

Г. Шмелев.

## РЕКОРДНЫЕ ПЛАНЕРЫ III ВСЕСОЮЗНЫХ СОСТЯЗАНИЙ

### II. СОВЕТСКИЕ ПЛАНЕРЫ.

Общие недочеты советского рекордного планеризма были частью освещены в нашей статье, помещенной в № 12 (26) «Самолета». Несмотря на них, многие советские конструкции подают надежды на успешное дальнейшее развитие. Весьма хорошо зарекомендовали себя украинские планеры, на коих было совершенно наибольшее число рекордных полетов<sup>1)</sup>.

„Нижегородец Л-2“.

Этот двух-местный моноплан конструкции инж. Лучинского был выстроен, под руководством тов. Камерницкого, кружком при Нижегородском машиностроительном заводе в 40-дневный срок. Планер обнаружил прекрасные аэродинамические качества, позволившие ему с летчиком Юнгмейстером и пассажиром побить два мировых рекорда для двух-местных планеров: высота 336 м. и расстояние—10 км.

Своим летным достижениям планер обязан хорошему качеству крыла, малому лобовому сопротивлению (пассажир плотно закрыт в фюзеляже под крылом) и чрезвычайно малому весу—всего 120 кг. Чрезвычайное облегчение веса вызвало ослабление крыла, и поломка во время рекордного полета, вследствие вибраций, крыла указывает на некоторую слабость самого лонжерона; возможно также, что эти вибрации обуславливались наличием у крыла лишь несущих (нижних) растяжек, при отсутствии верхних, что оказалось в ущерб сопротивляемости крыла вибрациям (при возникновении давлений на него сверху).

Отметим также несколько стесненное положение пассажира; позади его и перед ним находятся выступы фюзеляжа, на которых покоится крыло; на свое место пассажир влезает через открывающийся люк в крыле.

Центроплан прямоугольного вида в плане, имеет дужку Коллинса № 4, а крайние части крыла—дужку Эйфель № 385. Крыло имеет два коробчатых лонжерона с высверленными фанерными стенками; передняя кромка крыла до переднего лонжерона обшита 1 мм. фанерой. Крыло имеет небольшое V за счет утоньшения профиля к концам. Центроплан лежит на двух выступах фюзеляжа, между коими помещается пассажир; задний выступ переходит в валикообразный обтекатель, протягивающийся к хвосту по верхней части фюзеляжа. Каждая половина крыла прикреплена снизу к фюзеляжу одной растяжкой (толщиной 6,7 мм.) и двумя стальными лентами, из коих передняя идет к носу фюзеляжа, задняя же несколько назад. Фанерный фюзеляж, не считая обтекателя, имеет прямоугольное сечение. Рулевое оперение имеет толстый профиль (Прандтль 410); проводка управления скрыта внутри. Стабилизаторы имеют небольшую площадь—они служат, главным образом, в качестве упора для рулей; сделаны они из гнутой фанеры. Шарниры рулей и элеронов размещены вдоль верхней кромки лонжерона оперения (у руля направления вдоль правой кромки), а не по средней его линии (т.-е. по образцу дверных петель); таким

образом получилась возможность провести тяги управления сквозь толщу поверхности, избегая вынесения рычажков наружу. Ось колес размещается у дна фюзеляжа.

Обнаружившаяся недостаточность руля направления была исправлена некоторым его увеличением по высоте. Можно также отметить несколько неправильное расположение колес—они слишком отодвинуты назад.

Планер обошелся Нижегородскому Авиахиму, примерно, в 1500 рублей; включая в эту сумму покупку части материалов и наем специалистов.

#### Рекордные планеры КПИР.

Киевский Политехникум представил три рекордных планера: «КПИР-1», «КПИР-1 бис» и «КПИР-4». Из них

«КПИР-1» победоносно выступал еще на прошлогодних Крымских состязаниях; «КПИР-4» удачно выступал на германских состязаниях.

На КПИР'ах совершенно наибольшее число рекордных полетов. По своей продуманности, чистоте отделки и простоте сборки они не имеют себе равных среди советских планеров.

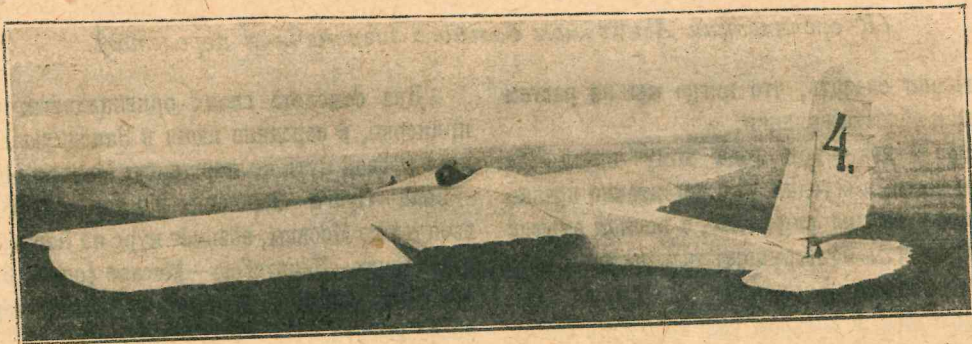
Планерный кружок КПИ проделал за период, предшествовавший состязаниям, большую планомерную работу. Во-первых, был капитально отремонтирован «КПИР-1» (описание его и чертежи помещены в № 11(13) «Самолета» за 1924 г.), проверены лонжероны крыла и крепления, заменены тросы и части управления; сделана новая обтяжка. Эта работа была произведена силами кружка с некоторыми затруднениями, вследствие ограниченности отпущенных средств. Одновременно производилась постройка «КПИР-1 бис» и «КПИР-4» (проект последнего планера получил 1-й приз на конкурсе проектов в Харькове в марте 1925 г., схема этого планера помещена в № 9(23) «Самолета»). В виду того, что в конструкторском бюро КПИ работали студенты, специализирующиеся по авиастроению и отбывавшие в авиамастерской летнюю практику, работа по созданию новых планеров была поставлена на фабричный лад—производился учет рабочей силы, хронометраж. Хотя главная масса рабочей силы была добровольческая (всего работало около 60 чел.), все же оказалось возможным сделать некоторые выводы в области улучшения производства, при наличии в мастерской 3 станков по металлу и 5 деревообделочных.

При постройке планеров большое внимание уделялось научно-экспериментальным соображениям; так, например, крыло «КПИР-а-4» может быть поставлено на «КПИР-1, бис» и наоборот, что дает возможность произвести сравнительную оценку крыльев и фюзеляжей. К сожалению, пока что, у нас под руками не имеется полученных во время полетов сравнительных данных<sup>2)</sup>.

Постройка планеров была закончена в июле 1925 г. На постройку «КПИР-4» центральной Спорт-секцией было ассигновано 1.000 руб.

<sup>1)</sup> В настоящем очерке мы опускаем описание планеров, ранее участвовавших на состязаниях в Германии (см. «Самолет» № 9 (23)), а также некоторых планеров экспериментального типа. Последним будет посвящена особая статья.

<sup>2)</sup> Редакция «Самолета» обращается к планерному кружку КПИ с просьбой прислать эти данные.



Планер конструкции т. Грибовского.



**„КПИР-1“.** К описанию «КПИР'а - I», помещенному в № 11(13) «Самолета», прибавим нижеследующее: нормальная его скорость равна, примерно, 14 м/сек. Состоящее из 3-х частей однолонжеронное крыло весит без элеронов 60 кг. Фюзеляж вида остроугольной калопы обшит 2 мм. фанерой, основой для которой служит ферма из брусев, размером 15×15 мм. Рамы внутри фюзеляжа укреплены от перекашивания фанерными угольниками. При стоянке планера на земле крыло имеет очень большой угол атаки (вследствие того, что хвостовая часть фюзеляжа сильно скошена вверх), что способствует быстрому взлету. На обшивку фюзеляжа и крыла пошла ольховая фанера с Киевского завода «Огонек».

**„КПИР-1 бис“.** Весьма похож на «КПИР - I»; он отличается более продуманной конструкцией. Улучшение деталей и применение фанеры разных толщин дало значительное облегчение в весе (для обшивки крыла была применена фанера: 2,5 мм., 2 мм., 1,8 мм. и 1,5 мм.). Центроплан имеет ширину 6,4 м., присоединяемые крайние части — по 3,05 м. Однолонжеронное крыло в передней своей трети обшито фанерой, к которой изнутри прикреплены продольные спусковые планки, размером 15×7 мм. Равнопрочность крыла достигается изменением толщины фанеры. Для придания фанерной носовой части пужной прочности, нервюры в передней трети крыла располагаются через каждые 200 мм.; хвостовые же части нервюр располагаются через 400 мм.

Крыло лежит на фюзеляже примерно такой же формы как и у «КПИР - I»; форма его несколько улучшена — он несколько понижен и ширина его сведена до 500 мм. вместо прежних 600 мм. Колеса спрятаны внутрь фюзеляжа. На обшивку фюзеляжа пошла 1,8 мм. фанера.

Щели у элеронов и рулей прикрыты с обеих сторон планками, скользящими по поверхности трубчатого основного лонжерона соответствующего руля. Придание лонжеронам рулей, работающим на скручивание, формы трубы (из гнутой фанеры) весьма выгодно, т. к. этим достигается значительная прочность и легкость оперения.

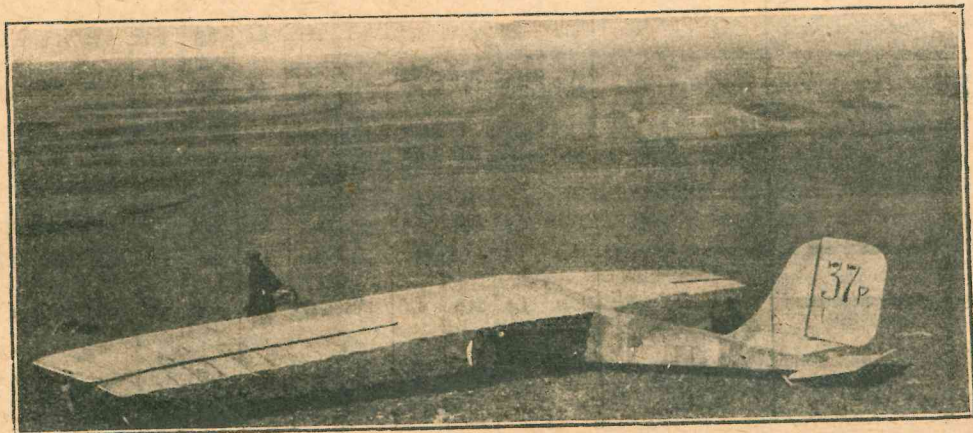
**„КПИР-4“<sup>1)</sup>.** Отличается от своих предшественников, главным образом, конструкцией своего фюзеляжа; конструкция же крыла примерно прежняя; основное отличие — иной профиль, а также меньший угол атаки концов крыльев в сравнении с их серединой. В наивыгоднейшем полете концы имеют угол атаки 0°. Лонжероны элеронов имеют трубчатое сечение. Фанерный фюзеляж имеет рыбообразную форму округленного сечения. Внутри фюзеляжа на расстоянии 500 мм. друг от друга проходят вертикальные рамы с полками из ясеня, облегчающих придачу рамам овальной формы. Возле сидения летчика рамы имеют форму квадрата с закругленными углами, переходя по направлению к хвосту в эллипсы и, наконец, в прямоугольник с горизонтально расположенной длинной стороной. Таким образом, фюзеляж не имеет на поверхности углов и плавно переходит в плоский хвост. Между рамами вдоль фюзеляжа внизу проходит всего лишь один лонжерон (разм. 15×15 мм.), служащий, главным образом, для удобства сборки. Во время сборки рамы надеваются на специальный сборочный шаблон, состоящий из скрепленных между собой болтами брусев. Рамы обшиваются фанерой (1,8 мм.), при чем шов закрепляется на нижнем лонжероне. После обшивки шаблон разбирается и вытягивается из фюзеляжа. Обшивка фюзеляжа работает и на изгиб и на скручивание. Хвостовое оперение крепится к двум последним рамам. Ширина фюзеляжа в плечах летчика составляет 480 мм. Колеса спрятаны внутрь фюзеляжа. Благодаря указанной конструкции, планер обладает чрезвычайно малым для рекордного аппарата весом — всего 82,5 кг.

На III Состязаниях «КПИР - I бис» взял с летчиком Яковчук Всесоюзный рекорд продолжительности (9 час. 35 мин. 15 сек.), а «КПИР - 4» с летч. Арцеуловым — Всесоюзный рекорд высоты (340 метр.).

**„Ю - I“.** Планер сделан чрезвычайно аккуратно и имеет удобообтекаемую форму. Выстроен военлетом Юмашевым в Киеве.

Свободнонесущее двухлонжеронное крыло укреплено в верхней части фюзеляжа; передние его  $\frac{2}{3}$  обшиты фанерой. Крыло в плане имеет трапециевидную форму (у фюзеляжа глубина — 1,8 м. в конце — 1,3 м.); профиль к концам утончается на  $\frac{1}{3}$ . Фюзеляж без растяжек имеет форму дужки крыла; он построен из ряда фанерных вырезных рам. Компенсированные рули планера имеют закругленную форму. К рулю глубины идет жесткая тяга. Колеса могут ставиться как внутрь фюзеляжа (для рекордов), так и снаружи (для тренировки).

**„Г - I“.** Выстроен в Киеве военлетом Грибовским и по своей конструкции и чистоте отделки напоминает вышеописанный «Ю - I». Испытание крыльев на прочность дало 430 кг. Вес крыльев с элеронами составляет 34 кг., фюзеляжа с килем и осью — около 30 кг. На планере был установлен указатель скорости системы самого конструктора.



Планер конструкции т. Бураго.

**„Харьковец“.** В конструкции планера (крылья, фюзеляж) отсутствуют проволочные растяжки, и благодаря этому планер не разрегулируется. Центроплан крыла имеет в плане прямоугольный вид (хорда его 1,3 м.); крайние части крыла сужаются (наименьшая хорда 0,65 м.) и утончаются, за счет чего создается

«V» крыла. Крыло укреплено на остроконечной надстройке на фюзеляже и подпирается с каждой стороны V-образным подкосом. Крыло имеет два лонжерона коробчатого сечения; для усиления сопротивления на скручивание оба лонжерона в конце крыла сходятся в одну точку. Нервюры решетчатой конструкции. Передняя кромка центроплана вплоть до заднего лонжерона обшита фанерой. В местах присоединения крайних частей к центроплану в соединяющихся концах лонжеронов сделаны входящие друг в друга врубки; затяжка производится коническими болтами. Благодаря этому устройству предотвращается сдвиг лонжеронов и игра в соединениях.

Фюзеляж раскосной системы без растяжек; нос имеет утконосообразную форму. Две полуоси колес проходят у дна фюзеляжа. Планер несколько тяжеловат — 160 кг. Несколько маловат руль направления. В общем планер обнаружил хорошую летучесть и планирование на далекое расстояние.

Отметим кстати, что на планер «Марс» того же конструктора (т. Рыльцева), участвовавший на 2-х Всесоюзных испытаниях, ныне установлен мотор «ABC» 12—16 л. с.

**„Без девиза“.** Планер констр. Бычкова и Богомолова, мог быть серьезным конкурентом на состязаниях, но в самом начале был разбит при неудачном запуске амортизатором. Представляет собой свободнонесущий парасоль. Крыло, состоящее из 3-х частей, по 5 мтр. каждая, укреплено над фюзеляжем на 4-х стойках. Центроплан прямоугольный, хорда его — 1,8 м. Крайние части имеют трапециевидную форму и сужаются к концам (на конце хорда равна 1 м.). Лонжероны крыла коробчатые, сделаны из спруса и фанеры. Нервюры из спусовых реек 6×6 мм. с фанерными накладками. Фюзеляж имеет прямоугольное сечение, состоит из спусовых лонжеронов (22×22 мм.) и растяжек (2 мм. проволочка).

Оперение имеет профиль Прандтль № 444.

**„АВФ - 19“.** Планер конструкции слушателя АВФ Бураго. Крыло свободнонесущее состоит из 2-х частей, соединяющихся в стык на фюзеляже, к которому оно прикрепляется 4-мя обжимками. Крыло имеет два коробчатых лонжерона из сосны и

<sup>1)</sup> «См. Сам. лет.» № 9 (23).



фанеры; передняя кромка крыла обшита фанерой. К концам крыла сужается (у фюзеляжа глубина—1,7 м., на концах—1 м.) и утончается. Вес крыла без элеронов—72 кг. Особенностью планера является устройство «профилированной щели»<sup>1)</sup> между элеронами и крылом; по мысли конструктора, это устройство должно было увеличить поперечную управляемость планера.

Фюзеляж прямоугольного сечения обшит 1,5 мм. фанерой; внутри находится безрастяжная раскосная ферма. Носок фюзе-

ляжа имеет удобообтекаемую форму. Наибольшее сечение фюзеляжа—60×90 см. Вес фюзеляжа получился довольно легким—34 кг. Во время пробных полетов с нижних склонов планер обрел хорошую летучесть и планирование на далекое расстояние. Устройство «профилированной щели» у элеронов себя оправдало; планер неважно слушался элеронов и имел поперечное кренение в одну сторону. Планер полностью испытан не был.

### Данные наиболее выдающихся рекордных планеров III Всесоюзных состязаний 1925 г.

НАЗВАНИЕ ПЛАНЕРА И КОНСТРУКТОР.	Т и п.	К р у ж о к (где построен планер).	Размах в м.	Хорда крыла в м.	Площадь несущей поверх. в кв. м.	Длина в мтр.	Высота в мтр.	Несущая поверх. в кв. мт.					Вес конструкции в кг.	Нагр. на 1 кв. мт. несущ. по- верх., в кг.	Профиль крыла.	Удлинен. крыла (отнош. к разма- ху и средней глубине)
								Стабильна- тор.	Руль высоты.	Киль.	Руль на- правления.	Элерон.				
Советские планеры:																
8 «Нижегородец Л-2» — Лучинский.	2-хмест. моноплан, толстое крыло с растяжками снизу.	Нижегородский Авиацион.	16,2	1,5	25,0	6,15	1,6	0,5	1,6	0,18	1,0	4,7	120	7,6 10,4	Коллинг № 4 и Эвфел № 385.	10,5
9 «Кипр - 1» — Яковчук, Железников, Томашевич.	Свободнонесущий, с маленькими подкосами	Планерный кружок Киевск. Политех. Ич — та.	12,6	1,47	18,3	5,6	1,4	нет	1,87	0,6	0,9	2,16	120	10,1	Середина — Прандтль 441, концы — Жуковский. 112/5.	8,7
10 «Кипр - 1 бис» — Яковчук, Железников, Томашевич.	Свободнонесущий	»	12,5	1,5	19,75	5,6	1,3	нет	2,0	0,3	0,72	2,75	91,9	8,85	»	8,35
11 «Кипр - 4» — Яковчук, Железников, Томашевич, Савинский.	»	»	12,0	1,5	18,0	5,6	1,3	нет	2,0	0,4	0,8	2,83	82,5	8,5	Середина — Прандтль 426, концы — 444.	8,0
12 «Ю - 1» — Юмашев.	»	Кружок Н-ой политех. в Киеве.	12,2	1,5	17,2	5,7	—	нет	—	—	2,0	3,0	83	8,9	Прандтль 426	3,7
13 «Г - 1» — Грибовский.	»	»	11,12	1,5	15,7	5,8	—	нет	2,5	0,34	1,2	2,7	73	9,15	»	7,9
14 «Харьковец» — Рыльцев.	Моноплан с подкос.	Авиамеханич. завод в Одессе.	17,2	1,0	18,25	6,05	1,1	нет	2,25	нет	0,8	3,25	160	12,6	Жуковский 430	15,5
15 «Без Девиза» — Бычков и Богомолов.	Свободнонесущий парасол.	Мосавиацион. завод Авиароботника.	15,0	1,4	23,0	6,1	1,95	0,474	1,9	0,62	0,95	4,0	137	9,0	Прандтль 387	9,8
16 «АВФ - 19» — Бурого.	»	Центр. кружок Красно-Пресненск. Авиацион.	16,7	1,35	21,6	5,6	1,38	нет	2,0	0,9	1,0	3,0	125,4	9,05	Коллинг 4	12,9

## ДЕТАЛИ ПЛАНЕРОВ ВСЕСОЮЗНЫХ СОСТЯЗАНИЙ

### ФЮЗЕЛЯЖ.

Фюзеляжи планеров по характеру конструкции, бывают трех основных типов: расчалочные, жесткие и монококовые.

Несмотря на значительные различия в конструкции все типы фюзеляжей имеют один и тот же (по цели, назначению и степени важности) принцип общего устройства, т. е. всякий фюзеляж предназначен для помещения в нем пилота, прикрепления крыльев, органов управления и устойчивости, рулей высоты и направления, стабилизатора и киля; к фюзеляжу же прикрепляется шасси, костыль и так называемое запускное приспособление.

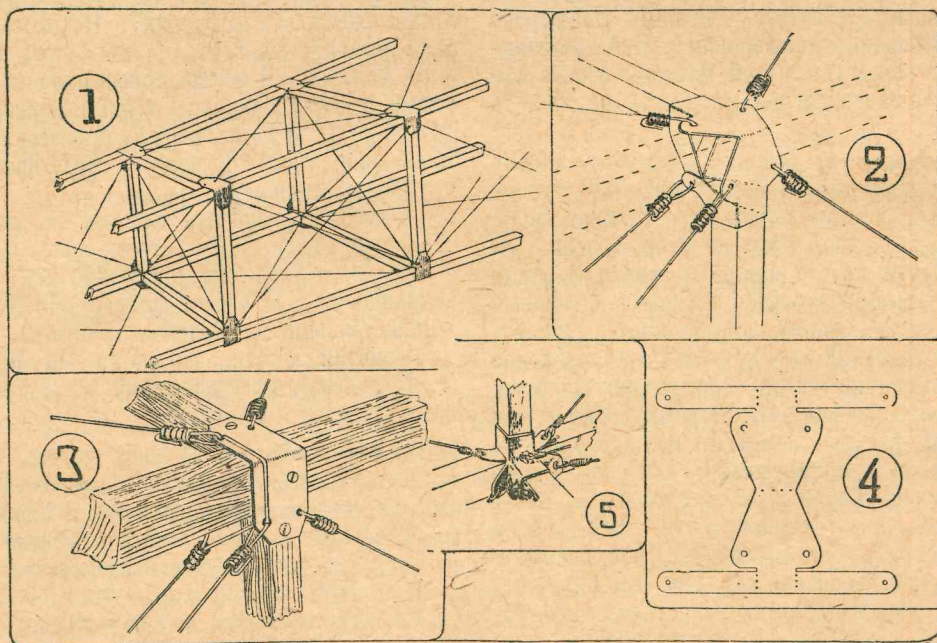


Рис. 1: 1. Часть расчалочного фюзеляжа. 2. Стальной башмачек узла хвостового. 3. Накладная. 4. Развертка багмачка. 5. Башмачек узла фюзеляжа.

Таким образом, фюзеляж является тем связующим стержнем, посредством которого отдельные разрозненные элементы планера (как и самолета), — несущая поверхность, рули, пилотская кабина и шасси, — все вместе превращаются в одно целое — планер.

В этой статье мы разберем, как различные типы фюзеляжей, так и отдельные их части.

Мы уже раньше сказали, что фюзеляж является ответственной частью планера, поэтому требования прочности при расчете фюзеляжа играют первостепенную роль и в этом случае конструктор стоит перед тяжелой задачей сочетать прочность конструкции

с легким весом ее. Задача эта усложняется еще требованиями аэродинамики, в силу которых фюзеляж должен иметь форму достаточно хорошо обтекаемую.

Очевидно, что не всегда можно сочетать все эти требования, и конструктор зачастую должен идти на какое-нибудь компромиссное решение, задаваясь целью либо прочности и легкости, пре-

<sup>1)</sup> Или вернее придание профилировки сходящимся кромкам крыла (задней) и элерона (передней), образуя, вследствие этого, щель особой формы.

<sup>2)</sup> Вычисляется по формуле  $\frac{l^2}{s}$ , где  $l$  — размах и  $s$  — площадь крыла.



ие фюзеле-  
легким—  
нер обна-  
стояние.  
себя не  
л попол-  
испытан

Удлинен крыла  
(относительная  
размерность  
к средней  
глубине)

10,5  
8,7  
8,35  
8,0  
3,7  
7,9  
15,5  
9,8  
12,9

А. Я.

нжем,  
горого  
ознеп-  
панера  
,—не-  
ность,  
и ка-  
— все  
аются  
панер.

е мы  
излич-  
яжей,  
е их

ньше  
еляж  
твен-  
лане-  
вания  
счете  
пер-  
и в  
трук-  
яже-  
етать  
кции

иями  
орму

ния,  
мис-  
пре-

небрегая аэродинамическими требованиями, либо прочности и удо-  
бообтекаемой формы, пренебрегая весом.  
Самой легкой по весу, при одинаковой проч-  
ности, является конструкция фюзеляжа расчал-  
очного типа. Как видно из черт. 1 (рис. 1), сущ-  
ность такой конструкц. заключается в том, что все  
диагональные связи в фермах (боковых, нижней и верхней стен  
фюзеляжа) представляют собой расчалки из 1 мм. и 1,5  
мм. стальной проволоки. Вследствие того, что расчалки  
могут работать только на растяжение, приходится в каждой

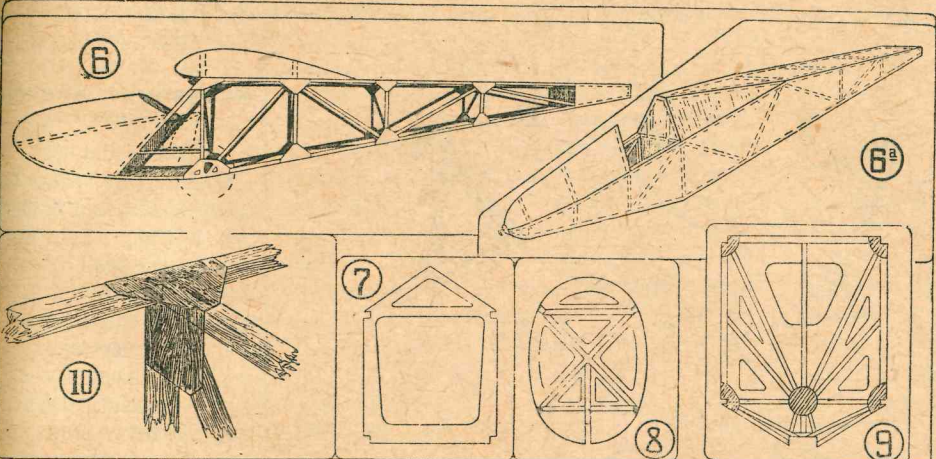


Рис. 2: 6) Ферменный фюзеляж с частичной обшивкой фанерой. 6-а) Фюзеляж обшитый целиком фанерой. 7) Рама ферменного фюзеляжа угольная. 8) Рама овального сечения. 9) Центральн. рама фермен. фюзеляжа, к которой крепится лыжа. 10) Узел фермен. фюзеляжа.

панели фермы (панель—часть фермы между двумя соседними уз-  
лами по полюсу) ставить расчалки крестообразно. Точно такие же  
кресты ставятся и внутри фюзеляжа, благодаря чему вся система  
приобретает достаточную жесткость и неизменяемость формы.

**Узлы.** Узлы фюзеляжа с расчалками соединяются  
башмачками или накладками из листовой стали, чаще всего в 1 или  
даже 1,5 мм. толщиной. Так как усилия в расчалках бывают до-  
вольно значительны и тонкая проволока очень легко режет листовую  
сталь, то очень полезно отверстия для расчалки в накладке или  
башмачке заделывать пистонами, чтобы увеличить площадь давлени-

На черт. 2—5 даны типы башмачков и типы накладок. И те и—  
другие делаются из листовой стали и прикрепляются к лонжеронам  
и стойкам фюзеляжа шурупами.

Способ крепления расчалок достаточно ясно указан на чертеже.  
Следует обратить внимание на то обстоятельство, чтобы оси всех  
частей сходящихся в узле, пересекались в одной точке, во избежа-  
ние возникновения излишних усилий от вне центрального располо-  
жения. Это замечание относится и ко всем конструкциям фермен-  
ного типа.

Необходимо обращать внимание также и на  
то, чтобы расчалки были натянуты все одина-  
ково, избегая, как недотянутых—болтающихся,  
так и чрезмерно затянутых расчалок. Недотя-  
нутые расчалки нарушают регулировку, а от  
перезатяжки проволока испытывает добавочное  
усилие, вследствие чего в ней могут возникнуть  
напряжения больше расчетного и она лопнет.

Сама конструкция расчалочного фюзеляжа  
проста в сборке; регулировка его не пред-  
ставляет особенно больших затруднений. К  
числу этих достоинств присоединяется и дру-  
гое, о котором уже говорили—небольшой вес.

Недостатками являются, во-первых, форма,  
т. к. расчалочные фюзеляжи бывают обычно че-  
тырех и трехугольного (реже) сечения, что,  
с точки зрения плавности обтекания, не является выгодным.  
Во-вторых, расчаленные фюзеляжи требуют значительное коли-  
чество тандеров и стальной проволоки, стоящих дорого и к тому  
их не всегда и далеко не везде можно достать. И в-третьих, на  
изготовление башмачков, даже самых простых, уходит довольно  
много времени, если под руками нет ножниц для резания стальных  
листов, а на фасонные выкройки (черт. 4) и подавно, т. к. здесь при-  
ходится работать исключительно ножовкой и напильником, т. е.  
вручную.

**Жесткий тип  
фюзеляжа.**

Основные отличия ее заключаются в том, что все элементы,  
все части отдельных ферм, из которых составлен фюзеляж, предста-  
вляют собой жесткие стержни, могущие работать, как на растяжение  
так и на сжатие.

На рис. 2 черт. 6 и 6-а показаны схематически конструкц. таких  
фюзеляжей, при чем фюзеляж на черт. 6-а весь зашит фанерой для  
большей прочности и сохранения формы, а у другого фанерой  
обшиты только носовая и хвостовая часть, середи-  
на же обтягивается полотном.

Конструкция из жестких стержней допускает  
больше вариантов формы поперечного сечения,  
нежели конструкция с расчалками, и в действи-  
тельности это так и наблюдается: фюзеляжи  
жесткого типа имеют поперечные сечения самой  
разнообразной формы.

Узловые соединения в жестком типе  
делаются при помощи фасонных накладок—из  
толстой фанеры, иногда (очень редко) из тон-  
кой стали. «Бисквиты»—накладки из фанеры—  
ставятся на клею и привинчиваются шурупами  
или прибиваются гвоздями.

При разработке конструкции узлового кре-  
пления в жестком фюзеляже, надо помнить о том,  
что элементы ферм—все стержни—могут рабо-  
тать как на сжатие, так и на растяжение, и  
поэтому все стержни должны строго **соответство-  
вать размерам** и сходиться в узле плотно, без  
зазоров, узловое же крепление должно выдер-  
живать растягивающие усилия стержней и не рассыпаться. Это  
обеспечивается как достаточным числом шурупов, так и достаточ-  
ной площадью соприкосновения стержней с соединяющей наклад-  
кой.

Так как все стержни жесткие, то фюзеляжи жесткого типа ни-  
какой регулировки не требуют, но зато вся сборка, как отдельных  
ферм, так и всего фюзеляжа, должна производиться весьма тща-  
тельно, во избежание перекосов углов, что влечет за собой много  
неприятностей в полете—сворачивание в сторону или даже  
скольжение на крыло.

Клей на постройку идет самого высокого качества, хорошо  
сваренный и при сборке должен всегда употребляться горячим.

Для лучшего схватывания, нужно бисквиты прижимать струб-  
цинками.

**Достоинства и  
недостатки.** Как мы уже говорили, самым главным  
достоинством жесткого фюзеляжа является воз-  
можность придать ему удобообтекаемую форму.  
В постройке эти фюзеляжи не вызывают больших затруднений и  
доступны всякому планерному кружку, но требуют тщательности  
изготовления отдельных частей, тщательной пригонки их и осо-

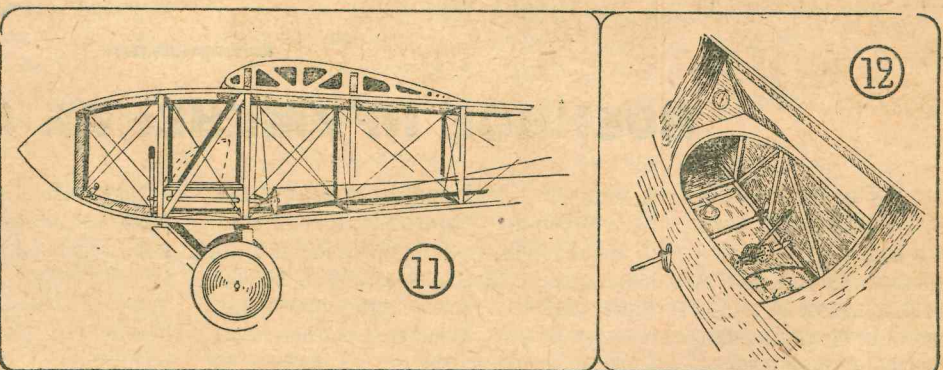


Рис. 3: 11) Передняя часть расчалочного фюзеляжа. 12) Пилотская кабина планера „Пейре“.

бенно внимательной сборки, т. к. вся прочность таких фюзеляжей  
зависит, главным образом, от сборки.

Немалым достоинством таких фюзеляжей является сравни-  
тельная дешевизна их, т. к. на постройку идет недорогой и всюду  
имеющийся материал—дерево и фанера.

К существенным недостаткам относится значительный вес  
такой конструкции, что заставляет порой конструктора отказаться  
от нее. Кроме того, на сборку такого фюзеляжа затрачивается  
времени много меньше, чем на сборку расчалочного.



Таким образом, оба рассмотренных типа фюзеляжей смело конкурируют между собой и выбор того или иного определяется заданиями планера и личным вкусом конструктора, если не говорить о материальных средствах.

#### Пилотская кабинка.

Расположение пилотского сиденья в фюзеляже определяется центровкой планера и всегда находится в передней части. Само устройство кабинки (рис. 3) не представляет ничего особенно сложного и нам остается сказать лишь несколько слов об устройстве пилотского сиденья, на котором летчику приходится высиживать по 3—5, а иногда и по 10—12 часов (рекорды).

В пилотской кабине находятся сиденье летчика и рычаги управления. Пол кабинки делается из фанеры, укрепленной стержнями. Сиденье пилота укрепляется так, чтобы через посредство вертикальных стоек заставить работать и верхние и нижние лонжероны; оно возвышается над полом на 15—20 см. в среднем, т. е. с таким расчетом, чтобы летчик, находясь в сидячем положении, не был слишком стеснен и чтобы тросы от рычагов управления могли пройти под сиденьем.

При разработке конструкции пилотской кабинки следует стремиться к тому, чтобы при аварии при поломке планера летчик был защищен от удара. Для этого надо, чтобы пол был достаточно прочный, чтобы при ударе летчик не сломал ноги, чтобы сиденье амортизировало, и сломанные части пилотской кабинки не могли поранить летчика. На случай капота голова летчика должна быть защищена от удара об землю.

#### Шасси

На рис. 4 даны типы шасси, резко различающиеся между собой; все промежуточные видоизменения того или другого типа выпущены.

Наиболее распространенный тип шасси состоит из оси, с надетыми на нее колесами. Ось — стальная труба 30 мм. диаметром, при толщине стенки 1,5—2 мм. — привязывается посредством амортизатора к нижним лонжеронам фюзеляжа, проходя поверх их. Ось шасси при взлетном положении планера должна быть вынесена вперед не более чем на 10—12° от центра тяжести планера. При таком расположении планер не «козлит» и облегчается поднятие хвоста при запуске.

Колеса для шасси употребляются или металлические от старых самолетов или деревянные самодельные (черт. 17).

Для того, чтобы увеличить взлетный угол, приходится ставить фюзеляж на шасси при помощи стоек, связанных в виде буквы «V», или одиночных, как показано на черт. 14. Для большей жесткости такое шасси расчаливается.

Так как шасси с колесами дает значительное лобовое сопротивление и понижает летные качества планера, то конструкторы вместо колес ставят лыжи или футбольные мячи, которые дают сопротивление весьма незначительное и в достаточной степени обеспечивают мягкую посадку, т. к. посадочные скорости планера невелики. Типы такого рода шасси даны на черт. 15 и 16.

Высокие шасси на колесах и лыжи употребляются часто на учебных планерах, низкое же шасси и футбольные мячи — для рекордных.

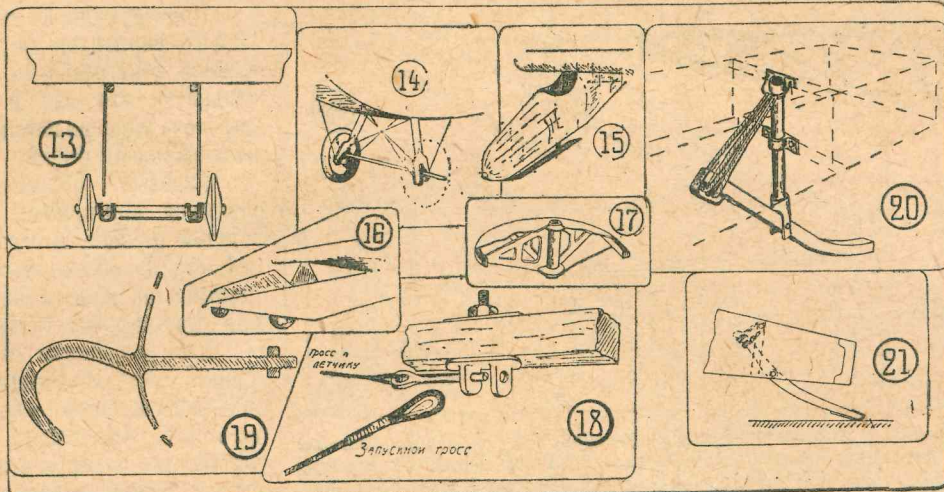


Рис. 4. 11) Шасси нормального типа. 14) Одностоечное расчалочное шасси. 15) Лыжа планера. 16) Футбольные мячи планера. 17) Конструкция деревянного колеса. 18) Приспособление для запуска планера; трос сбрасывается латчиком. 19) Запускной крюк. 20) Конструкция костыля.

#### Запускное приспособление.

Прикрепление запускных тросов или амортизационного шнура в передней части фюзеляжа делается с таким расчетом, чтобы линия троса или шнура в натянутом состоянии проходила через центр тяжести планера. Иногда отцепление производится летчиком по его желанию (черт. 18), иногда трос сам спадает, как только скорость полета взлетающего планера превосходит скорость запускания (черт. 19).

**Костыль.** Для смягчения удара хвоста при посадке, ставится костыль.

Несколько конструкций костылей дано на рис. 4, черт. 20—21. В заключение скажем несколько слов о стойках фюзеляжа. Так как лонжерон фюзеляжа по длине имеет разные сечения, то необходимо, чтобы сечения стойки и лонжерона в месте их соединения в точности совпадали; но это условие зачастую приводит к тому, что стойки выходят чрезвычайно тяжелыми. Чтобы избежать этого, стойки надо фрезеровать, делая их средину таврового или крестообразного сечения, тогда как концы сохраняют свое квадратное сечение.

В этой статье мы умолчали о своеобразной конструкции фюзеляжей, представляющих плоскую ферму. Этот тип наипростейший, легкий, но он дает большое лобовое сопротивление (описание его дано в статье А. Яковлева «Учебный планер», в № 12—1925 г.).

О конструкции фюзеляжей типа монокок отсылаем читателей к статье В. Ольховского «Фюзеляж типа монокок», в № 11—25 г. журнала «Самолет».

**В. Яштольд-Говорко.**

## ВОЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОСЪЕМКИ

(Очерк первый).

До появления авиации сведения, необходимые командованию во время военных действий о намерениях противника, о количестве его войск, о наличии у него артиллерии, танков, бронесил и т. д., доставлялись земной войсковой разведкой и шпионажем. С появлением авиации на театре военных действий был поднят вопрос о применении ее для разведывательных целей. Авиация блестяще справилась с поставленной целью и в настоящее время воздушная разведка является одной из существенных боевых ее задач.

Воздушная разведка осуществляется визуальным<sup>1)</sup> наблюдением или же аэрофотосъемкой. Искусство чтения и определения по воздушным снимкам объектов военного характера называется военным дешифрированием.

**Основные элементы изображения объектов на аэро-снимках.** Изображение всякого объекта на аэро-снимке складывается из 3-х основных элементов: формы, тона, и тени. Форма изображения объектов на фотоснимке получается по законам центральной

перспективы и в основном сводится к следующему: 1) при съемке ровной и горизонтальной поверхности на пластинке, ей параллельной (плановая съемка), все контуры этой поверхности получатся геометрически подобными, 2) при непараллельной пластинке (перспективная съемка) изображение объектов будет претерпевать изменения тем большие, чем ближе они будут к краю пластинки.

Тон изображения зависит от окраски и характера поверхности (шероховатой или гладкой) предмета. Окраска же предметов зависит от поглощения и отражения ими тех или иных цветов спектра. Как известно, солнечный свет складывается из семи основных цветов, а именно: фиолетового, синего, голубого, зеленого, желтого и красного. Окраска предмета, например, красная обуславливается тем, что им отражаются красные лучи спектра, остальные же поглощаются. Отраженные лучи, попадая в глаз, вызывают в мозгу ощущение того или иного цвета. Максимум зрительного восприятия глаза, как видно из графика (рис. 1), приходится на желтый и зеленый цвета. Попадая же на фотопластинку, цвета вызывают разложение эмуль-

<sup>1)</sup> Зрительным.



опознать его именно как куб только по отбрасываемой тени воздушному наблюдателю не удастся.

Так как простое **одноцветное** защитное окрашивание понятно всем, то мы приведем пример только более сложных видов защитного окрашивания. Рисунок 4 дает схему **декоративно-подражательного** окрашивания, рассчитанного на сокрытие куба от перспективного наблюдения (пологого) на фоне высокой травы. Такая окраска напоминает узор шкуры тигра, который служит последнему для маскировки на фоне зарослей джунглей, в которых он обитает. Удалив рисунок на некоторое расстояние или прищурив глаза, читатель сразу теряет из вида самый куб, воспринимая только полосы на нем (естественное удаление неприятельского наблюдателя будет играть ту же роль, что и прищуривание глаз в данном случае).

Рис. 5 дает чистый пример **камуфляжной** окраски; прищурив глаза читатель увидит, что светлые пятна куба сольются с фоном неба и пропадут, оставшиеся же темные пятна не дадут впечатления наличия куба. При установке же куба на темный фон пропадут темные пятна и опять получится тот же эффект. Камуфляж обычно и рассчитывается на движущиеся объекты, которые при движении меняют фон, пропадают на нем попеременно то одной, то другой своей частью, оставаясь, таким образом, неузнаваемыми на любом фоне.

Следующий рис. 6 дает простейший пример декоративно-строительного сооружения, так наз. «**вертикальной маски**». Вертикальные маски рассчитываются, как это и видно из рисунка, на защиту от пологого, перспективного наблюдения. Делаются они посредством вплетения какого-либо маскирующего материала: веток, травы, сена, мочала и т. п. в проволочную или веревочную сеть, натянутую на колья. Рисунок 7 дает другой пример строительно-декоративной маскировки — «**горизонтальную маску**», натянутую над нашим кубом сверху (на такой же сетевой основе) для защиты от вертикального наблюдения с самолета. Так как «маска» делается к краям постепенно более прозрачной и имеет

неправильные очертания, то она не оставляет на земле правильно очерченных теней. Уничтожение тени может быть достигнуто также устройством по бокам основной маски, добавочной, полого спускающейся до самой земли. Рисунок 8 дает пример строительной надстройки, которая, за невозможностью применить на совершенно гладком фоне какую-нибудь маску, имеет целью настолько разбить тень от куба, чтобы его нельзя было опознать за таковой.

Рисунки 9 и 10 иллюстрируют наиболее распространенную меру химической маскировки, а именно дымовые завесы. Мы видим, что для защиты от перспективного наблюдения с привязанного аэростата, нужно значительно меньше дымовых шапек, чем для полного окутывания дымом со всех сторон, которое нужно для защиты нашего куба от наблюдения с самолета.

Применение того или другого вида маскировочных мероприятий должно сообразовываться с целым рядом условий: тут должны учитываться и **условия общей военной обстановки**, и замысел операции, и **характер местности**, на которой находятся объекты, подлежащие маскированию, и **специфические признаки** данных объектов, по которым последние опознаются именно как таковые, особенно при наблюдении с воздуха, откуда многое представляется зрению совсем в другом виде, чем с земли. Кроме того, при выполнении разных мер приходится следить за тем, чтобы они были **естественны**, **едины по замыслу** с соседними мероприятиями, **разнообразны**, чтобы не дать противнику привычки в распознавании, и чтобы они следовали непрерывно, не оставляя между собой «недомаскированных» мест, которые выдадут всю маскировку, о которой противник знать не должен совершенно.

На этом можно окончить предварительное ознакомление читателя с сущностью маскировочного дела в общих его формах.

Очерки применения всех маскировочных средств к действительным военным объектам, в различной обстановке и условиях, будут даны в следующих номерах.

**В. Ольховский.**

## К РАСЧЕТУ НА ПРОЧНОСТЬ САМОЛЕТА И ПЛАНЕРА

**ОТ РЕДАКЦИИ.** В ответ на неоднократные требования наших читателей указать им методы расчета на прочность самолета и планера, Редакция, при отсутствии по этому вопросу популярной литературы, помещаемой

### Графостатика.

Учение о силах и следствиях, ими вызываемых, называется механикой.

Графическая статика (графостатика) занимается решением вопросов статики посредством геометрических построений (графически), в отличие от решения аналитического — посредством вычисления. Преимущество графических решений — в их наглядности и простоте.

Часть механики, рассматривающая соотношение сил, приложенных к находящемуся в равновесии телу, называется **статикой**.

**Сила и ее изображение.** Сила определяется своей величиной (измеряется килограммами и пр.), направлением, течением и точкою приложения.

Графически сила изображается в виде отрезка прямой линии (вектора), отложенного от точки приложения в направлении дей-

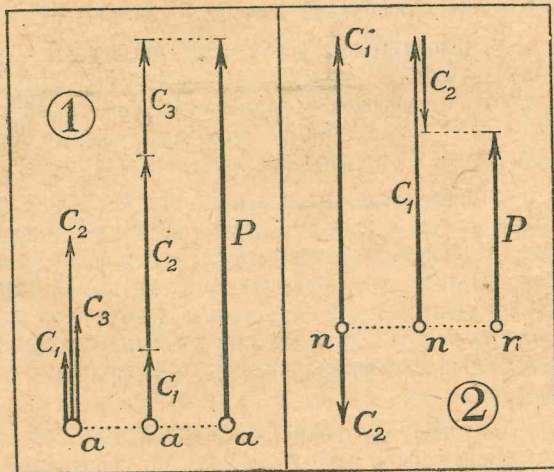


Рис. 1 и 2. Сложение сил, приложенных к одной точке и направленных по одной прямой.

нующей статией открывает цикл статей в следующем порядке: предварительные сведения (графическая статика, сопротивление материалов), динамика самолета и планера, расчет на прочность самолета и планера.

влия силы; длина отрезка соответствует величине силы (в определенном масштабе)<sup>1)</sup>; течение силы указывается стрелкой (рис. 1, 2).

**Сложение сил, приложенных на точку к одной точке.** Если на точку а (рис. 1) действует несколько одинаково направленных и текущих в одну сторону сил  $C_1, C_2, C_3$ , то они могут быть сложены вместе и заменены одной равнодействующей силой  $P$ . Для этого к концу вектора одной из составляющих сил ( $C_1$ ) прикладываем другую силу ( $C_2$ ), и к концу последней — третью ( $C_3$ ). Равнодействующая выразится суммой данных составляющих сил.

Если действующие по одной прямой силы имеют разное течение (рис. 2), то из суммы сил, текущих в одну сторону, вычитают сумму сил, текущих в противоположную сторону.

Если действующие на точку а две силы  $C_1$  и  $C_2$  направлены под углом, одна относительно другой (рис. 3, I), то равнодействующая

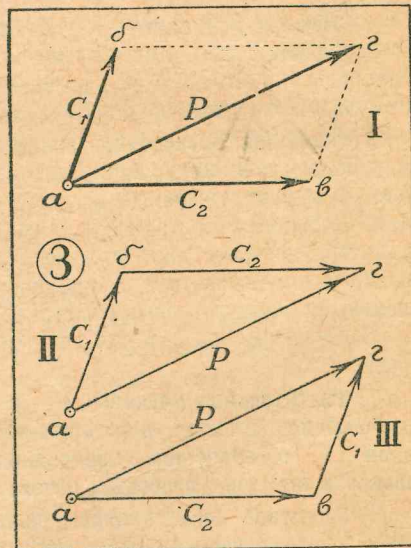


Рис. 3. Сложение двух сил, действующих под углом.

<sup>1)</sup> Например, при масштабе 1 мм. = 20 кгр., отрезок в 8 мм. изобразит силу, равную 160 кгр.



шая их  $P$  определяется по величине и направлению диагонали  $ab$  параллелограмма  $abgv$ , построенного на данных силах.

Вместо построения параллелограмма, можно строить треугольник сил  $abg$  (рис. 3, II) или  $avg$  (рис. 3, III), составляющий половину параллелограмма  $abgv$ . Для этого к концу отрезка  $ab = C_1$  (или  $av = C_2$ ) причерчивают отрезок  $bg$  (или  $vg$ ), равный и параллельный второй силе  $C_2$  (или  $C_1$ ); отрезок  $ag$  (замыкающая сторона треугольника) и будет искомой равнодействующей  $P$  данных сил  $C_1$  и  $C_2$ . Течение равнодействующей противоположно течению сил составляющих (по обводу треугольника).

Производя обратное построение, можно силу  $P$  разложить на две составляющие  $C_1$  и  $C_2$ .

На рис. 4 приведен пример сложения двух сил, действующих под углом (или разложения силы на две, направление которых дано).

Для получения равнодействующей трех и более сил, пересекающихся в одной точке  $a$  (рис. 5, I) поступают следующим образом: от произвольной точки  $b$  (рис. 5, II)

откладывают вектор силы  $C_1$  (величина и направление), к концу которого приставляют вектор  $C_2$ ; к концу последнего приставляют  $C_3$  и т. д.; замыкающая сторона  $P$  полученного силового многоугольника, соединяющая начало первого вектора  $C_1$  с концом последнего  $C_4$ , представит величину, направление и течение (противоположно общему течению сил  $C_1, C_2, C_3, C_4$ ) равнодействующей данных сил. Точка приложения равнодействующей совпадает с общей точкой  $a$  приложения составляющих сил.

Следует заметить, что при построении многоугольника сил 1) порядок, в котором наносятся силы, безразличен (например,

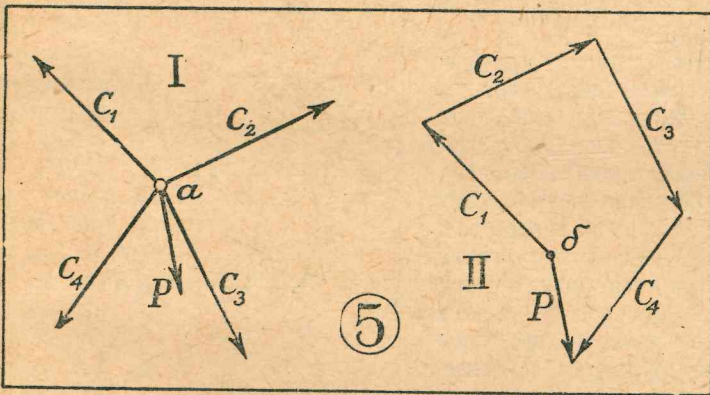


Рис. 5. Сложение нескольких (четырех) сил, пересекающихся в одной точке.

данные на рис. 5 силы можно сложить в порядке  $C_1, C_3, C_4, C_2$  и т. д.), 2) векторы сил могут пересекаться между собой.

Если конец линии сил совпадает с ее началом, равнодействующая равна нулю. В этом случае все силы имеют одно общее течение и вся система находится в равновесии.

**Задача 1.** К узлу  $a$  (рис. 6, I) треугольной фермы  $abv$  приложены внешние силы  $C_1, C_2$  и  $C_3$ . Определить вызываемые данными силами напряжения (внутренние силы)  $H_1$  и  $H_2$  стержней  $ab$  и  $av$ .

**Решение.** Исходя из произвольной точки  $g$  (рис. 6, II), строим многоугольник сил, проводя последовательно векторы  $C_1, C_2, C_3$  (в порядке их встречи при обходе узла  $a$  по часовой стрелке); через начало и конец векторов  $C_1$  и  $C_3$  проводим прямые, параллельные направлениям  $ab$  и  $av$ ; последние пересекутся в точке  $d$ , образуя замкнутый многоугольник, и дадут величину сил  $H_1$  и  $H_2$  (измеряются помощью масштаба сил). Так как внешние и внутренние силы между собою уравниваются, течение сил  $H_1$  и  $H_2$  должно

следовать течению  $C_1, C_2, C_3$ . Переносим стрелки векторов  $H_1$  и  $H_2$  на стержни  $ab$  и  $av$  (к рассматриваемому узлу  $a$ ), видим, что течение обеих сил устремлено на узел; это показывает, что стержни  $ab$  и  $av$  сжимаются.

**Задача 2.** К узлу  $b$  (рис. 7, I) лонжерона  $A$  крыла самолета приложена внешняя сила  $C = 125$  кгр. (реакция воздушного потока). Определить напряжение лонжерона  $A$  и подкоса  $B$ .

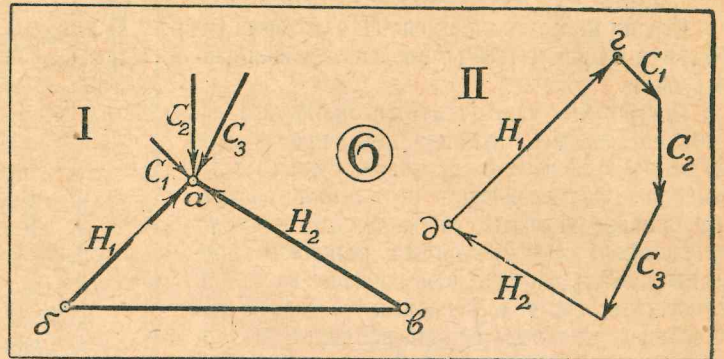


Рис. 6. Определение напряжений стержней треугольной фермы.

**Решение.** Откладываем (в масштабе) силу  $C$  (рис. 7, II) и через ее начало и конец проводим линии, параллельные  $A$  и  $B$ . Так как все силы уравниваются, то их течение должно быть направлено в одну сторону (по контуру треугольника). Стрелки сил переносим на стержни к узлу  $b$  (рис. 7 III). Видим, что лонжерон  $A$  сжат (стрелка направлена на узел), а подкос  $B$  растянут (стрелка идет от узла). Величину сил измеряем посредством масштаба:  $A = 190$  кгр. и  $B = 230$  кгр.

Полученные цифры отмечают условными знаками так: впереди ставят — для сжимаемых частей фермы (при сжатии стержень укорачивается) и + для растягиваемых (укорачиваются).

**Сложение сил, произвольно расположенных в одной плоскости.** Для получения равнодействующей нескольких сил  $C_1, C_2, C_3$  (рис. 8, I) строим силовой многоугольник (II). Сторона последнего  $P$ , соединяющая начало с концом линии сил  $C_1, C_2, C_3$ , даст величину, направление и течение искомой равнодействующей. Для определения ее положения на плане I, на диаграмме II берем произвольную точку  $O$  (полюс) и соединяем ее прямыми линиями (лучами) 1, 2, 3, 4 с вершинами силового многоугольника; на плане же сил строим ломаную линию  $abvd$  (шарнирный или веревочный многоугольник, называемый также многоугольником Вариньона), сто-

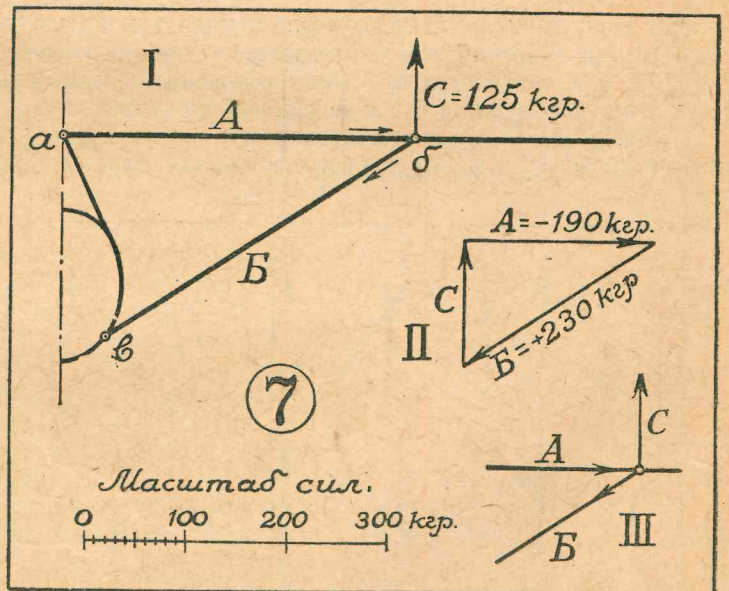


Рис. 7. Определение напряжений лонжерона и подкоса крыла самолета.

роны которой 1, 2, 3, 4 параллельны одноименным лучам диаграммы сил. Продолжив крайние стороны 1 и 4 веревочной линии (многоугольника Вариньона) до взаимного пересечения, находим точку  $e$ , через которую пройдет равнодействующая  $P$  данных сил.

Так как силы могут быть как угодно перемещаемы вдоль их направления (перенесение точек приложения сил), и действие их



на тело от этого не изменится, то и веревочную линию  $ab\gamma d$  можно произвольно перемещать вдоль сил, соблюдая лишь параллельность ее сторон полюсным лучам. Построение веревочной линии можно начинать из любой точки, лежащей на направлении любой из заданных сил.

**Сложение параллельных сил.** Даны взаимно параллельные силы 1, 2, 3, 4 (рис. 9, I).

Строим многоугольник сил (II), который обращается в прямую 1234 (равнодействующая данных сил).

Построение многоугольника Вариньона делаем по общему правилу. Из произвольно выбранного полюса  $O$  проводим лучи, которые для удобства дальнейшего построения обозначаем двойными цифрами (параллельная каждому лучу сторона многоугольника Вариньона проводится между силами, отмеченными на луче). Точка пересечения с первой и последней стороны многоугольника Вариньона определит положение равнодействующей  $P$ .

**Задача 3.** Даны веса и центры тяжести отдельных частей малого самолета, схематически изображенного на рис. 10, I.

Определить положение общего центра тяжести этого самолета.

**Решение.** Веса или силы тяжести частей самолета суть вертикальные силы, направленные вниз.

На чертеже II строим равнодействующую данных сил тяжести; затем соединяем лучами произвольно выбранный полюс  $O_1$  с векторами сил и строим многоугольник Вариньона; последний даст положение равнодействующей.

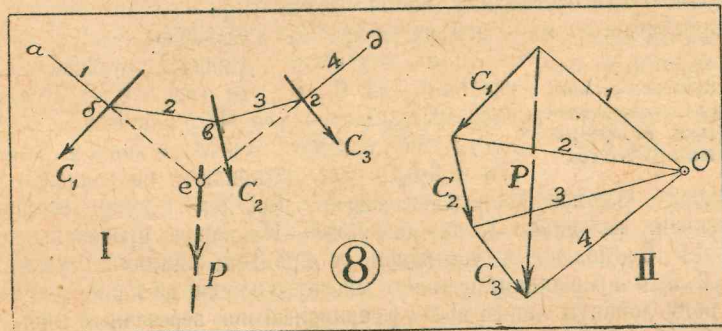


Рис. 8. Сложение сил, произвольно расположенных в одной плоскости.

Для определения на найденном направлении местоположения общего центра тяжести самолета, предполагаем, что самолет повернут на  $90^\circ$ , т. е. что фюзеляж находится в вертикальном положении. Тогда и все силы тяжести будут направлены вдоль фюзеляжа.

Построив для нового положения самолета вторую веревочную линию (чертежи III и I), находим новое положение равнодействующей.

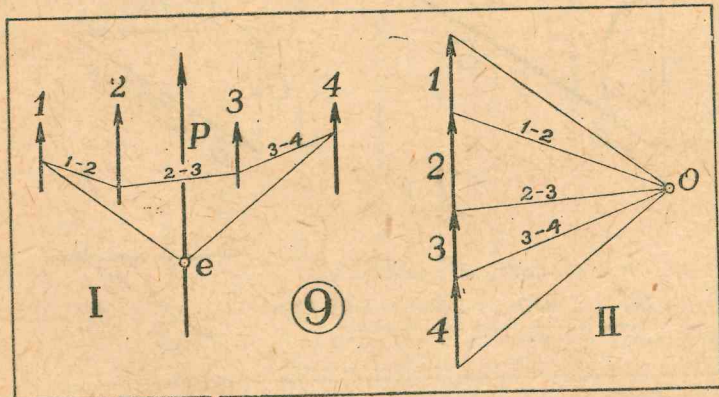


Рис. 9. Сложение параллельных сил.

Так как центр тяжести является неподвижной точкой, то он находится на взаимном пересечении вышенайденных направлений равнодействующей всех весов самолета.

**Балки. Фермы.** Рассчитываемые на прочность основные части летательного аппарата являются большей частью балками, которые различаются по своей конструкции и числу опор.

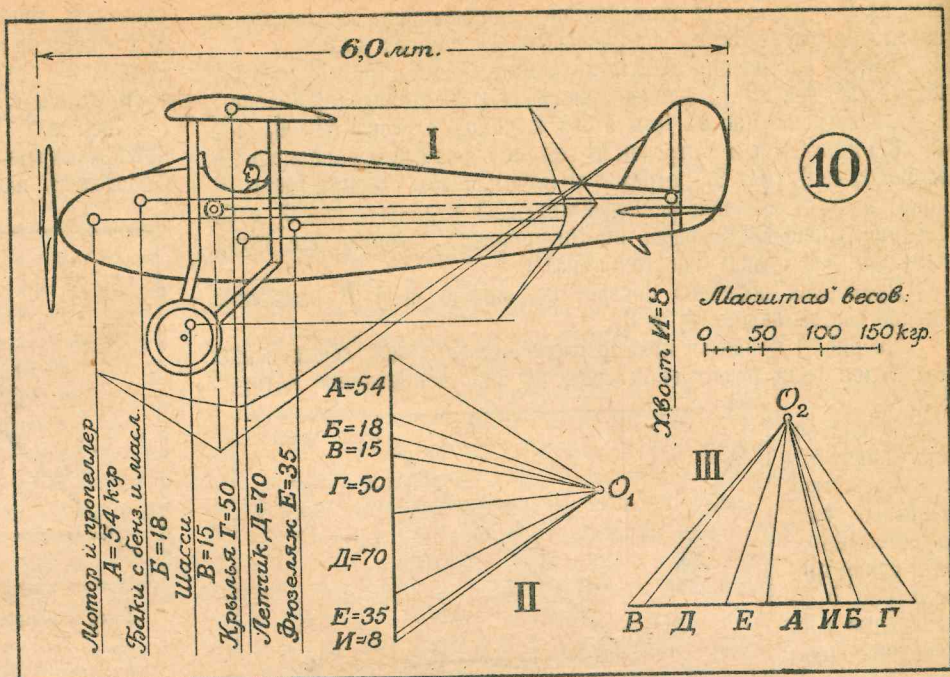


Рис. 10. Определены положения центра тяжести самолета.

Балка, составленная из нескольких стержней (прямых брусков, труб и т. п.), образующих обычно сеть треугольников, называется фермой.

Вершины фермы называются узлами. В них стержни фермы соединяются между собой шарнирно, чтобы при действии внешних сил стержни могли бы немного удлиняться или укорачиваться, без нарушения прочности узла.

Стержни, образующие наружный обвод фермы, называются поясами (верхний и нижний пояс). Часть пояса, находящаяся между двумя соседними узлами, называется панелью.

Фермы могут располагаться в одной плоскости (плоские фермы), либо в двух и более плоскостях (пространственные фермы).

Простейшая ферма — треугольная. Она характеризуется неизменяемостью своей формы (жесткая система).

Из четырех стержней может быть образовано бесчисленное множество четырехугольников (легко изменяемая форма) — рис. 11.

Соединяя противоположные вершины четырехугольника попарно внутренними стержнями, хотя и получаем фигуру, теоретически рассуждая, недеформируемую (жесткую), но вместе с этим имеем один лишний стержень —  $ав$  или  $бг$  (рис. 12). Такие фермы называются статически неопределимыми, так как напряжения их стержней не могут быть определены, пользуясь одними лишь законами статики.

Располагая внутри четырехугольника один диагональный стержень, получим фигуру недеформируемую, состоящую из двух треугольников (совершенная ферма) — рис. 13.

Таким образом различают три системы плоских ферм:

1) системы совершенные, недеформируемые; число  $т$  входящих в них стержней равно  $2п-3$ , где  $п$  — число всех узлов фермы (для

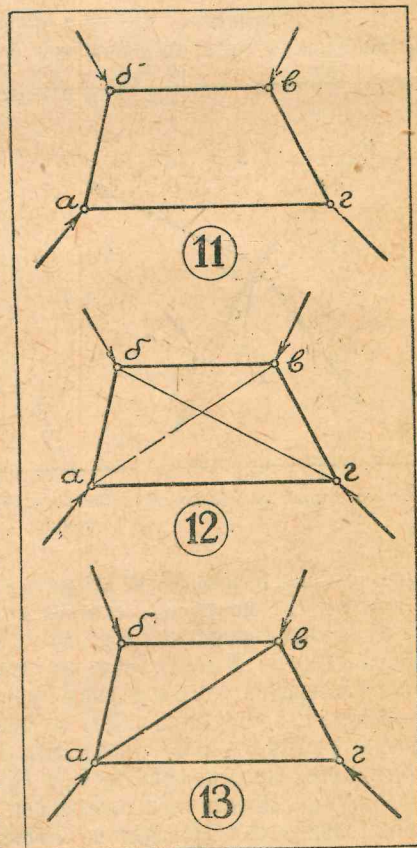


Рис. 11—13. Различные системы плоских ферм.



сов.  
50 кгр.

русков,  
ывается

фермы  
нешних  
ся, без

ваются  
ицаеся

фермы),

пло-

ящих  
1 (для

треугольной фермы имеем  $t=5$  и  $p=4$ ; такие системы обычно рассчитываются по методу Максвелла—Кремона (см. ниже);  
2) системы недеформируемые, с лишними стержнями (статически неопределимые), когда  $t$  больше  $2p-3$  (число лишних стержней в этом случае равно  $t-2p+3$ );  
3) системы деформируемые, если  $t$  меньше  $2p-3$ .  
Рассмотрим подвешенную к фюзеляжу однопролетного биплана переднюю вертикальную ферму, состоящую из верхнего и нижнего передних лонжеронов крыльев, стойки и растяжек (рис. 14).

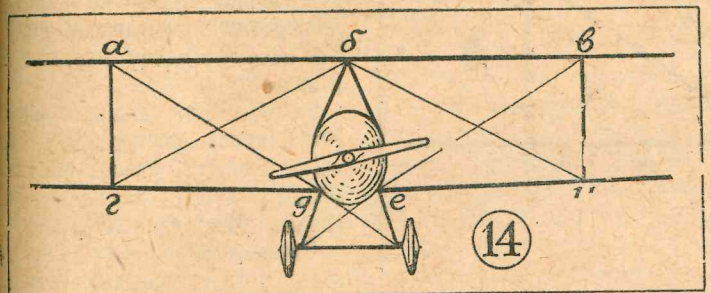


Рис. 14. Фермы однопролетного биплана.

При нормальном полете работают лишь растяжки  $da$  и  $ea$ , при крутом же спуске работают  $bg$  и  $bi$ . Таким образом, хотя рассматриваемая ферма и имеет лишние стержни, но так как они работают только на растяжение, система не является статически неопределимой и в каждом отдельном случае полета напряжения элементов фермы легко могут быть найдены.

Если бы стержни  $ad$  и  $ve$  могли работать, как на растяжение, так и на сжатие (подкосы), растяжки  $bg$  и  $bi$  могли бы отсутствовать.

**Определение усилий в стержнях плоской фермы. Диаграммы Максвелла—Кремона.**

**Пример 1.** Предположим, что имеем треугольную ферму, в узлах которой приложены внешние силы  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$  (рис. 15, I). Величина и направления первых двух сил известны. Требуется определить величину и направление третьей силы и напряжения стержней фермы, находящейся в равновесии.

Действующие силы и стержни фермы обозначаем по системе Боу: в пространстве между направлениями сил и между стержнями фермы пишем

какие-либо буквы, цифры или другие символы. Каждая сила или стержень будут называться буквами (или цифрами) тех районов, которые они разделяют. Например, силу  $C_1$  будем называть  $AB$ , силу  $C_2$  —  $BC$  и  $C_3$  —  $CA$ ; стержни же будут соответственно называться  $GA$ ,  $GB$  и  $GB$ .

Строим треугольник  $abv$  равновесия внешних сил (II). Для этого из любой точки  $a$  проводим линию  $ab$ , параллельную направлению силы  $AB$  и откладываем на ней (в масштабе) величину силы  $AB=45$  кгр.; затем из  $b$  проводим  $bv$ , параллельно направлению  $BC$ , и откладываем 76 кгр. Вектор  $va$  определит тогда направление и величину силы  $CA$  (39 кгр.).

Для определения внутренних сил, действующих в каждом

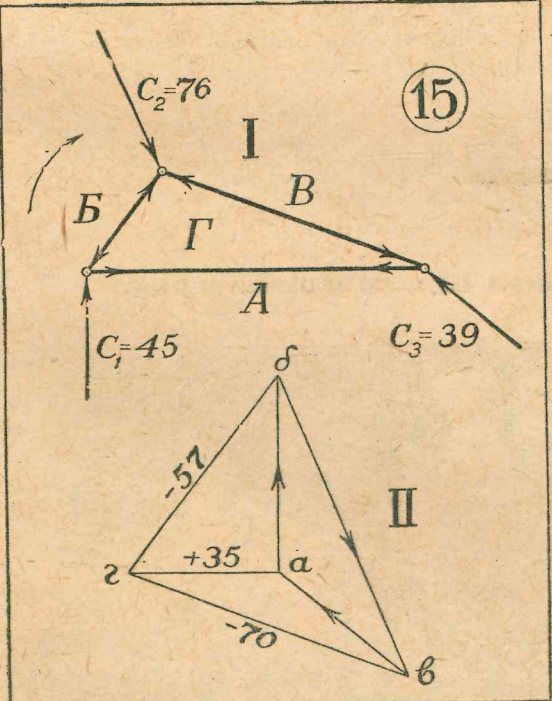


Рис. 15. Определение усилий в стержнях треугольной фермы.

стержне фермы, строим для каждого узла силовые треугольники. Проведем из  $a$  линию, параллельную стержню  $GA$  и из  $b$  — параллельную  $GB$ , получим силовой треугольник  $abg$  для узла фермы, к которому приложена внешняя сила  $C_1$ .

Далее из  $v$  проводим  $vg$  параллельно  $GB$  (линия  $vg$  должна пройти через точку  $g$ ) и получаем два треугольника сил:  $bgv$  для узла, к которому приложена сила  $C_2$  и  $avg$  для узла с силой  $C_3$ .

Длина сторон полученной диаграммы (в данном масштабе) определит напряжения соответствующих стержней фермы (одноименные линии); например, отрезок  $ga$  даст силу (35 кгр.), действующую в стержне  $GA$  и т. д.

Чтобы узнать сжимается ли данный стержень или растягивается, рассматриваем построенные силовые треугольники (рис. 16, 17, 18).

Для узла, к которому приложена внешняя сила  $C_1$ , имеем треугольник  $abg$  уравновешивающихся сил (рис. 16, I). Течение силы  $C_1$  известно; течение остальных двух сил (внутренних) должно идти в круговую по периметру треугольника  $abg$ .

Течение каждой силы отмечаем на стержнях фермы (II). Если стрелка направлена к узлу, рассматриваемый стержень сжимается, если же идет от узла — стержень растягивается. Таким образом находим, что стержень  $GA$  растягивается, а  $BG$  сжимается.

Переходим к узлу, на который действует сила  $C_2$ . Имеем треугольник сил  $bgv$  (рис. 17, I). Зная течение силы  $C_2$ , находим течение прочих сил. Отмечая течение на стержнях фермы (II), видим, что стержни  $GB$  и  $VG$  сжимаются. Замечаем, что в отношении стержня  $BG$  имеется подтверждение (работает на сжатие).

Хотя мы и определили род напряжения для каждого стержня фермы, с целью проверки рассмотрим силовой треугольник  $abg$  оставшегося третьего узла (рис. 18). В подтверждение рис. 16, II и 17, II находим, что стержень  $AG$  растягивается, а  $GV$  сжимается.

Стержни фермы, работающие на сжатие или растяжение отмечаются на чертеже фермы условными знаками (рис. 19): 1) при

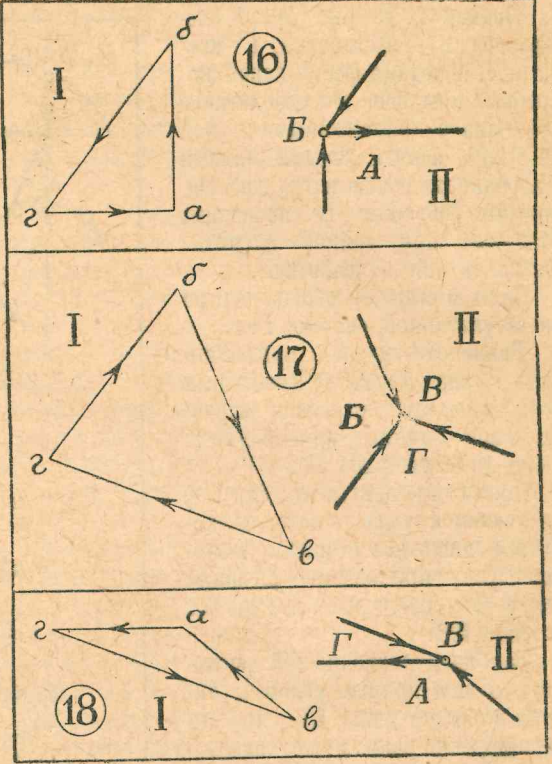


Рис. 16—18. Определение напряжений стержней треугольной фермы.

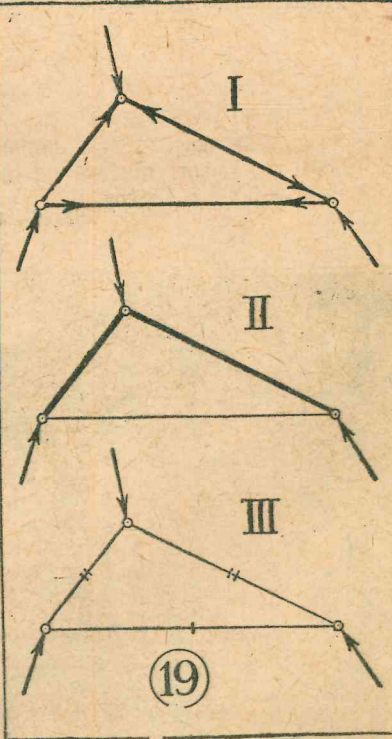


Рис. 19. Условное обозначение растягиваемых и сжимаемых стержней фермы.



чения стрелки, как указано выше, или 2) утолщая стержни, работающие на сжатие, либо 3) ставя на сжимаемых стержнях две поперечные черточки, а на растягиваемых — одну. Не напряженные стержни оставляются без меток.

**Пример 2.** На рис. 20, I схематически представлена, в масштабе, передняя ферма левой коробки крыльев двухпролетного биплана с приложенными к ней в узлах вертикальными силами (аэродинамическая нагрузка). Обратные растяжки не показаны, так как при данной нагрузке крыльев они не работают.

Силы и стержни обозначаем по вышеуказанной системе Вю.

Равнодействующая приложенных в узлах фермы вертикальных сил выразится отрезком вертикальной линии  $ад = аб + бв + вг + гд$  (рис. 20, II).

Построение диаграммы сил (II) начинаем с узла, в котором сходятся лишь два стержня; к этому узлу приложена внешняя сила **ВГ**; последняя передается стойке **МВ**.

Так как стержень **ГМ** расположен под прямым углом к линии действия силы **ВГ**, то его напряжение равно нулю; следовательно, на диаграмме II точки **г** и **м** совпадут ( $гм = 0$ ).

Далее переходим к узлу, где сходятся три стержня; к нему приложена сила **БВ** и сверх того ему же передается сила **ВГ**.

Для определения напряжений стержней **МЛ** и **ЛБ**, из точки **м** диаграммы II проводим прямую **мл**, параллельную **МЛ**, и **бл**, параллельную **ЛБ**. Точка пересечения **л** определит величину отрезков **мл** и **бл**, а следовательно и величину соответствующих им сил **МЛ** и **ЛБ**.

Затем переходим (по часовой стрелке) к узлу, в котором сходятся четыре стержня; к этому узлу приложена сила **ГД** и, кроме того, справа действуют силы **БВ** и **ВГ**.

Чтобы найти напряжения стержней **ДК** и **КЛ**, из точки **д** диа-

граммы II проводим **дк**, параллельно **ДК** и из **л** прямую **лк**, параллельную **КЛ**. Точка пересечения **к** определит искомую длину отрезков **дк** и **лк**.

Наконец, переходим к четвертому узлу, где действует внешняя сила **АБ**, в дополнение к весу грузам ранее рассмотренных узлов.

Для определения напряжений стержней **КИ** и **ИА**, на диаграмме II проводим прямые **ки** и **аи**, точка пересечения которых **и** определит искомую длину отрезков **ки** и **аи**.

Совокупность силовых многоугольников, построенных для всех узлов рассматриваемой фермы, носит название диаграммы Мэксуелля-Кремона.

Чтобы решить, какие стержни сжаты и какие растянуты, построим обычным порядком, т. е. переносим стрелки течения в каждом многоугольнике уравновешивающихся сил на соответствующие стержни, пересекающиеся в рассматриваемом узле; тогда если стрелка на стержне указывает на узел — стержень сжимается, если же она устремлена в противоположную сторону — стержень растягивается.

Приведенные примеры построения диаграммы сил по способу Мэксуелля-Кремона выявляют следующее:

1. Построение диаграммы начинают с узла, в котором сходятся только два стержня;
2. В силовом многоугольнике внешние силы наносятся в том же порядке, в каком мы их встречаем, обходя ферму кругом;
3. Каждому стержню фермы соответствует одноименный вектор диаграммы;
4. Каждому узлу фермы соответствует одноименный многоугольник диаграммы;
5. Каждому треугольнику фермы соответствует одноименная вершина диаграммы.

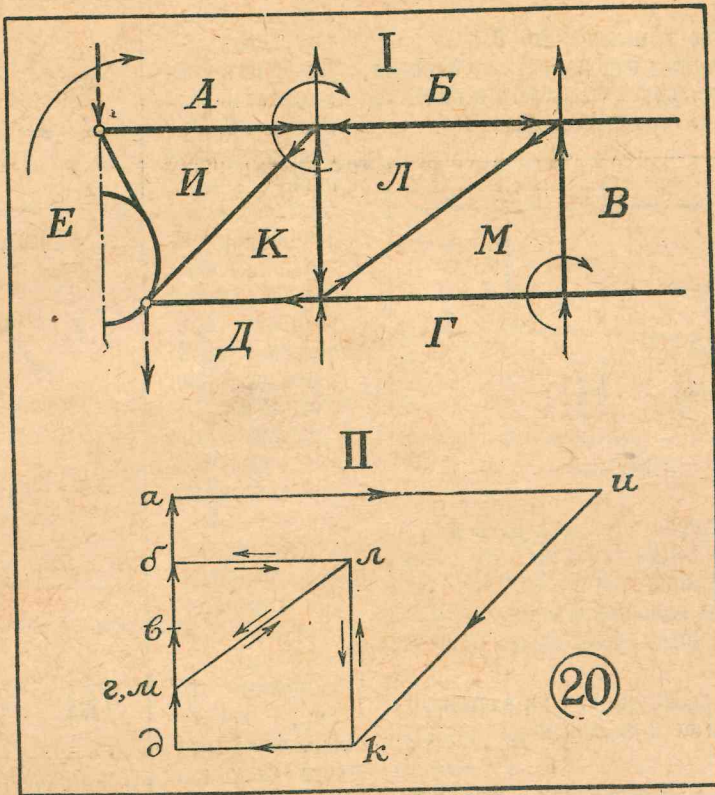
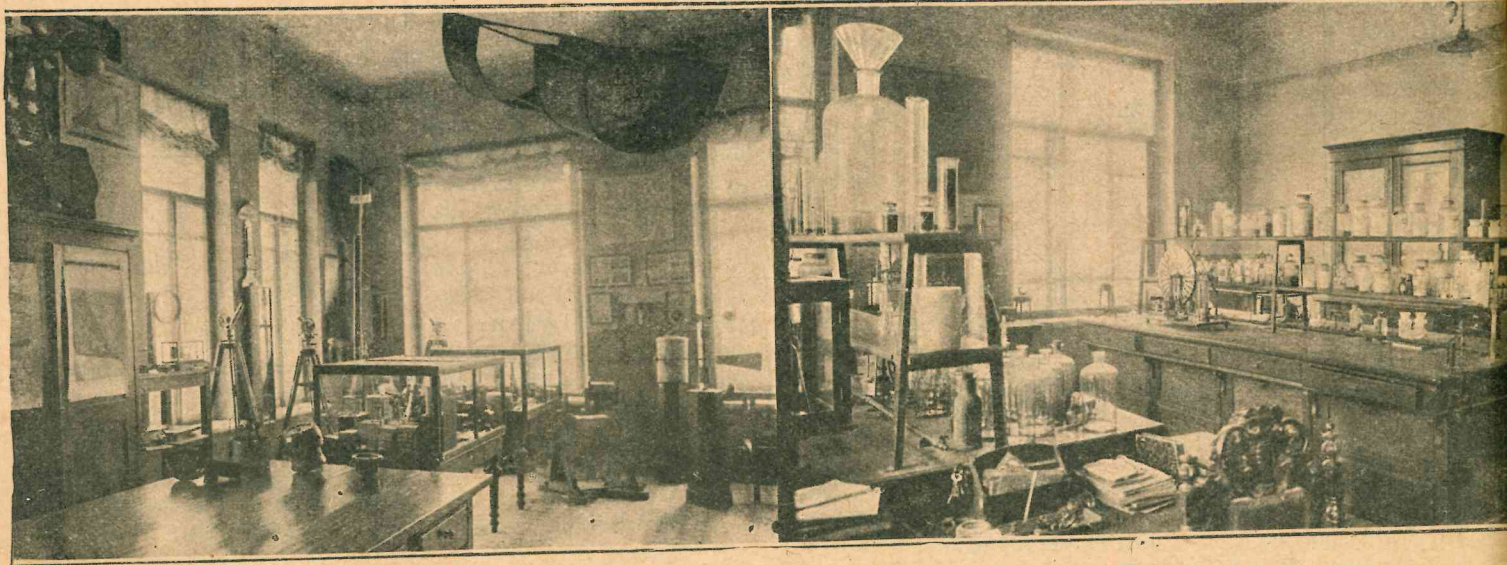


Рис. 20. Определение усилий в стержнях коробки крыльев двухпролетного биплана (диаграмма Мэксуелля-Кремона).

## Высшая Воздухоплавательная Школа в Ленинграде.



Метеорологический кабинет.

Химическая лаборатория.





## РЕЗУЛЬТАТЫ КОНКУРСА ПРОЕКТОВ МАЛОМОЩНЫХ САМОЛЕТОВ

(Окончание) \*).

### „Смена дереву“.

IV. Девиз: «Смена дереву». Автор Путилов. Проект получил первую премию по разряду двухместных самолетов.

Данные проекта: Мотор А. В. С. «Скорпион» 25 л. с.. Максимальная скорость у земли—115 км/час., экономическая—65 км/час., посадочная—59 км/час., время подъема на 500 мтр.—6,9 мин., на 1.000—13,6 мин., потолок за 1 час—3.000 мтр.; вес самолета в полете—363 кг., пустого—182 кг., поверхность крыльев—18 кв. мтр.. Нагрузка на 1 кв. мт.—20,1 кг., на 1 л. с.—14,5 кг.

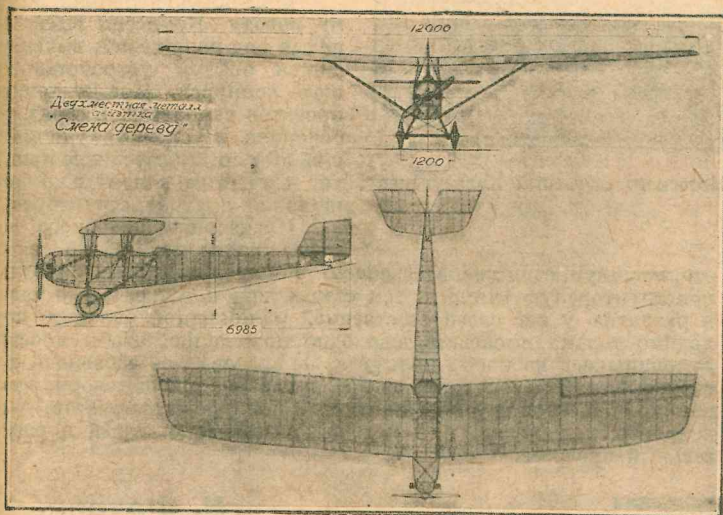


Рис. 1. Проект т. Путилова «Смена дереву».

Описание конструкции (Рис. 1): Тип — моноплан «Парасоль» с центральным планом и двумя парными подкосами. Весь аппарат целиком спроектирован из кольчуг-алюминия, изготавливаемого Кольчугинским заводом по сортаменту, выработанному ЦАГИ, за исключением обтяжки крыльев и оперения, сделанной из полотна.

Крылья состоят из двух металлических лонжеронов, нормальных усиленных нервюр, скрепленных в ферму проволоочной расчалкой. Нервюры простого типа с зигзагообразными подкосами. Подкосы крыльев из кольчуг-алюминиевых труб, с надевающейся на них хвостовой частью обтекания, укреплены в нижних концах к двум основным рамкам фюзеляжа в общих узлах с подкосами шасси; верхние их концы наружными болтами прикреплены непосредственно к лонжеронам крыла.

Центральный план обуславливает складывание крыльев, защиту при капотировании и служит для помещения в нем бензинового бака. Он непосредственно связан с четырехстоечным кабанаом, на четырех нижних точках которого подвешивается четыре рамы наружными болтами фюзеляж, при чем место прикрепления находится на тех же основных рамках фюзеляжа, к которым внизу крепятся подкосы крыльев и стойки шасси.

Фюзеляж состоит из передней ферменной части и задней, работающей исключительно на обшивке типа «Юнкерс». Сечение фюзеляжа четырехугольное с плоскими боковыми стенками, выполненными из гофрированного листового кольчуг-алюминия. Главная часть фюзеляжа — две основные рамки, в которые упираются стойки шасси и подкосы крыльев и на них же подвешен фюзеляж к кабанау центрального плана. Спереди прикреплен моторная установка, а сзади непосредственно примыкает хвостовая часть фюзеляжа. Моторная рама как бы принадлежит целиком остову фюзеляжа и раскреплена во всех направлениях.

Шасси состоит из двух парных подкосов с распорной трубой и одного креста тросов. Все трубы и их соединения из кольчуг-алюминия. Подкосы соединены резиновой амортизацией с осью колес, ходящей в прорезах узловых коробок.

Костыль — два листа рессоры вставляются в скобу, укрепленную к основному башмаку конца фюзеляжа.

Остов оперения спроектирован из кольчуг-алюминия, обшивка из материи, а мелкие детали, требующие пайки — из стали.

Рулевое управление нормального типа, управление элеронами жесткое из труб с системой передаточных рычагов.

### „Кольбри“.

V. Девиз: „Кольбри“. Авторы: В. А. Александров и И. И. Погоский. Проект получил вторую премию по разряду двухместных самолетов.

Данные проекта: Мотор Бристоль «Черуб» 24 л. с. Максимальная скорость у земли — 102,5 км., экономическая — 72 км., посадочная — 51,5 км., время подъема на 500 мт. — 8,6 мин., на 1000 — 18,8 мин. Потолок за 1 час — 2750 мтр., вес самолета в полете — 438 кг., пустого — 253 кг., поверхность крыльев — 25 кв. мт., нагрузка на 1 кв. мт. — 17,5 кг., на 1 л. с. — 18,25 кг.

Описание конструкции (рис. 2): Тип самолета — двухместный однодвигательный биплан. Главной особенностью является фюзеляж, трехугольной формы для образования самостоятельной жесткости. Ферма состоит из трех лонжеронов, стоек и распорок, сделанных из сосны и для простоты не фрезерованных и соединенных в узлы при помощи косынок из переклейки 1 и 2 мм. Фюзеляж расчален стальной проволокой. Моторная рама крепится к фюзеляжу всего лишь двумя болтами и этими же болтами мотор крепится к раме. Весь мотор отделен от фюзеляжа сплошной алюминиевой перегородкой, за которой помещается бензиновый бак.

Крылья обычного типа с двумя коробчатыми лонжеронами и нервюрами из сосновых планок и 2 мм. переклейки. Дужка крыла № 430 по Прандтлю. Для складывания крыльев, имеются добавочные ложные стойки, благодаря которым правая и левая коробки целиком отнимаются от центрального плана и приставляются к бокам фюзеляжа.

Шосси нормального типа, сварное, из стальных труб и распорной трубы с двумя полуосями.

Оперение деревянное, нормального типа с коробчатыми лонжеронами и нервюрами, такими же, как у крыла.

Управление самолетом полужесткое — состоит из комбинации тросов и труб.

### „Красный Кольчугинец“.

VI. Девиз: „Красный Кольчугинец“. Авторы: И. И. Погоский и Е. И. Погоский.

Проект получил третью премию по разряду одноместных самолетов.

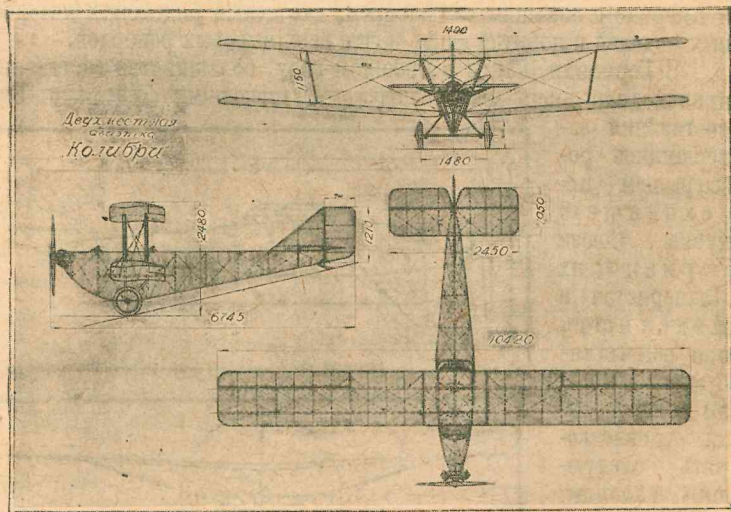


Рис. 2. Проект В. Александрова и И. Погоского «Кольбри».

Данные проекта: Мотор «Черуб» 18 л. с. с 2000 об/мин. Максимальная скорость у земли—112 км/час, посадочная—51 км/час. Время подъема на 500 мтр. — 4,32 мин. Потолок — 3650 мтр., вес самолета в полете — 235 кг., пустого — 139 кг., поверхность крыльев — 13,5 кв. мт., нагрузка на 1 кв. мт. — 17,4 кг., на 1 л. с. — 13 кг.

Описание конструкции (рис. 3): Тип самолета — одноместный моноплан с подкосами. Весь самолет целиком металлический из кольчуг-алюминия за исключением некоторых деталей, сделанных

\* См. „Самолет“ № 1 (27).



из стали, и полотняной обтяжки крыльев и оперения. Фюзеляж обшит гофрированным кольчугалюминием толщиной 0,3 м/м., при чем обшивка работает и воспринимает все усилия. Складывание крыльев самолета осуществляется при помощи специальных шарниров, на которых крылья поворачиваются и отгибаются вдоль фюзеляжа. В таком виде самолет проходит в габарит  $2 \times 2$  метра. Шасси достаточно мощное снабжено колесами на пневматиках.

#### Выводы из опыта первого конкурса.

Рассмотрев проекты авиаток, представленных на конкурс с целью выбора из них лучших для рекомендации к постройке, Комиссия пришла к следующему выводу:

«Ни один из проектов, как таковой, в полном объеме не может быть рекомендован для постройки, ввиду того, что в каждом из них имеются недочеты или в схеме, или в конструкции, или в расчетах и, кроме того, ни один проект не проработан достаточно полно для ясного и отчетливого суждения о рациональности данной конструкции в ее целом и деталях (что, однако, и не предусматривалось конкурсом)».

Тем не менее Комиссия нашла возможным отметить три проекта, а именно: 1. «Три друга» (деревянная конструкция), 2. «Красный Кольчугинец» (металлическая конструкция) и 3. «Смена дереву» (металлическая конструкция), которые могли бы быть допущены к опытной постройке при условии устранения некоторых недочетов и дополнения проектов дальнейшей конструктивной разработкой.

Из остальных, заслуживающих внимания проектов, Комиссия отметила: «Вперед и выше», «С. Ч.» и «Колибри».

Все остальные проекты обладают настолько крупными недочетами (слабость проекта, неправильность схемы, конструктивные недостатки и ошибки, недостаточность расчета, недостаточность разработки и производственная трудность), что не могли быть отмечены, как удачные.

Говоря об общем впечатлении относительно конкурсных проектов, необходимо первым делом отметить, то обстоятельство, что в большинстве чувствуется недостаточность проработки конструк-

ции, незаконченность и во многих случаях просто слабость выполнения. Это объясняется, во-первых, условиями конкурса, требовавшими только представления главных конструктивных частей, а также тем обстоятельством, что к участию в конкурсе привлеклось повидимому сравнительно мало квалифицированных конструкторских сил. Бросается также в глаза, что наряду с достаточно проработанными и иногда почти детально выполненными проектами на многих листах, встречаются проекты объемом всего лишь 1—2 листа, но тем не менее дающие все требуемое конкурсом в общей схематической форме. Такая же разнокалиберность наблюдается и в расчетах, в объеме их выполнения и в примененных методах. Несмотря однако на эти дефекты и несогласованности, вполне объяснимые первым опытом конкурса, можно с удовлетворением отметить, что конкурс имел значительный успех среди молодых конструкторов. Необходимо высказать лишь пожелание чтобы в будущем организаторы конкурса внесли больше точности в предъявляемые требования в области объема выполнения проектов и методов расчета и ближе подошли бы к нашим производственным возможностям.

В своих пожеланиях по этому поводу Комиссия высказала целый ряд положений, выдвинутых опытом устройства первого конкурса. Новый конкурс проектов самолетов, в своих требованиях и условиях учитывающий этот опыт, безусловно привлечет к участию в нем еще более широкий круг конструкторов.

Назначение подобного конкурса крайне желательно, так как это, пожалуй, единственный способ в широком объеме пробудить конструкторскую мысль и тем самым дать более сильный толчок к развитию у нас своей собственной мало мощной авиации; необходимо только высказать еще одно пожелание: чтобы проекты, выдвигавшиеся из массы конкурса, не предавались забвению, а по возможности быстро воплощались в жизнь, иначе говоря, чтобы конкурс проектов был в то же время и конкурсом самолетов, — это непереносимое условие, при котором возможен быстрый и ощутительный прогресс.

Н. Фаусек.

## РЕКОРДНЫЕ МОДЕЛИ 1924—1925 г.

Минувший сезон модельных состязаний прошел в 3. Европе и Америке с большим оживлением, дав целый ряд новых интересных моделей и побитие вновь почти всех мировых рекордов.

В Германии, как и в прошлом году, большинство состязаний происходило лишь между моделями, имеющими фюзеляжи. Эти

состязания завершились розыгрышем переходящего кубка Союза Германских Планеристов и Моделистов, при чем состязующиеся модели должны были удовлетворять следующим условиям: длина модели не более ее размаха и не более 1 мтр., диаметр фюзеляжа не менее 6% размаха модели.

Приз присуждался по сумме достижений, при чем каждый из полетов оценивался очками по особой шкале.

Кубок выиграла модель К. Мебиуса, давшая следующие результаты: продолжительность—45½ сек., расстояние с земли—136 м., расстояние с рук—306 мтр., расстояние с земли и полезной нагрузкой в 150% соб. веса—134 мтр., высота—21 мтр.

Модель Мебиуса (рис. 1, 2 и 3)—моноплан, длиной 74 см. и размахом 80 см. Модель построена целиком из бамбука. Только шасси из 1-мм. стальной проволоки и распорки фюзеляжа из фанеры в 1,4 мм. В этих распорках прорезаны круглые отверстия, сквозь которые проходит резина. Носовая часть модели легко снимается, что

дает возможность легко менять резину, а также растягивать ее при закручивании. Вес модели—70 грамм. Оригинально в модели расположение фюзеляжа как бы по диагонали — ребрами кверху и книзу. Такая конструкция придает модели исключительную устойчивость в полете; за все

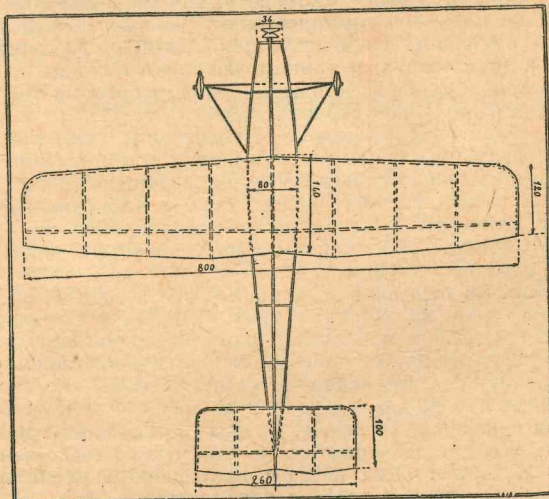
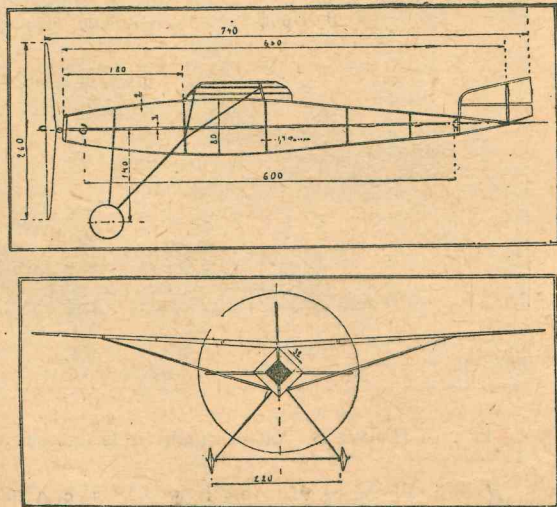


Рис. 1, 2 и 3. Рекордная немецкая модель К. Мебиуса.

полеты модель не потерпела ни одной аварии.

При состязании на кубок Союза Планеристов и Моделистов резиномотор модели давал лишь 500 оборотов. Увеличив длину резины, т. ч. она в незакрученном состоянии свободно болталась внутри фюзеляжа, отчего вес модели, правда, много увеличился, К. Мебиус достиг и этой моделью полета в 3 мин. 53 сек. продол-