдем, что задняя часть весит 35 кил. Тогда полный вес планера  $115 + 35 = 150$  кил. Измеряют длину между линией соединяющей точки касания колес с землей и точкой касания костыля, пусть эта длина  $a = 3600$  миллиметров.

Тогда расстояние центра тяжести планера от линии соединяющей точки касания колес с землей найдется если всю длину „а“ помножим на вес задней части аппарата и разделим на полный вес планера. В нашем примере

$$x = \frac{3600 \cdot 35}{150}$$

Если центр тяжести окажется значительно сдвинутым против положения указанного в проекте, то перед полетом его следует привести в нужное положение. Обычно для этого конструкция допускает перемещение сидения летчика. Если по конструкции нельзя этого сделать, то приходится прикреплять груз соответствующей величины к носу или хвосту аппарата.

## ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
1. Материалы . . . . .	3
2. Помещение . . . . .	4
3. Инструменты и приспособления . . . . .	4
4. Порядок производства работ . . . . .	6
5. Заготовка . . . . .	8
6. Сборка нервюр . . . . .	13
7. Сборка лонжеронов . . . . .	15
8. Сборка крыла и оперения . . . . .	16
9. Сборка фюзеляжа . . . . .	19
10. Шасси . . . . .	24
11. Командные рычаги . . . . .	25
12. Сборка и регулировка всего планера . . . . .	25
13. Проводка управления и крепление стяжек . . . . .	28
14. Испытание на прочность . . . . .	30
15. Обтяжка планера материей . . . . .	32
16. Определение центра тяжести . . . . .	33