

Министерство образования и науки Республики Северная Осетия-Алания

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Республиканский центр дополнительного образования»

Творческое объединение «Авиамodelьное»

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРЫЛА ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Автор:

Поляков Илья Николаевич,
педагог дополнительного образования

Владикавказ

2019-

Изготовление крыла

Изготовление лонжеронов

Изготовление лонжеронов начинается с изготовления его полок. Полки в соответствии с проектом могут быть дюралевыми или деревянными. Наиболее подходящими для этих целей породами являются сосна, ель, ясень. Полки могут быть моноблочными или склеенными из отдельных планок. При использовании ясеня они чаще всего бывают моноблочными. При использовании ели или сосны - выбор зависит от качества древесины и наличия сучков. Древесина, используемая для полок лонжеронов, должна быть прямослойной, без сучков, расслоений, грибковых поражений и плесени. Если доска или брусок имеет много сучков, то его распиливают на планки, а затем участки, расположенные между сучками, склеивают на "ус". Угол ос склейки на "ус" (рис. 7. 2, а) должен быть таким, чтобы обеспечивалась равнопрочность склеенной продольной планки на разрыв. Этот угол определяется из условия выполнения двух неравенств:

$$\sin^2 \alpha < \sigma_{к.т} / \sigma_1$$

$$\sin 2\alpha < 2\tau_{к.т} / \sigma_1, \quad (7.1)$$

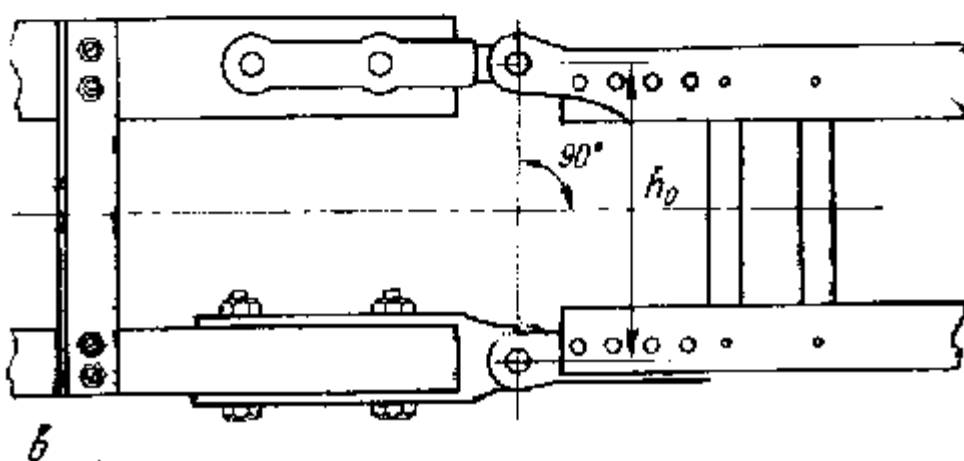
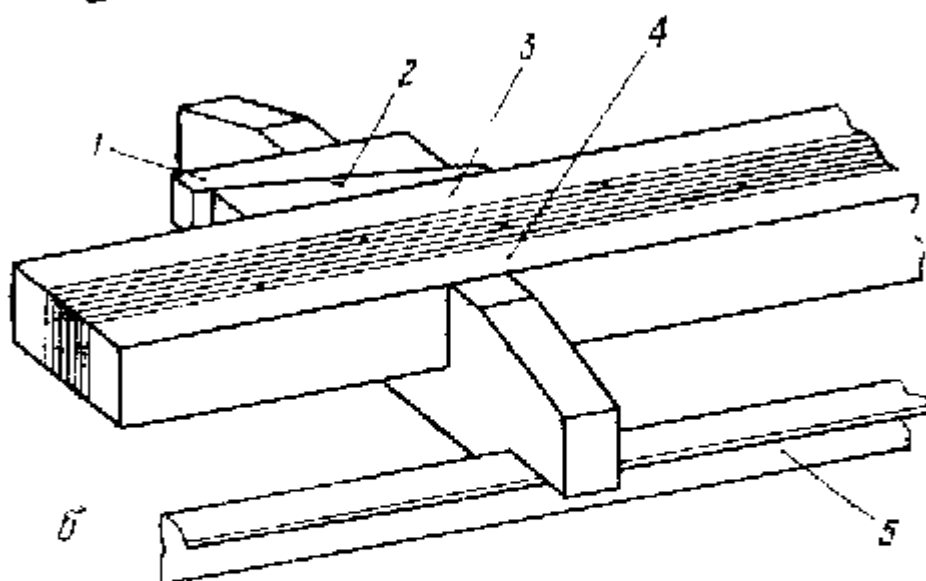
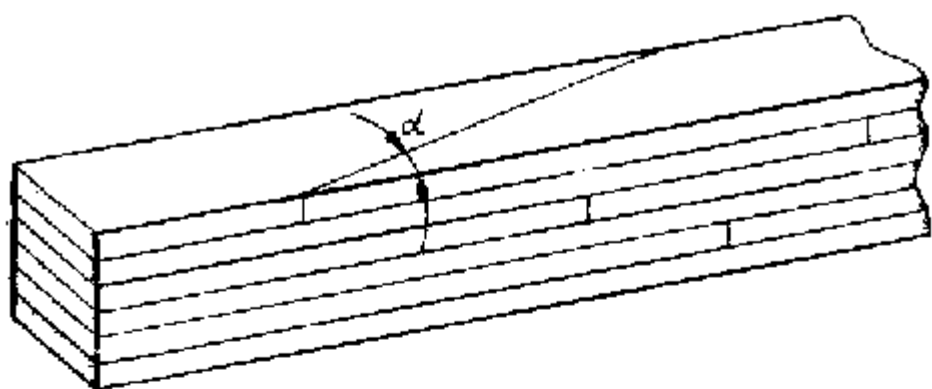


Рис 7.2 Изготовление лонжеронов крыла

где $\sigma_{\text{кл}}$ -предел прочности клея при равномерном отрыве; $\tau_{\text{кл}}$ - предел касательных напряжений клеевой пленки; $\sigma_{\text{д}}$ -предел прочности используемой древесины.

Склейку полок (рис. 7. 2, б) необходимо производить на стапеле или другой ровной поверхности с обеспечением необходимого сжатия планок. Сжатие можно производить с помощью клиньев 1, 2 или струбцин. Планки при этом должны сжиматься ровными продольными брусками 3, 4,

Желательно еще до сборки лонжерона закрепить его стыковочные узлы, если таковые имеются.

При сборке центропланной части крыла очень важно с высокой точностью выдержать для нижней и верхней полок одинаковое расстояние между осями замыкающих болтов стыковочных узлов вдоль размаха крыла.

Сборку лонжеронов необходимо вести на стапеле в горизонтальном положении. Прежде чем приступить к привинчиванию стенок, необходимо полки закрепить так, чтобы прямая, соединяющая отверстия замыкающих болтов верхней и нижней полок (рис. 7. 2, в), имела прямой угол с полками или средней линией лонжерона. При этом должно быть выдержано заданное расстояние и между осями отверстий стыковочных узлов по высоте. Точность выдерживания расстояний между полками определяется точностью изготовления и крепления стоек, подкрепляющих стенку лонжерона. Стойки могут быть выполнены как из дюралевого уголка, так и из дерева. В последнем случае к полкам лонжеронов они должны крепиться с помощью болтов.

Изготовление нервюр

Внешние контуры как силовых, так и типовых нервюр должны точно соответствовать выбранному профилю крыла. Поэтому вначале в масштабе 1: 1 вычерчивается выбранный профиль и по нему изготавливается шаблон нервюры. Если крыло имеет переменный профиль (аэродинамическую и геометрическую крутку), то шаблон должен быть изготовлен для каждого из контрольных сечений. Геометрия всех промежуточных нервюр может быть определена построением.

Пусть, например, задан контур двух крайних нервюр 1 и 2, а требуется определить геометрию двух промежуточных. Для этого (рис. 7. 3)

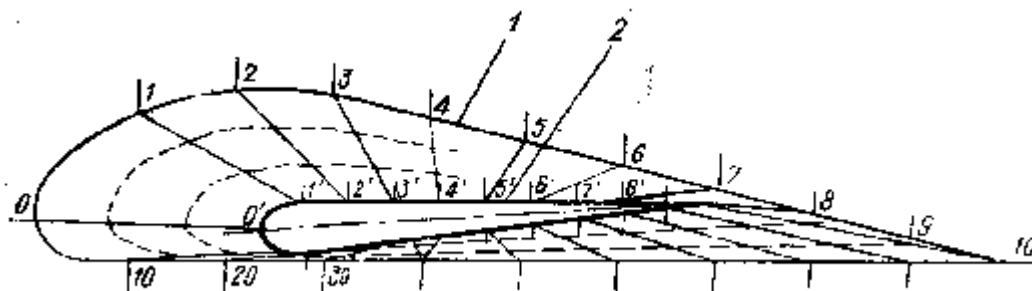


Рис 7.3 Определение геометрии промежуточных нервюр

вычерчиваются профили известных нервюр и наносятся на них точки, соответствующие 10, 20, 30 и т. п. процентам их хорд. Одноименные точки обоих контуров соединяются прямыми линиями и делятся на отрезки, пропорциональные расстояниям между нервюрами по размаху крыла. Если расстояния выбраны одинаковыми, то для рассматриваемого примера каждый из отрезков необходимо разделить на три равные части. Соединив полученные точки каждого из контуров лекальной кривой, получим профили промежуточных нервюр.

Конструкция как силовых, так и типовых нервюр может быть самой различной. Однако в любом случае нервюра должна иметь полку, воспринимающую изгиб. Роль такой полки в отштампованных нервюрах может выполнять отбортовка,

При небольших удельных нагрузках на крыло нервюры могут быть бесстеночными. Изготовление заготовок для таких нервюр, а также заготовок полок силовых нервюр при неизменном профиле крыла можно существенно упростить, сохраняя высокую точность изготовления, при использовании приспособления, показанного на рис. 7. 4.

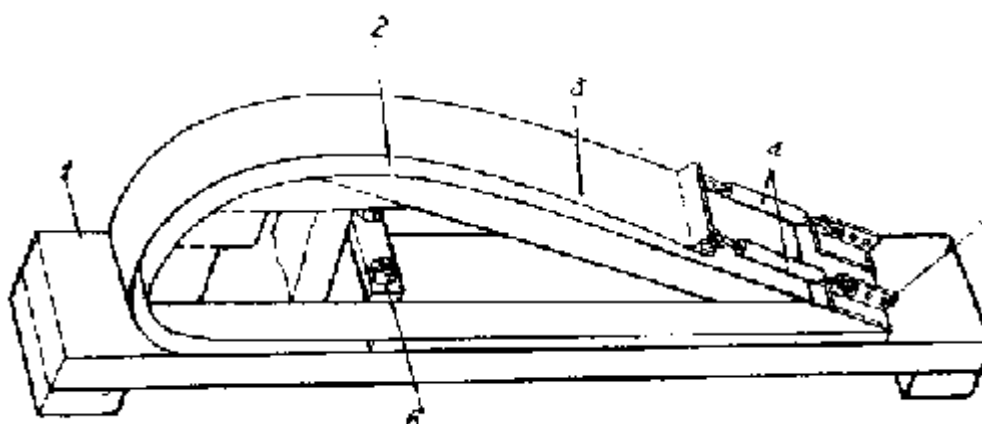


Рис 7.4 Приспособление для изготовления нервюр из шпона

Данное приспособление состоит из основания 1, плаза 2, изготовленного из древесины, по форме используемого аэродинамического профиля, прижимного устройства 6, прижимной пластины 3 и двух тандеров 4. Оно предназначено для изготовления нервюр из шпона и слоистых пластиков.

Для изготовления нервюр нарезаются из шпона пластины заданных размеров, промазываются эпоксидной смолой и складываются в единый пакет. Верхняя сторона верхней пластины и нижняя сторона нижней пластины клеем не промазываются. При отсоединенной и отброшенной влево (рис. 7. 4) пластине 3 пакет просовывается в пространство между пластиной 3 и плазом 2, после чего с помощью гаек устройства 6 прижимается им к основанию 1. Пластина 3 вместе с пакетом шпона перегибается и ушками тандеров 4 подсоединяется к кронштейнам 5 основания 1. После этого пакет прижимается пластиной 3 за счет стягивания тандеров 4 до полного исчезновения зазоров между пластинами шпона и остается в таком положении до "схватывания" клея. После чего пластина с блоком нервюр освобождается тандерами 4 и прижимным устройством 6, извлекается из приспособления и распиливается по заданной ширине нервюр.

Описанное устройство позволяет за одну закладку изготовить 6... 10 полков нервюр с затратами времени не более 1 ч.

Нижняя, близкая к прямолинейной, часть нервюры изготавливается из дерева и привинчивается к верхней части, изготовленной по описанной выше технологии.

Сборка нервюр производится в стапеле с обязательной фиксацией внешнего контура.

Изготовление носков крыла

В большинстве конструктивно-силовых схем крыла крутящий момент воспринимается замкнутым контуром носка. Поэтому он должен быть зашит жесткой обшивкой. Крутящие моменты на крыле СЛА сравнительно невелики, и потребная толщина обшивки оказывается небольшой. Она могла бы быть еще намного меньше, если бы такая обшивка не теряла устойчивость. Выходом из сложившегося положения может

быть использование трехслойной обшивки с наполнителем.

Для склеивания криволинейной обшивки носков крыла требуется плотное сжатие по всей поверхности панели. Использовать для этого традиционные матрицу и пуансон сложно из-за того, что малейшие отклонения толщины листов или неточность изготовления плазов вызывают непрочность и брак.

Для склеивания листов можно использовать достаточно простое приспособление (рис. 7. 5),

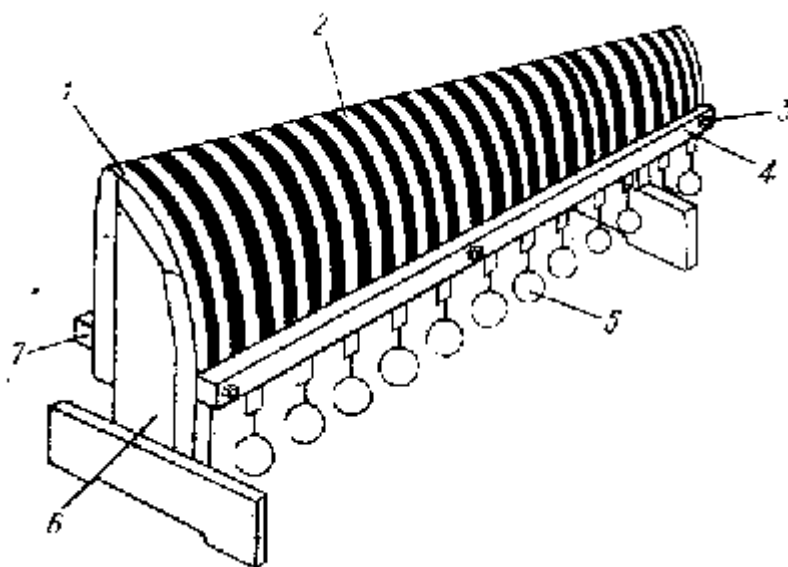


Рис 7.5 Приспособление для изготовления обшивки носка крыла

которое обеспечивает плотное сжатие листов по всей его поверхности даже при наличии макроплощадных неровностей. Оно состоит из плаза 1, прижимных ремней 2, грузов 5, стоек крепления 6 и прижимных брусков 4 и 7.

Для склеивания листов их промазывают клеем, прокладывают между ними пластину из пенопласта, выгибают по профилю плаза 1 и прижимают ремнями 2 с грузами 5. Для предотвращения концевых непрочностей концы панелей прижимаются брусками 4 и 7 с помощью гаек 3. Панель в таком положении остается до отвердевания или полимеризации клея. Прокладываемая между листами пластина заполнителя из пенопласта должна иметь достаточно чистую поверхность и постоянную толщину. При значительной площади пластины ее изготовление возможно только с

использованием специальных приспособлений. Примером может служить приспособление, представленное на рис. 7. 6.

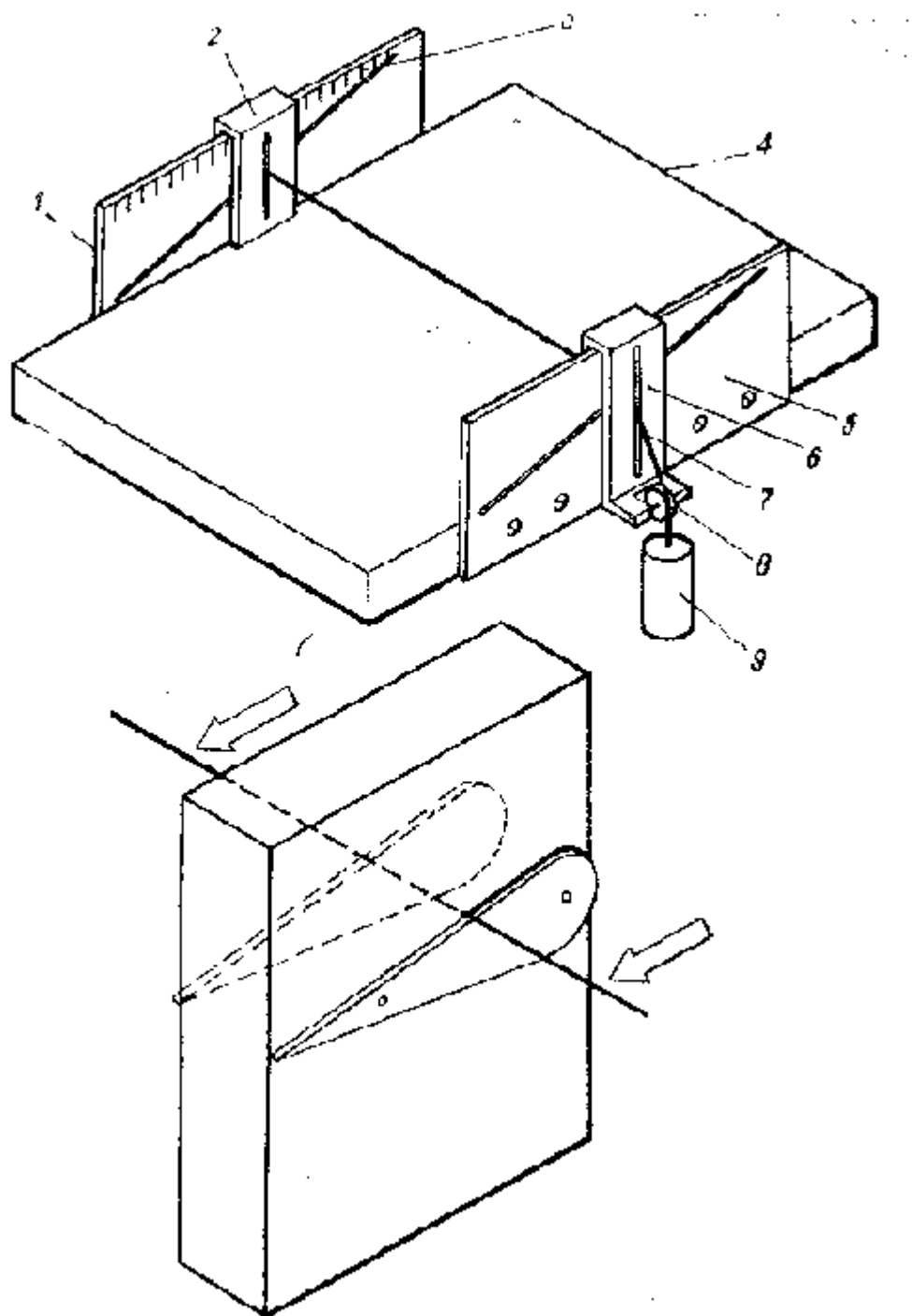


Рис 7.6 Приспособление для изготовления пластин заполнителя

Рис 7.7 Изготовление из пенопласта деталей сложной формы с помощью шаблонов

Данное приспособление состоит из ровной панели 4 с привинченными к ней двумя пластинами 1 и 5, имеющими прорезь для прохождения нихромовой проволоки 7. По пластинам могут перемещаться ползуны 2 и 6, на одном из которых закреплен ролик 8 для подвески к проволоке груза 9. При перемещении ползунов меняется расстояние от нихромовой проволоки до панели. Заданная толщина пластины пенопласта выставляется перемещением ползунов, а ее отсчет ведется по имеющимся на пластинах шкалам 3.

Для изготовления пластины заполнителя к нихромовой проволоке подводится напряжение, обеспечивающее еле заметное ее свечение. Блок пенопласта, из которого вырезается пластина, перемещать по основанию необходимо плавно и без задержек.

Для вырезания из пенопласта деталей более сложных форм, например Законцовки крыла, используется нагретая нихромовая проволока, заправленная в рамку обычной лучковой пилы. В этом случае блок пенопласта закрепляется неподвижно, а проволока равномерно перемещается по шаблонам (рис. 7. 7), изготовленным из листового материала. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы натянутая проволока при движении оставалась перпендикулярной шаблонам.

Сборка крыла

Сборка крыла ведется на стапеле, который необходимо подготовить с учетом конкретной конструкции. Эта подготовка сводится в основном к изготовлению необходимого количества поперечин 3 (рис. 7. 1). Практика показывает, что сборку удобно вести, если хорда крыла лежит в горизонтальной плоскости. Так как высота основного лонжерона всегда больше дополнительного или стенки, то под основной лонжерон в поперечинах 3 выгодно сделать паз, а для фиксации дополнительного лонжерона - накладку. Пазы и накладки под лонжероны на поперечине 3 не должны совпадать с продольным прогоном 1, так как в этом случае появляются технологические сложности, связанные с креплением нервюр. Число поперечин на стапеле должно быть не меньше числа силовых нервюр собираемой части крыла.

Если крыло имеет центропланную часть и консоли, то вначале необходимо собирать центропланную часть, независимо от ее размаха.

После подготовки стапеля на него устанавливаются и закрепляются лонжероны. Следует помнить, что контроль сборки крыла удобнее вести, если лонжероны установлены перпендикулярно хорде крыла, однако это должно быть предусмотрено проектом.

Если крыло имеет разъем, то первой устанавливается силовая нервюра, расположенная у разъема. При этом должны быть точно выдержаны расстояния между лонжеронами и их взаимное положение. Производится разметка и последовательно устанавливаются концевая, а затем и все остальные силовые нервюры. Перед закреплением каждой нервюры необходимо с помощью шнура по нескольким точкам контролировать правильность ее установки. Всякие неточности, допущенные при установке нервюр, отрицательно скажутся при креплении жесткой обшивки.

Установка силовых нервюр консольной части крыла

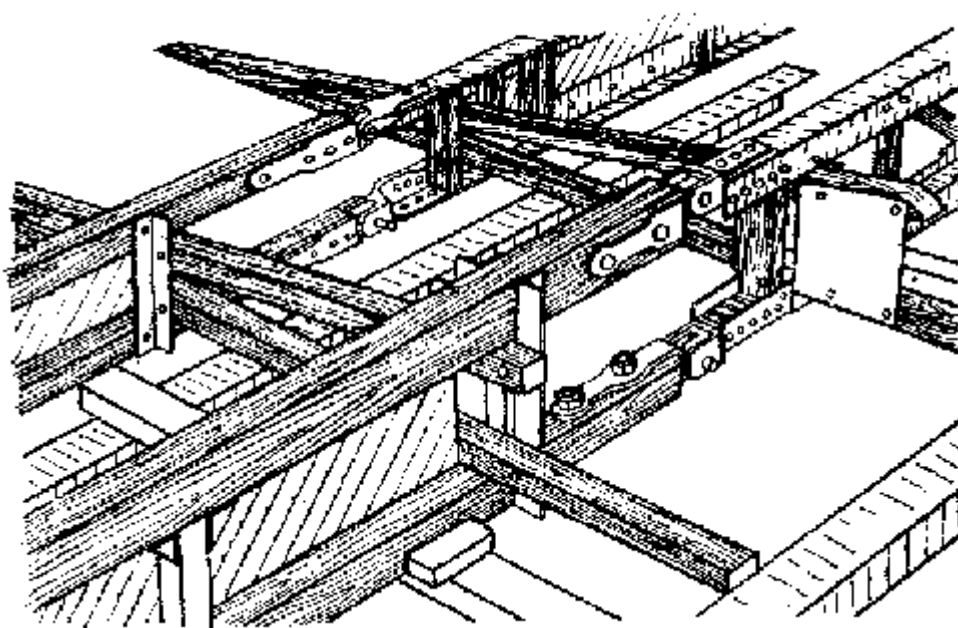


Рис 7.8 Положение частей крыла при установке силовых нервюр

должна производиться в состыкованном положении с центропланом. Только в этом случае может быть гарантирована точная подгонка стыковочных узлов. Уже собранная к этому времени центропланная часть может быть закреплена на специальной подставке за пределами стапеля.

Если в конструкцию крыла (рис. 7. 9)

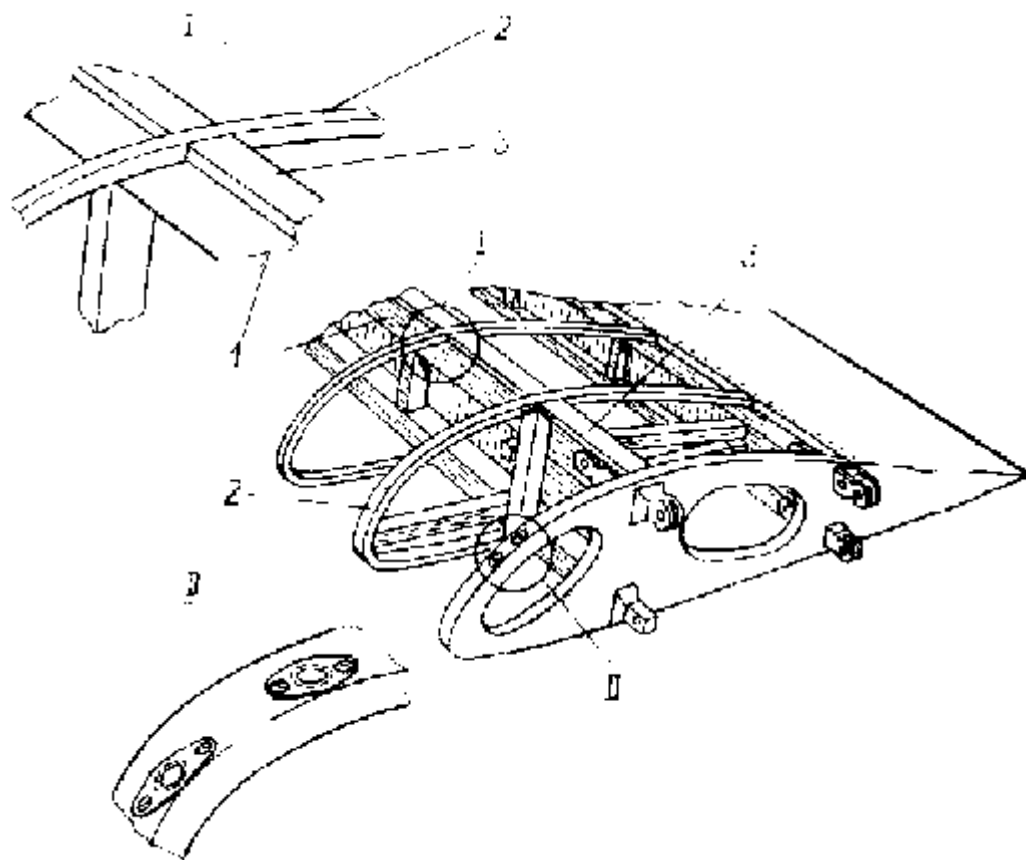


Рис 7.9 Подготовка крыла к зашивке

включены бесстеночные нервюры 2 (поз. 1), то до начала "зашивки" крыла в промежутки между ними необходимо вклеить накладки 3. Если толщина полок нервюр, а значит, и накладок, превышает 10... 12 мм, то их необходимо привинтить к лонжерону 1 шурупами с потайными головками. Если толщина накладок менее 10... 12 мм, то они впоследствии будут закреплены шурупами обшивки.

Если крыло имеет геометрическую крутку, то угол закрутки должен быть точно выставлен до начала "зашивки" крыла.

"Зашивать" крыло можно только после крепления узлов подвески элеронов и прокладки проводки управления.

При укладке обшивки "внахлест" вначале зашивается хвостовая часть, затем средняя

и в последнюю очередь носок крыла. При такой последовательности зашивки торцы листов по швам будут направлены по потоку.

Если хвостовая часть крыла обшивается пленкой (или тканью), то она обязательно должна заходить под лист жесткой обшивки и прижиматься ею. Накладка лонжерона при этом должна промазываться клеем. Если пленочная обшивка доходит до жесткого несъемного носка, выполненного из трехслойной обшивки (рис. 7. 10), то необходимо дополнительно прокладывать планку, прижимающую пленку к лонжерону. Последовательность закрепления пленки или ткани показана на рис. 7. 10, поз. I, II, III.

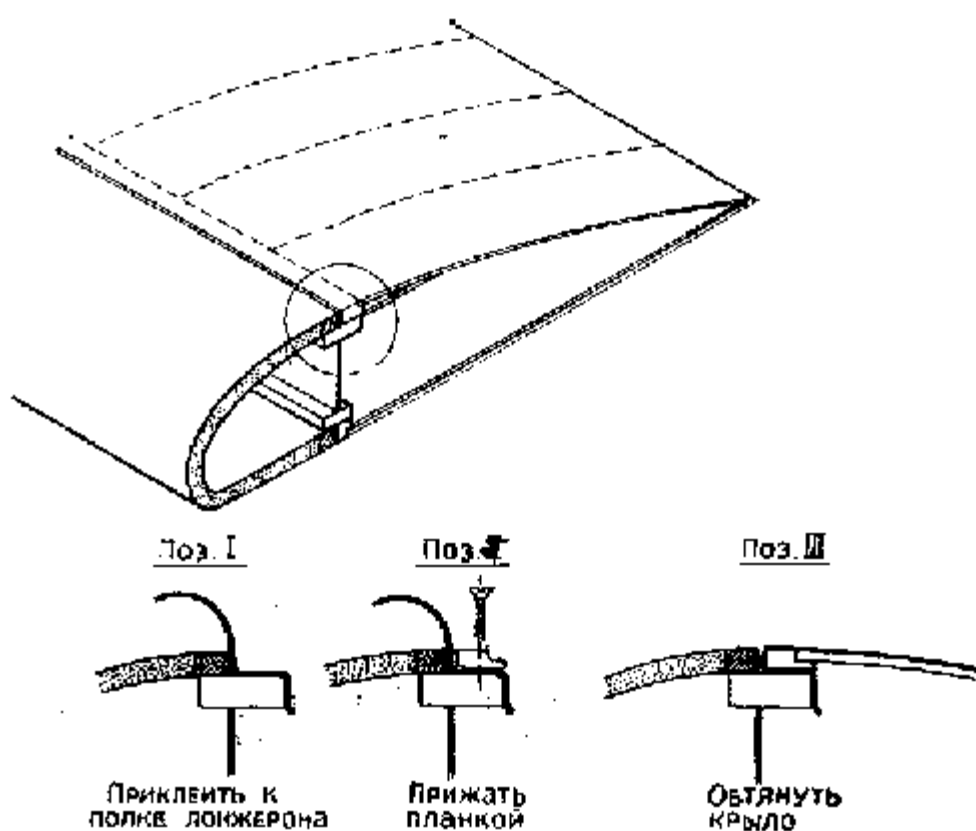


Рис 7.10 Последовательность операций по закреплению мягкой обшивки

В местах стыковки консольной и центропланной частей крыла обшивка на каждой из этих частей должна доходить лишь до оси симметрии нервюры. Вторая половина полки нервюры остается свободной для накладки на нее ленты, закрывающей стыковочные узлы после стыковки крыла. Для ее крепления в нервюре делаются отверстия или углубления, (рис. 7. 9, поз. II) для крепления анкерных гаек. Эти

отверстия необходимо сверлить через положенную и плотно прижатую к месту ленту. Только таким образом можно обеспечить точное совпадение отверстий под винты в анкерных гайках и отверстий в ленте.

Если ширина полки крайней нервюры меньше 2,5... 3 см, то обшивкой закрывают всю ширину полки нервюры, а ленту кладут сверху обшивки.

После сборки крыло зачищается, грунтуется и окрашивается.

по материалам: П.И.Чумак, В.Ф Кривокрысенко "Расчет и проектирование СЛА"