

**Коллектив авторов**

# **Самолет У-2**

**Учебник для летных школ**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 030  
ББК 92  
К60

**Коллектив авторов**  
К60 Самолет У-2: Учебник для летных школ / Коллектив авторов – М.: Книга по Требованию, 2014. – 268 с.

**ISBN 978-5-458-31621-7**

Настоящий учебник составлен в соответствии с программой летной подготовки; он может быть использован при изучении самолета У-2 в школах гражданского воздушного флота и аэроклубах.

**ISBN 978-5-458-31621-7**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2014

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



чугалюминий<sup>1</sup> (дюралюминий) в виде труб как круглых, так и профилированных, а также листовой плакированный дюраль, или иначе альклед<sup>2</sup>.

Кабины инструктора и ученика расположены одна за другой. Место инструктора находится спереди, а ученика — сзади, так как, находясь во второй кабине, ученик легче ориентируется в положении самолета в воздухе.

В кабинах для контроля работы мотора и управления самолетом в воздухе имеются следующие приборы: манометры, термометр масла, высотомер, указатель скорости, указатель поворота, вариометр, часы и компас. На среднюю стойку центроплана вынесен счетчик оборотов коленчатого вала мотора.

Крылья самолета соединены между собой при помощи наклонно поставленных И-образных стоек. Концы несущих поверхностей имеют выгодное в аэродинамическом отношении эллиптическое очертание.

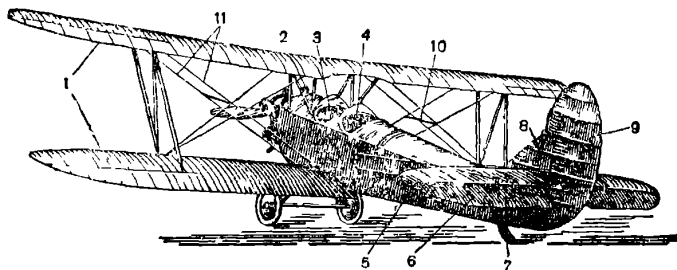


Рис. 3 Самолет У-2 (вид сзади):

1 — элероны, 2 — счетчик оборотов коленчатого вала мотора, 3 — кабина инструктора, 4 — кабина ученика, 5 — стабилизатор, 6 — руль высоты, 7 — костьль, 8 — киль, 9 — руль направления, 10 — обтекатель в местах скрещивания расчалок, 11 — расчалка.

Фюзеляж самолета — четырехгранный, сверху закругленный, ферменной (подкосно-расчалочной) конструкции. В передней части фюзеляжа расположены кабины, где сосредоточены органы управления и приборы, в задней — хвостовое оперение. Передняя часть фюзеляжа (головная часть) обшита по бокам фанерой и оклеена полотном; задняя часть (хвостовая часть) только обтянута полотном. В головной части фюзеляж имеет сверху фанерную надстройку, или кок, с соответствующими вырезами, образующими борта первой и второй кабин. Хвостовая часть сверху закрыта съёмным коком, укрепленным на фюзеляже специальными застёжками.

Управление самолетом — двойное, позволяющее управлять самолетом из кабины инструктора и из кабины ученика. Располо-

<sup>1</sup> Кольчугалюминий — советский легкий и обладающий большой прочностью сплав алюминия с медью (3,8—5%), марганцем, магнием, кремнием и железом. Широко известное название дюралюминий относится к аналогичному сплаву, но несколько иного состава, разработанному в Германии.

<sup>2</sup> Альклед — листовой дюраль, покрытый с двух сторон чистым алюминием.

жение рулей и элеронов не отличается от общепринятой схемы их установки и размещения на самолетах. Связь между рычагами управления, элеронами и рулями осуществляется проводкой из стальных проволок и тросов. Органы устойчивости — киль и стабилизатор — образуют вместе с рулями хвостовое оперение самолета.

Крылья, фюзеляж и хвостовое оперение обтянуты полотном и покрыты эмалитом.

Органы приземления состоят из шасси и хвостовой опоры — костыля.

Шасси самолета изготовлено из стальных труб и состоит из подкосов, оси, колес, резиновой шнуровой амортизации и других деталей. Шасси при помощи шарнирных креплений присоединяется к узлам на фюзеляже.

Костыль — управляемый, так как связан с рулем направления.

Подмоторная рама самолета состоит из подмоторного кольца, изготовленного из стальной трубы, и трубчатых подкосов.

Бензиновый и масляный баки размещены в передней части самолета; поступление бензина происходит самотеком; смазка мотора осуществляется при помощи масляной помпы под давлением.

### **Краткая летная оценка самолета**

В летной практике самолет У-2 показал хорошую устойчивость и управляемость в воздухе. На земле самолет рулит нормально и при взлете не имеет тенденции к разворотам.

На самолете У-2 допускается производство следующих фигур пилотажа: пикирование в пределах установленных норм скорости (для варианта У-2 ВС не свыше 170 км/час), переворот через крыло, боевой разворот, виражи, парашютирование, скольжение, петля, спираль, змейка и штопор.

При выполнении виражей самолет держится устойчиво; фигуры пилотажа делает нормально. Планирует и парашютирует устойчиво, при посадке легко садится на 3 точки.

Подробную летную оценку самолета, а также характеристику его конструктивных данных см. в приложениях 1 и 2.

### **Модификация самолета для народного хозяйства**

Помимо учебной машины и У-2 ВС, строятся следующие варианты этого самолета.

**Сельскохозяйственный самолет У-2 АП (аэроопылитель).** Этот самолет имеет дополнительный бензиновый бак, помещенный в центроплане, так как размеры главного бензинового бака уменьшены устройством третьего места или установкой бака для отравляющих составов. Управление самолетом одинарное (рис. 4).

**Пассажирский самолет У-2 СП (самолет пассажирский).** Особенность этого самолета заключается в том, что он трехместный, с открытым расположением кабин. Управление одинарное,

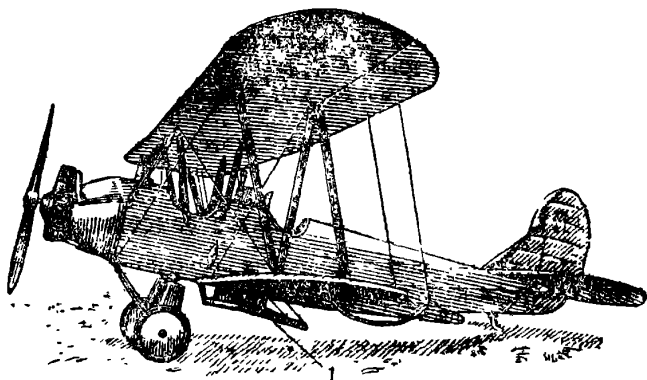


Рис. 4. Сельскохозяйственный самолет У-2 АП (аэропылитель);  
1 — приспособление для опрыскивания.

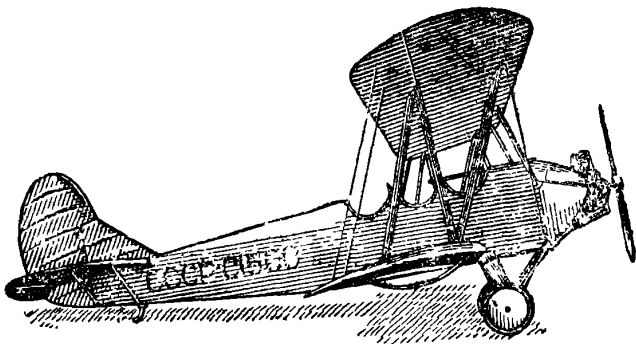


Рис. 5. Пассажирский самолет У-2 СП (самолет пассажирский).

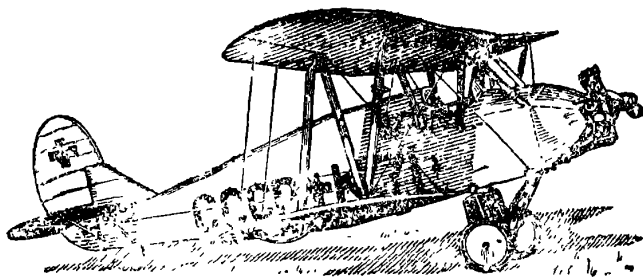


Рис. 6а. Санитарный самолет У-2 С-1 (санитарный).

осуществляемое из передней кабины. В центроплане помещен дополнительный бензиновый бак (рис. 5).

**Санитарный самолет У-2 С-1** (санитарный). Самолет построен по заданию РОКК, трехместный, в нем могут устанавливаться носилки для больного и имеется место для сопровождающего медперсонала. Кабина закрытая.

В отличие от других, в этом типе самолета стабилизатор — управляемый в полете (рис. 5а).

### Постройка других вариантов самолета У-2

Были и другие варианты постройки самолета, как, например, установка самолета на поплавки (рис. 6), из которых один является центральным, поддерживающим на себе весь корпус самолета, а два других меньшего размера — подкрыльными.

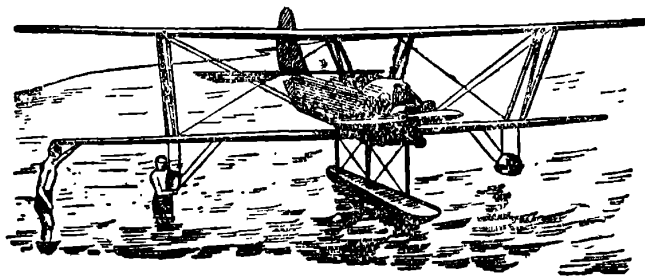


Рис. 6. Самолет У-2 поплавковый.

Имеется много примеров постройки самолета по специальным заказам. Неоднократно строились различные опытные конструкции — с тормозным шасси и др.

## Г Л А В А П

### КОРОБКА КРЫЛЬЕВ

Крылья самолета создают подъемную силу, необходимую для того, чтобы поддерживать самолет в воздухе. Они называются иначе несущими поверхностями.

#### Характеристика крыльев

Несущие поверхности на самолете У-2 в сочетании со стойками и лентами образуют расчалочную однопролетную бипланную коробку с выносом. Коробка представляет собой пространственную ферму<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Фермами принято называть сооружения из сочетаний стержней, имеющих шарнирное или жесткое соединение и работающих на растяжение и сжатие.

Каждое крыло коробки одинаково по своему устройству, форме и размерам. Благодаря этому серийное производство крыльев может быть легко налажено.

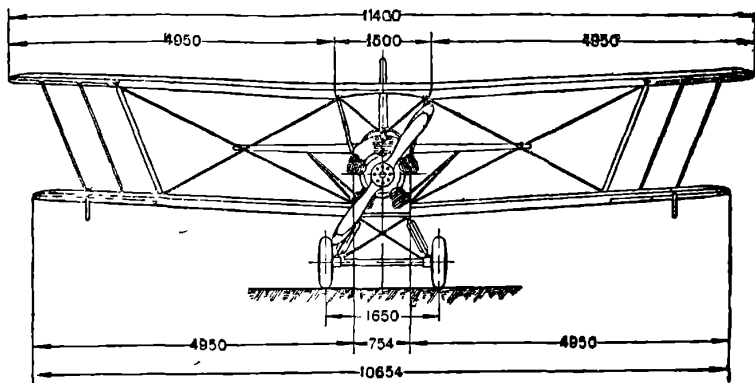


Рис. 7. Размеры самолета в проекции спереди.

Размах<sup>1</sup> верхних крыльев с центропланом составляет 11 400 мм, размах нижних крыльев — 10 654 мм, размах (длина) каждого крыла в отдельности — 4 950 мм (рис. 7).

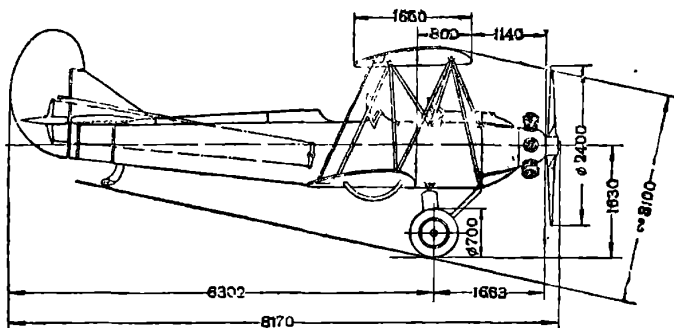


Рис. 8. Размеры самолета в проекции сбоку.

При первом ознакомлении с самолетом У-2 создается представление, что верхние крылья длиннее нижних. Это происходит потому, что верхние крылья присоединяются к центроплану, размер которого по размаху (1 500 мм) значительно больше, чем размер фюзеляжа по ширине (754 мм), в месте присоединения нижних крыльев.

<sup>1</sup> Размахом называется поперечный размер самолета по длине крыльев. Для аэродинамических вычислений берется в расчет так называемый «вычисленный размах» (величина общего размаха, уменьшенного на ширину фюзеляжа).

Из отношения длины крыла к его глубине можно определить величину удлинения крыла. Как видно из рис. 9, для самолета У-2 это отношение, взятое для полного размаха крыльев с центропланом, равно 6,9. Чем больше это отношение, тем лучшие аэродинамические качества имеет крыло.

**Форма крыла.** Крыло самолета имеет прямоугольную форму на большей части своей длины (рис. 9), поэтому многие детали крыла в первоначальной заготовке могут быть сделаны одинакового размера.

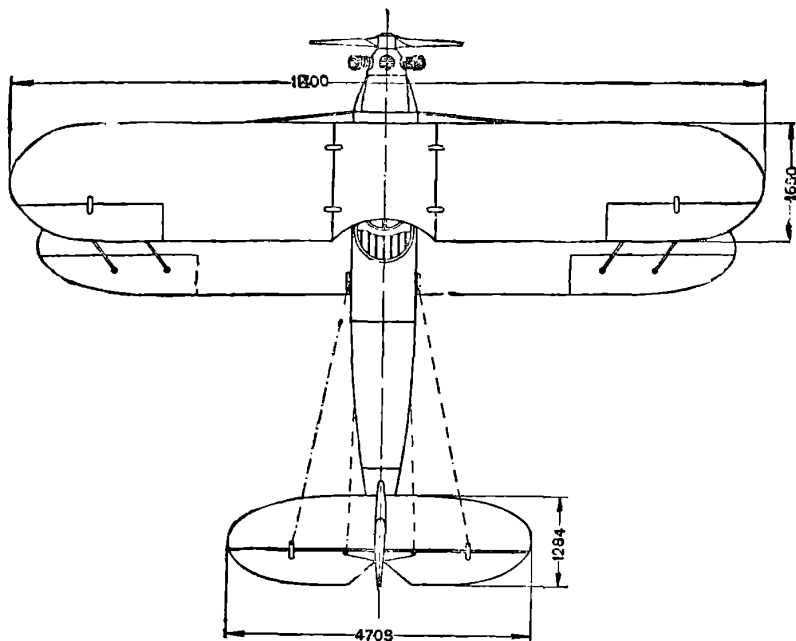


Рис 9. Размеры самолета в проекции сверху.

Эллиптическая закругленная форма на консольной части<sup>1</sup> улучшает аэродинамические качества крыла по сравнению с прямоугольными крыльями. Таким образом, при выборе крыла самолета У-2 были учтены не только производственные требования, но также эксплуатационные и аэродинамические.

Кривая Лиллиенталя самолета У-2 (рис. 10). Кривая Лиллиенталя изображает зависимость между коэффициентом подъемной силы и коэффициентом лобового

<sup>1</sup> Консольной частью называется свободный конец крыла, от стойки до обода. В строительной технике консолью называется свешивающаяся часть балки за опорами или балка, заделанная одним концом и не имеющая опоры на другом конце.

сопротивления при различных углах атаки. Величина подъемной силы и лобового сопротивления при одном и том же угле атаки зависит от профиля крыла, а также от его удлинения.

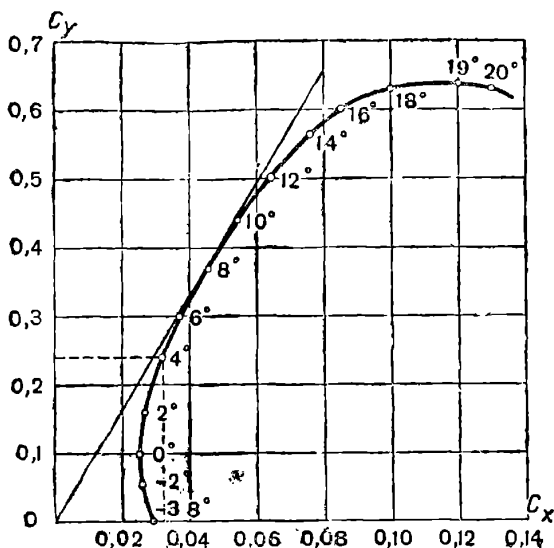


Рис. 10. Кривая Лиллентала самолета У-2.

**Профиль крыла.** Профиль крыла самолета характеризуется отношением максимальной высоты крыла 134 мм к его глубине 1650 мм, что составляет 0,0812, или в процентах 8,12. Такие профили (с отношением от 8 до 13%) считаются средними. Плосковыпуклая форма профиля обеспечивает достаточную подъемную силу и высокое качество крыльев.

### Конструкция крыла

Каждое крыло состоит из остова и обтяжки.

В набор частей крыла самолета У-2 входят два лонжерона, 16 нервюр — главных, усиленных и простых (нормальных), стрингеры<sup>1</sup> (продольные рейки), четыре пары расчалок, передняя и задняя кромки, обод и другие менее ответственные детали (рис. 11). К каждому крылу подвешено по одному элерону.

**Ферма крыла.** Каждое отдельное крыло можно рассматривать как самостоятельную ферму. Стержнями ее служат лонжероны, главные нервюры и расчалки, взаимные крепления которых не вполне жесткие. Регулировкой расчалок (натяжением их в большей или меньшей степени) достигается неизменяемость формы крыла и обеспечивается жесткость фермы.

<sup>1</sup> Название стрингер взято из практики кораблестроения. Спрингерами называются продольные связи в наборе деталей корпуса корабля.

Важнейшим преимуществом конструкции ферменного типа является равномерное распределение нагрузки по всей системе стержней, составляющих ферму, а не сосредоточение ее в отдельных точках. Другим преимуществом ее является геометрическая неизменяемость системы фермы.

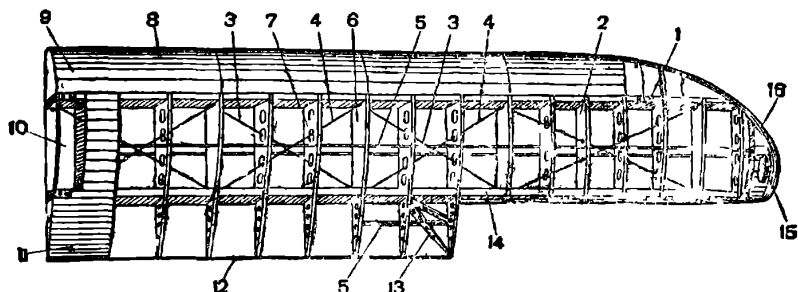


Рис. 11. Крыло правое нижнее:

1 — передний лонжерон, 2 — нервюра усиленная, 3 — расчалка лобовая, 4 — расчалка обратная, 5 — стрингер, 6 — нервюра главная, 7 — нервюра простал (нормальная), 8 — передняя кромка крыла, 9 — фанерное покрытие носка крыла, 10 — окно для пользования визиром, 11 — трап, 12 — задняя кромка крыла, 13 — раскосы, 14 — задний лонжерон, 15 — вырез для захвата руки при сопряжении самолета, 16 — обод крыла

Главные нервюры делят ферму крыла на четыре пролета. Пролет консольной части по своим размерам больше остальных, так как консольная часть крыла воспринимает меньшую нагрузку.

**Лонжероны.** Лонжероны играют роль основных частей конструкции крыла.

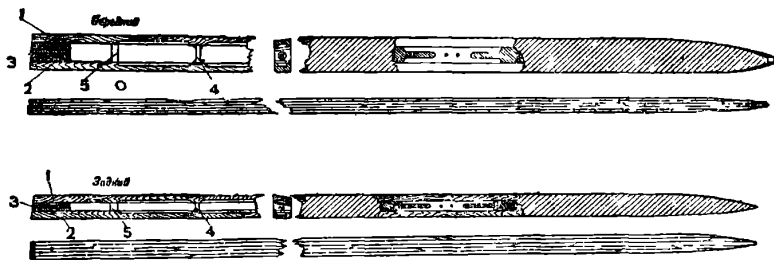


Рис. 12. Лонжероны крыла

1 — верхняя полка, 2 — нижняя полка, 3 — колобашка, 4 — бобышка, 5 — диафрагма.

Лонжероны крыла самолета У-2 (рис 12), как и большинства других самолетов деревянных конструкций, — коробчатого типа. Такая форма при достаточной прочности обеспечивает большую легкость по сравнению с лонжеронами других типов.

Высота и ширина каждого лонжерона одинаковы по всей длине его, кроме консольной части, где от 12 й нервюры лонже-

роны сделаны тоньше, так как в этой части они испытывают меньшие усилия по сравнению со средним пролетом.

Конструкция лонжеронов. Каждый лонжерон состоит из верхней и нижней сосновых полок, соединенных при помощи передней и задней фанерных<sup>1</sup> стенок.

Передний лонжерон выше заднего и уже его на 10 мм. Это сделано в соответствии с профилем крыла. Задний лонжерон немного длиннее переднего, что вызывается формой консоли крыла в этом месте.

Внутри лонжерона везде, где требуется усилить прочность, поставлены колобашки, бобышки или диафрагмы. Колобашками принято называть более крупные и уширенные бруски; они изготовлены из сосны и расположены под узлами креплений и на концах лонжеронов. Бобышки — более легкие и меньшего размера бруски, склеенные из наружных ясеневых и внутренней сосновой планок, поставлены там, где проходят главные нервюры. В местах крепления простых нервюр поставлены диафрагмы. Они изготовлены из липовых планок в виде легких распорок с вырезами.

Полки лонжеронов. Полки лонжеронов внутри на участках между бобышками фрезерованы. Если для изготовления лонжеронов нет материала надлежащей длины, то полки склеиваются из нескольких частей. Склейка производится на «ус» в том месте, где имеются меньшие расчетные усилия изгиба в лонжероне.

Склейка хорошим казеиновым<sup>2</sup> клеем не ослабляет прочности лонжерона. Во избежание раскалывания, полки лонжеронов иногда склеиваются продольно, из пяти брусков. Производство такого лонжерона обходится дешевле, так как позволяет лучше использовать материал, значительно уменьшая отходы древесины.

Боковые стенки лонжеронов сделаны из переклейки (фанеры). Фанера приклеивается к полкам лонжеронов таким образом, чтобы направление внешних слоев древесины фанеры было под углом 45° по отношению к оси лонжерона. Такое направление внешних волокон фанеры способствует лучшей устойчивости фанерных стенок, а отсюда и большей прочности лонжерона.

На стенки лонжеронов применяется березовая фанера сорта Прима или А, а с 1938 г. — бакелитовая, толщиной 2 мм. Фанера приклеивается к полкам лонжеронов на казеиновом клею ЦАГИ № 105 и кроме этого прибавляется гвоздями, располагаемыми в шахматном порядке.

Предохранение лонжеронов. Лонжероны являются наиболее важной и ответственной деталью крыла, так как они воспринимают основные усилия изгиба, растяжения, сжатия и отчасти кручения от аэродинамических сил; поэтому весьма необходимым является предохранение лонжеронов от влаги и механических повреждений. В этих целях поверхности лонжеронов тщательно

<sup>1</sup> «Фанера-переклейка» представляет собой плоский лист, склеенный из нечетного числа слоев однослойной фанеры, — шпона (1 мм), переклейка — соединение отдельных шпонов, не менее трех

<sup>2</sup> Казеин — белковый осадок молока; казеиновый клей обладает хорошей вододолговечностью.

лакируются, а в торцах, прилегающих к фюзеляжу, лонжероны покрываются несколькими слоями серебрина (алюминиевый порошок на эмалите<sup>1</sup>).

Для защиты полок лонжерона от смятия в местах прохода болтов для узлов креплений крыльев поставлены накладки из дерева более плотной породы (ясеня), а в отверстия для прохода болтов вставлены медные втулки, предохраняющие дерево лонжерона от расщепления при постановке болтов.

На задней стенке заднего лонжерона, в том месте, где крепится элерон, поставлены сосновые планки для уменьшения щели между крылом и элероном. В этом же месте каждый задний лонжерон для предохранения от загнивания должен быть обмотан полотном на клею.

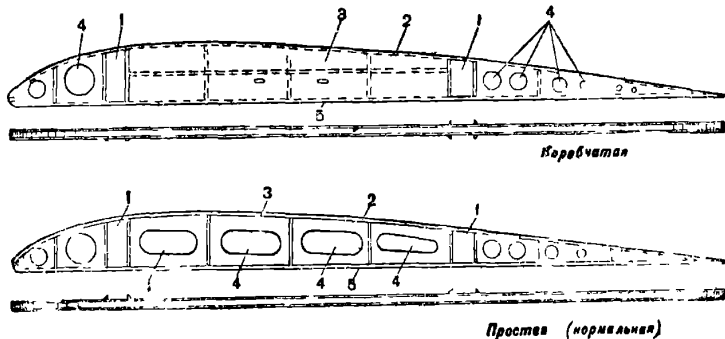


Рис. 13. Нервюры крыльев:

1 — вырезы для прохода лонжеронов, 2 — верхняя полка, 3 — стенка, 4 — вырезы для облегчения, 5 — нижняя полка.

Ремонт лонжеронов, как правило, производится после того, как крыло снято с самолета. Обычно полки лонжеронов ремонтируют только у консольной части, причем в этом случае склейка различных брусков полок лонжеронов должна производиться вразбивку; в случае сильных повреждений или загнивания на торце ремонт лонжерона не производится, и он заменяется новым.

**Нервюры.** Нервюры играют роль элементов горизонтальной фермы крыла и образуют форму профиля крыла. Они служат для передачи на лонжероны усилий, которые воспринимаются обтяжкой крыльев, способствуя равномерному распределению нагрузки по всему крылу.

Нервюры нумеруются по порядку их расположения, считая от первой на торце крыла. Пять главных нервюр — 1, 4, 7, 10 и 15 — поставлены в местах узлов крепления внутрикрыльных расчалок (рис. 11).

<sup>1</sup> Эмалит — аэролак, представляющий собой раствор клетчатки в ацетоне.