

Е.П. КОПНИН



ГОСМАШМЕТИЗМ

Возвратите книгу не позже обозначенн. здесь срока.

Зак. 1508.

К книге относитесь бережно.

Е. П. КОПНИН

ДУРАЛЮМИНИЙ В САМОЛЕТО СТРОЕНИИ

ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ
АВИОКЛЕПАЛЬЩИКУ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
инж.-мех. А. И. БОРОДАЧА

ОНТИ • НКТП • СССР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ И МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ
МОСКВА 1933 ЛЕНИНГРАД

1938
ПРОВЕРЕНО

Государственная
НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
— Н. Н. Т. Д.

ПРОВЕРЕНО
1936 г. № 96942

21/26
1934

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧ.-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

11731 II
60

ПРОВЕРКА
И ГНЕ 1949

15957

Редактор А. И. Бородач.

Техн. редактор Е. Симкина

Сдано в набор 17/V 1932 г. Подписано к печати 14/VIII 1933 г. Издат. № 152

Инд. М4-30-3-3. Тираж 2000 ТКС 82 от 10/VIII 1933 г. Кол. печ. л. 3.

Кол. печ. знаков 38000. Формат бум. 82×111/32 Уполн. Главл. В-63840. Зак.

№ 2434.

От автора

Основная цель этого небольшого труда — дать представление клепальщику об особенностях того материала, с которым ему придется работать в металлическом самолетостроении или ремонте, и о принципах ремонта. Здесь приводятся понятия о механических и химических свойствах дуралюминия (кольчугалюминия), методы горячей его обработки (отжиг, закалка и т. д.), его достоинства и недостатки, болезни этого материала и холодная обработка, т. е. клепка.

Исходя из поставленной таким образом задачи, книга включает в себе сведения, которые как основные должен знать каждый клепальщик, дабы отдавать себе отчет о том деле и о тех операциях, с которыми ему приходится сталкиваться в своей повседневной работе.

Неуклонное повышение качества советских самолетов — вот задача, поставленная перед каждым работником, а это трудно выполнимо, если работник будет работать чисто механически, не отдавая себе отчета, для чего нужна эта деталь, какие требования к ней предъявляются и как ее правильно сделать.

Автор не претендует на полноту излагаемых сведений и, возможно, в них найдутся дефекты, устранить которые можно будет только с помощью читателей.

Сейчас автор работает над более сложным трудом в области ремонта цельнометаллического самолета, и все указания о дефектах этого труда и предложения будут особенно ценны.

Просьба к читателям направлять свои замечания по адресу: Москва, 79, Красноармейская 13, кв. 5.

Е. П. Копнин.

Знакомство с дуралюминием

1. Химический состав

Дуралюминий, употребляемый в самолетостроении, является продуктом отечественного производства. Он представляет одну из разновидностей алюминиевых сплавов и имеет, примерно, следующий химический состав (в процентах):

меди	— от 3,5 до 5	никеля	— не более 0,5
марганца	— от 0,4 до 0,85	железа	— „ „ 1
магния	— от 0,3 до 0,7	кремния	— „ „ 0,5, алюминий остальное.

Сплав совершенно не должен содержать цинка, олова и неметаллических примесей. Последние допускаются только в виде исключения, но не более 0,1%. Таким образом мы видим, что алюминий является основой сплава, а остальные металлы — присадками, увеличивающими сопротивление разрыву.

2. Механические свойства

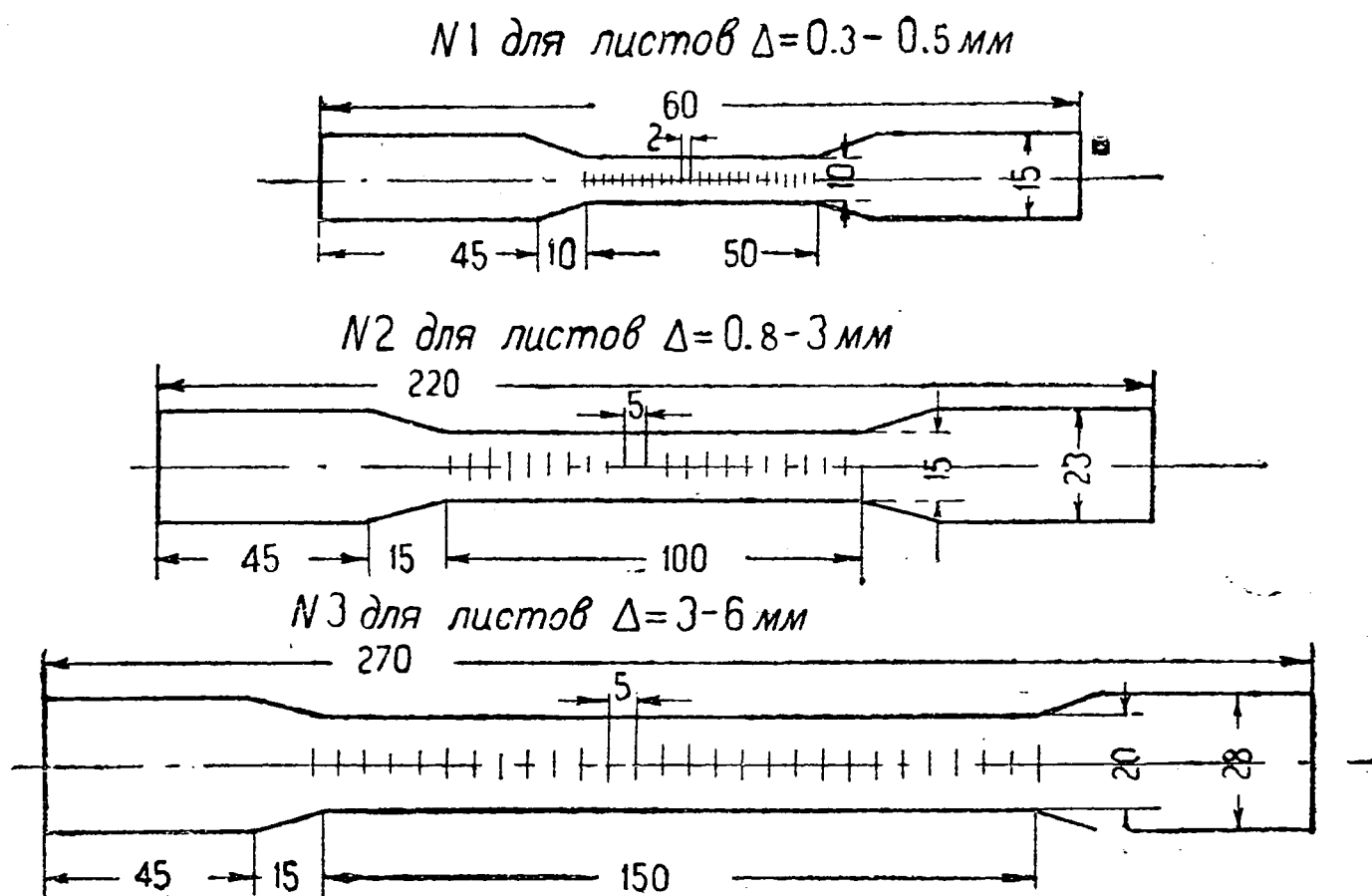
Дуралюминий обладает очень легким весом. Удельный вес его 2,75—2,8 (удельный вес алюминия — 2,7) и одновременно имеет большой коэффициент прочности. Листы нормально закаленные имеют временное сопротивление на разрыв от 34 до 38 кг/мм². Листы отожженные имеют 18—25 кг/мм². Механическая обработка дуралюминия очень легка. Наряду с этими достоинствами сплав имеет также и недостатки.

В первую очередь можно указать на его большую хрупкость. Листы, нормально закаленные, имеют удлинение от 13 до 15%, в то время как сталь такой же крепости — 38 кг/мм² — имеет удлинение 18—20%. Следствием такого малого удлинения является быстро наступающая усталость материала, часто ведущая к довольно серьезным неприятностям. Для того чтобы узнать степень удлинения материала той или иной толщины, из него вырезаются образцы по размерам, воспроизведенным на фиг. 1, и испытываются в механической

лаборатории на разрыв. Если образцы удовлетворяют нормам сопротивления разрыву в рамках допущенного процента удлинения, то листы, из которых вырезаны образцы, считаются годными в механическом отношении.

Дуралюминий очень легко подвергается химическому переорождению, так называемой коррозии. О сущности этого недостатка мы поговорим отдельно.

По внешнему виду листы дуралюминия разделяются на два сорта: на листы, не имеющие так называемых местных пороков, и листы, имеющие их.



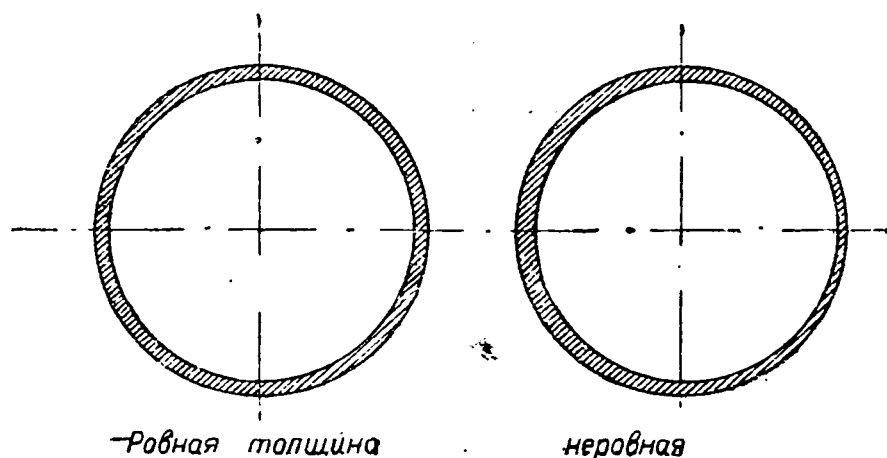
Фиг. 1.

Внешний вид листов первого сорта должен представлять собой следующее: листы не должны иметь белых или темных пятен с шероховатой поверхностью, свидетельствующих о сильной коррозии сплава под влиянием в первом случае — сырости, а во втором — перегрева в печи. Причем, если в первом случае белые пятна не имеют шероховатой поверхности и легко удаляются тряпкой, смоченной в керосине, то такой лист можно пускать в работу на ответственные места, равно как и во втором случае, если темные пятна листов также не имеют шероховатой поверхности, а имеется только темная окраска и цвет побежалости, то эти листы также считаться браком не могут. Листы первого сорта не должны иметь на себе царапин, следов шабровки, забоин, видимых с обратной

стороны, крупных пленок и пузырей, волнистости и впадин. Листы, совершенно свободные от перечисленных дефектов, могут быть использованы на ответственных деталях и на обшивке. Листы же, обладающие в большей или меньшей степени указанными пороками, могут употребляться в работу только в виде отдельных вырезок, минуя порочные места.

Кольчугалюминиевые трубы. Условия их приемки. Химический состав кольчугалюминия, идущего на изготовление труб, тот же, что и для листов. Внешний вид годных к производству труб должен быть следующим.

1. Трубы должны быть абсолютно прямыми. Если в них есть легкая изогнутость, которая исчезает от легкого нажима руки при укладке на ровной поверхности, то такие трубы в производство могут идти и браком считаться не должны.



Фиг. 2.

Браком считаться должно наличие на трубах таких же пятен с шероховатой поверхностью, как и на листах, свидетельствующих о сильной коррозии сплава трубы.

Трубы не должны иметь крупных плен, пузырей, механиче-

ских повреждений, как то: глубоких царапин, больших забоин и продольных царапин, часто проходящих на большом протяжении трубы и получающихся во время волочения последних благодаря грязи, попадающей в смазку волочильных станков.

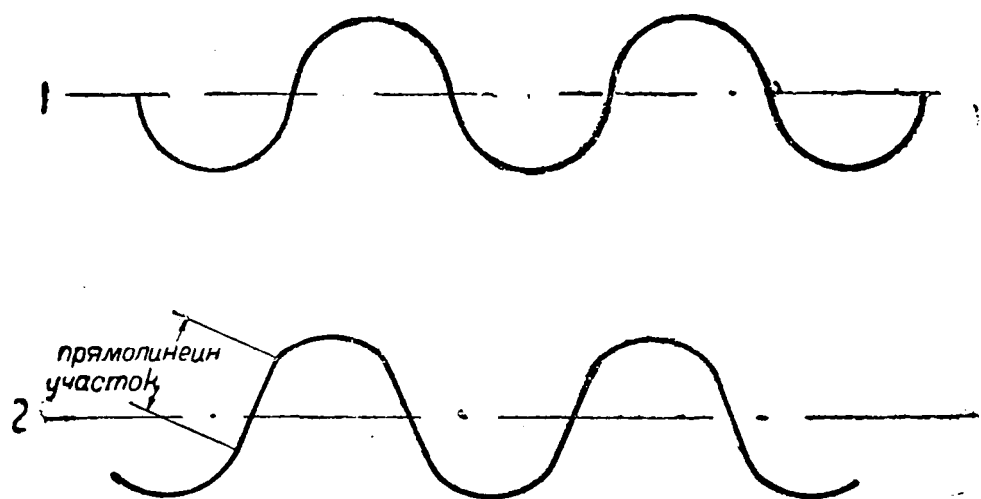
По механическим свойствам материал труб разделяется на два сорта: сорт А — с коэффициентом крепости не менее 38 кг/мм^2 , при удлинении не менее 10% , и сорт Б — с коэффициентом крепости не менее 36 кг/мм^2 , при удлинении не менее 10% . При пуске труб в работу наряду с прочими внешними признаками годности труб необходимо обращать внимание на равномерность толщины стенок на концевых сечениях трубы (фиг. 2). В случае явно выраженной овальности и неравномерности стенок труб необходимо известить через мастера технический контроль цеха и получить его заключение по поводу годности подобной трубы.

Готовый гофр разделяется на два вида: немецкий и русский. Немецкий гофр имеет в своем сечении синусоиду и

не имеет прямолинейных участков. Русский же гофр в своем поперечном сечении имеет прямолинейные участки (фиг. 3).

3. Основные понятия о коррозии дуралюминиевых сплавов

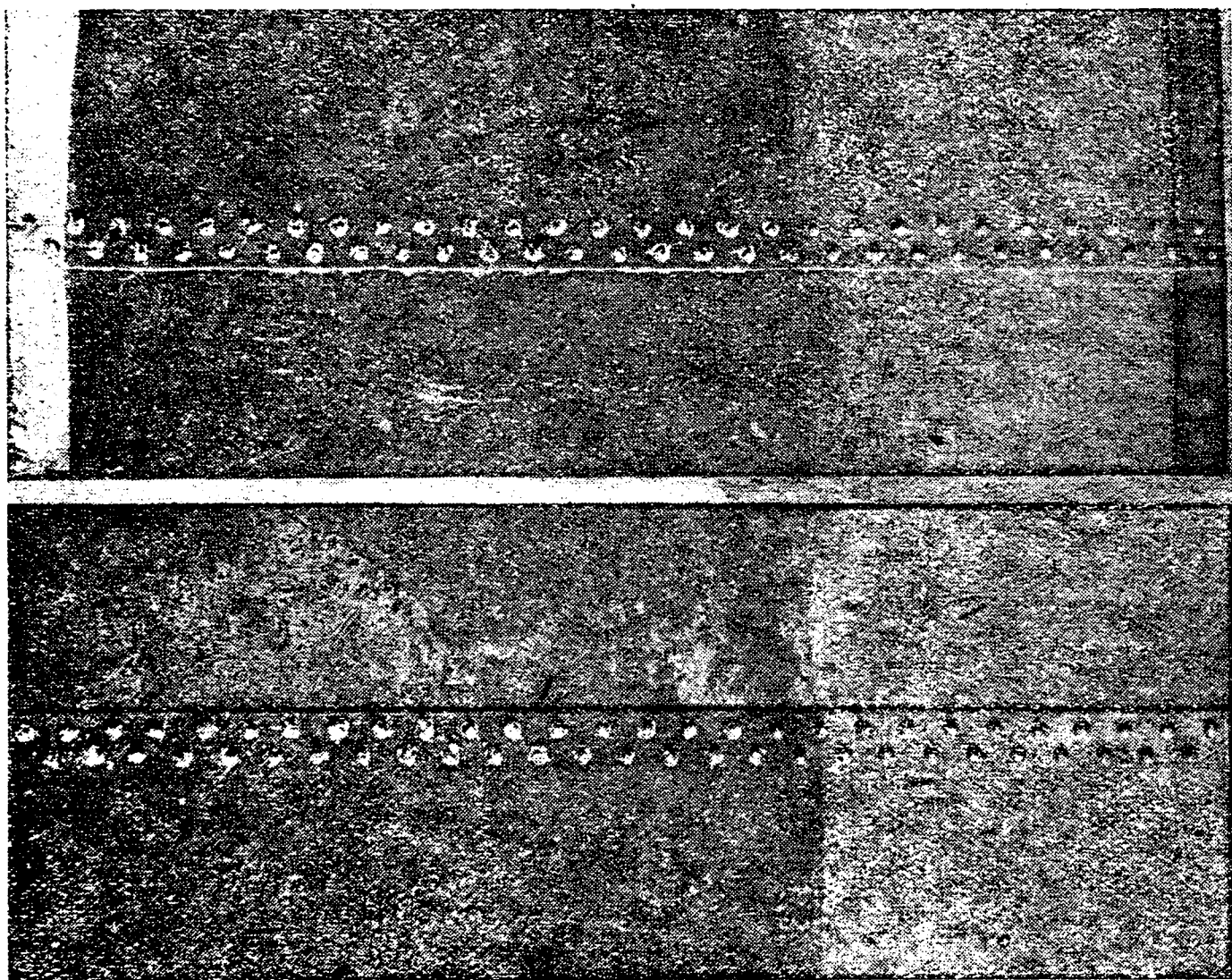
Дуралюминий подвергается очень быстрому разрушению. Если погрузить деталь в морскую воду летней температуры ($18—20^{\circ}\text{C}$), то уже после 6—8 час. действие ее становится заметным. После же 70—80 час. деталь оказывается разрушенной полностью. Результаты действия морской воды на дюраль различают трех видов: 1) поверхностная коррозия — вся поверхность покрывается более или менее неравномерным белым налетом, под которым происходит разрушение сплава (фиг. 4 и 5); такая коррозия появляется обыкновенно после обработки дуралюминия в селитровой ванне, когда остатки селитры смываются не с должной тщательностью; 2) точкообразная коррозия — на поверхности появляются отдельные, мелкие, белые точки с резко обозначающимися контурами; разрушение происходит вглубь этих точек, где материал обыкновенно бывает проеден насквозь, а между точками совершенно здоров; 3) самый опасный вид коррозии — межзернистый или, как его иначе называют, междукристаллитный. Такая коррозия на поверхности обыкновенным глазом почти незаметна.



Фиг. 3.

Благодаря этому отрицательному свойству дуралюминия срок службы самолетов, построенных из него, значительно сокращается. В особенности — служба морских самолетов. В северных морях, например в Балтийском, материал отлично сопротивляется коррозии, а в теплых морях, наоборот, условия для этого особенно неблагоприятны в силу повышенных концентраций солей, — и срок службы материала значительно сокращается. Поэтому предохранение от коррозии в теплых морях ввиду усиленной активности сплава является и более важным и трудным. Кроме морской воды

есть еще целый ряд условий, влияющих на активность коррозии. Выше мы указывали на коррозию сплава под влиянием обработки (нагрева) в печи, сырости и т. п. Здесь же укажем, что даже разметка листа дуралюминия химическим карандашом быстро рождает процесс коррозийности. Поэтому употребление такого карандаша в производстве должно быть в корне изъято. Чрезвычайно сильное влияние оказывает на процесс коррозии контакт (соединение) дюрала с

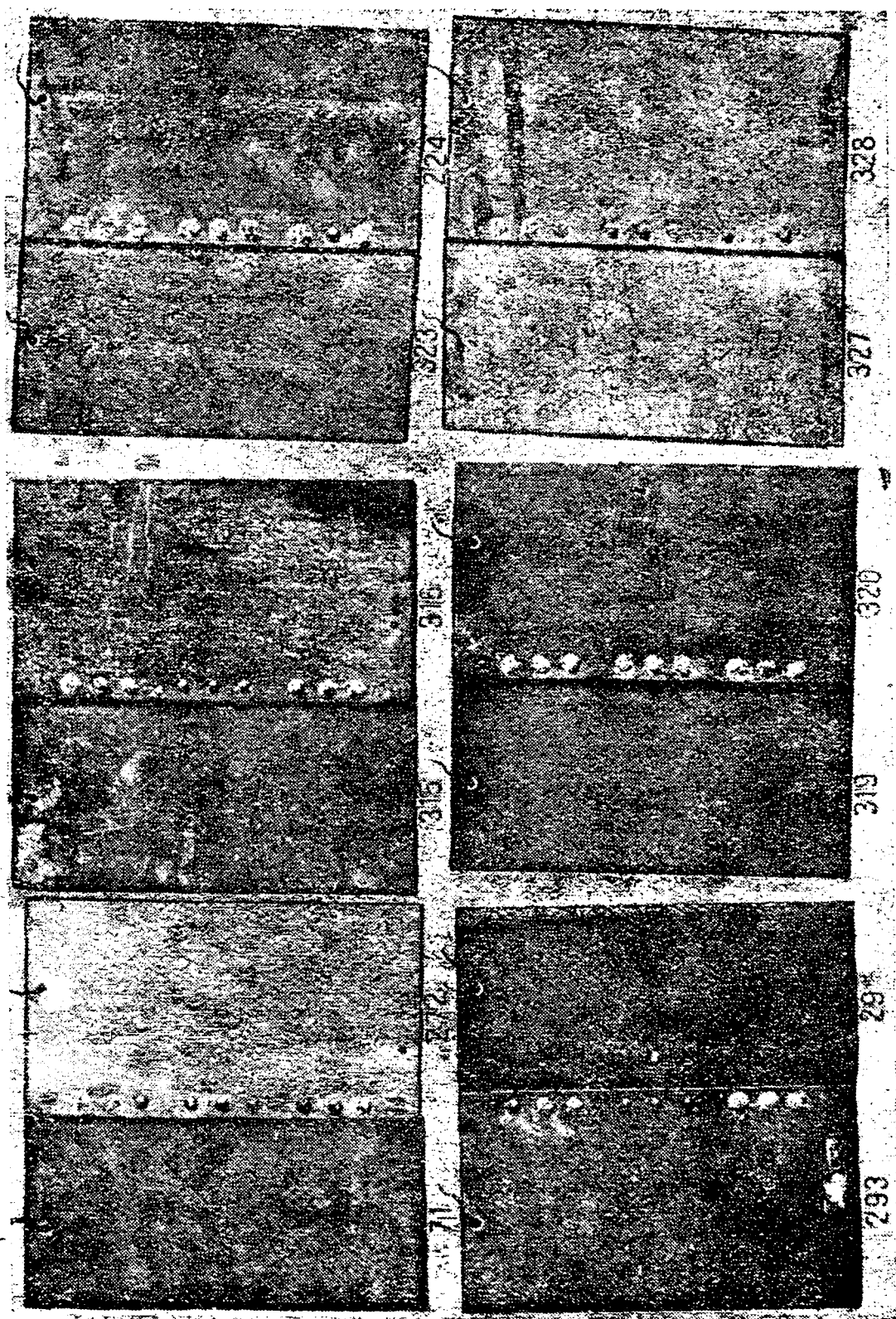


Фиг. 4.

другими металлами, например, медь чрезвычайно усиливает коррозию, а цинк, разрушаясь сам совершенно, предохраняет дуралюминий. Учитывая это важное обстоятельство, все морские машины желательно ниже ватерлинии (линии погружения) снабжать специальными цинковыми протекторами. Крепость обшивки самолета, подвергшейся коррозии, с 38 кг/мм^2 снижается до 9 кг/мм^2 . Но особенно снижается величина удлинения — до 3% . Термическая обработка листов и заклепок также имеет влияние на ход коррозии.

Металл также корродирует, как было уже указано, от подтеков селитры еще до установки его на самолет, почему

и необходимо тщательно промывать и чистить поверхность листов и профилей после обработки их в термической ванне. Защитой дюрала от коррозии во время его хранения является покрытие листов чистым вазелином или 5% раствором вазелина в бензине. Коррозия не возникает, пока вазе-



Фиг. 5.

лин не смывает. Как видно из приведенных фактов, коррозия является злейшим бичом дуралюминия и наносит колоссальный убыток народному хозяйству; поэтому долг каждого работающего с этим материалом всемерно бороться с явлением коррозии хотя бы путем соблюдения всех правил хранения и обработки его.

Защитные покровы. Устранение поверхностной коррозии производится путем зачистки наждачной шкуркой „00“ и шлифовки пемзой. После зачистки не должно оставаться язвин. Одной из мер предохранения дюралюминия от коррозии (правда, несовершенной) является покрытие предохранительным масляным лаком марки „Дюраль“. Это совершенно прозрачный лак, обычно золотистого оттенка, после покрытия и высыхания дающий полную возможность наблюдать все дефекты материала под ним (трещин, царапин и т. д.). Перед покрытием лаком „Дюраль“ детали должны быть насухо протерты бензином или бензолом для удаления масла и пыли. Во время покрытия лаком необходимо следить за тем, чтобы, примерно, на 1 м^2 поверхности шло не свыше 30 г лака. Таким образом у нас будет „укрывистость“, и лак ляжет ровным прозрачным слоем и совершенно не будет подтекать. При правильном покрытии, через 6—8 час. после этого, при температуре помещения $18—20^\circ \text{C}$, лак должен затягиваться, причем образовавшаяся пленка должна давать только легкий отлив. Через 12 час. осевшая пыль должна легко сдуваться, и через 24 часа лак должен окончательно высохнуть и дать блестящую гладкую пленку без трещин и пузырей. Привес детали на 1 м^2 будет не более 12,5 г. На дуралюминиевых конструкциях не должно быть даже 1 см непокрытого предохранительным лаком, но это должно производиться отнюдь не самим клепальщиком, а только маляром, — и тогда цель этого покрытия будет достигнута.

Практическое значение в последнее время получила защита алюминиевых сплавов от коррозии способом плакирования их слоем алюминия высокой чистоты, который обладает большой химической стойкостью. Наложение алюминия производится путем прокатки в нагретом состоянии; при этом образуется нераздельное целое из двух внешних слоев плакировки и среднего внутреннего слоя дуралюминия или другого сплава. При испытаниях на сопротивляемость коррозии плакированные образцы показывают равномерное разъедание; средний же слой основного металла остается нетронутым.

В СССР плакированный дуралюминий выпущен под маркой „Альплат“. Нанесенный слой алюминия высокой чистоты имеет толщину от 0,012 мм для листов толщиной 0,3 мм, до 0,08 мм — для листов в 6 мм. По техническим условиям альплат должен показать механические качества, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Толщина листа в мм	Врем. сопро- тивл. в кг/мм ²	Удлинение в %
0,8—0,9	33	15
1,0—1,9	36	15
2,0—6,0	38	15

Смывка. Применяемая у нас смывка, под маркой „Дюраль“, служит для удаления старых масляных и эмалевых красок, а также и лаков с металлических самолетов и деталей. Перед смывкой металл должен быть выдержан в помещении в течение 4 — 5 час. при температуре не выше 20°C. Перед нанесением смывки на металл она должна быть нагрета до $t = 35^\circ\text{C}$. Обыкновенно это делается в ведре с горячей водой, куда опускается бидон со смывкой. Степень готовности смывки к употреблению определяется основательным взбалтыванием ее, после чего, если она достаточно разогрета, она представляет собой однородную, легко подвижную прозрачную жидкость желтого цвета. При понижении температуры смывка может потерять свою подвижность и прозрачность, превращаясь, наконец, в густую желтовато-серую массу. Чтобы этого не случилось, необходимо по мере остывания воды доливать снова горячей. Смывка, нанесенная круглой щетинной кистью в торец на поверхность металла, не должна растекаться по поверхности, а быстро застывать в кашицеобразную массу. Действие смывки, нанесенной вышеуказанным способом, должно наступать при старой многослойной краске — не позднее 30 мин. после ее нанесения, при свежей краске и лаках — через 15 мин. (под старой краской понимается слой краски, прослужившей не менее года, под свежей краской — 5 — 6 мес.). Через определенный промежуток времени после нанесения смывки на металл слой краски начнет растрескиваться, взбухать и отделяться от металла. Этот момент и считается началом действия смывки. Взбухшая краска должна легко удаляться мягкой тряпкой или щетинной кистью. Если местами краска не удаляется, то не надо ее скоблить, а необходимо эти места снова покрыть смывкой и выдержать под ней до полного отделения ее от металла. После окончательного удаления краски металл должен быть насухо протерт чистыми тряпками. Бидон должен быть все время закупорен. При работе со смывкой необходимо остерегаться попадания смыв-

ки на одежду и обувь, так как это портит их, остерегаться также попадания брызг в глаза. Действие смывки на организм вредно, кроме того, она огнеопасна. Поэтому смывать нужно в хорошо вентилируемых помещениях. При смывке только наружных поверхностей необходимо тщательно закрывать все отверстия, через которые смывка может попасть внутрь крыла. Если этого не делать, смывка растворит частично предохранительный лак в тех местах, где восстановление его затруднительно.

Обработка дуралюминия

I. Термическая обработка

Дуралюминий сам по себе очень крепкий и в холодном (необработанном) виде совершенно не поддается обработке, например, загибать радиус, выкатывать и выколачивать его нельзя. Также нельзя работать „сырыми“ заклепками, так как стержни при расклепке будут трескаться. Для избежания этого и для получения полнейшей возможности все-сторонне обрабатывать, его подвергают термической обработке в селитровой ванне.

Обработка заключается в следующем. В железную ванну, вмазанную в печь, кладут следующий состав: селитра калиевая — 1 ч. и натр — 1 ч., или же в пропорции 1:3 и 1:4. Под влиянием нагрева в печи этот состав расплавляется и превращается в жидкость. Температура жидкости узнается по специальному прибору, называемому пирометром, который помещается на стене рядом с печью (фиг. 6). В жидкость опускается приемник А. Температуру обыкновенно доводят до 490° — 520°C . Но практикой установлено, что наилучшие результаты получаются при $t = 510$ — 515°C . Материал, подвергаемый обработке, осторожно погружают в ванну, причем погружать нужно, если это листы — не плашмя, а ребром, и выдерживают в ней определенное количество времени в зависимости от толщины материала. Табл. 2 дает продолжительность пребывания дуралюминия в соляной ванне. По истечении требуемого времени материал вынимается и немедленно погружается в ванну с холодной водой, температура которой чуть выше комнатной. После этого материал становится мягким и готовым к обработке. Заклепки отжигаются в железных коробках с набитыми в крышке и дне ее отверстиями. Материал сохраняет свою способность к обработке в течение $2\frac{1}{2}$ —3 час., после чего его нужно снова отжечь (особенно выколачиваемые детали). Сейчас найден способ сохранять материал мягким после облагораживания в течение суток и более путем его замо-

раживания (консервирования), — но пока этот способ не получил практического применения.

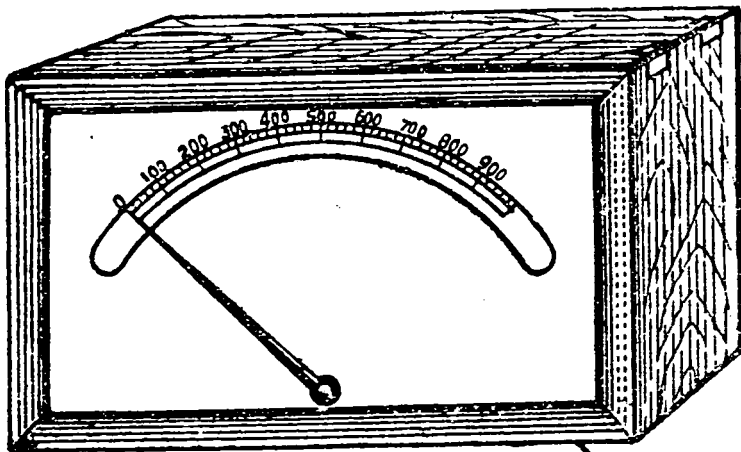
Таблица 2

Толщина материала в мм	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
Время пребывания в ванне в минутах	5	10	15	22	30	35	40	45	50	55	60

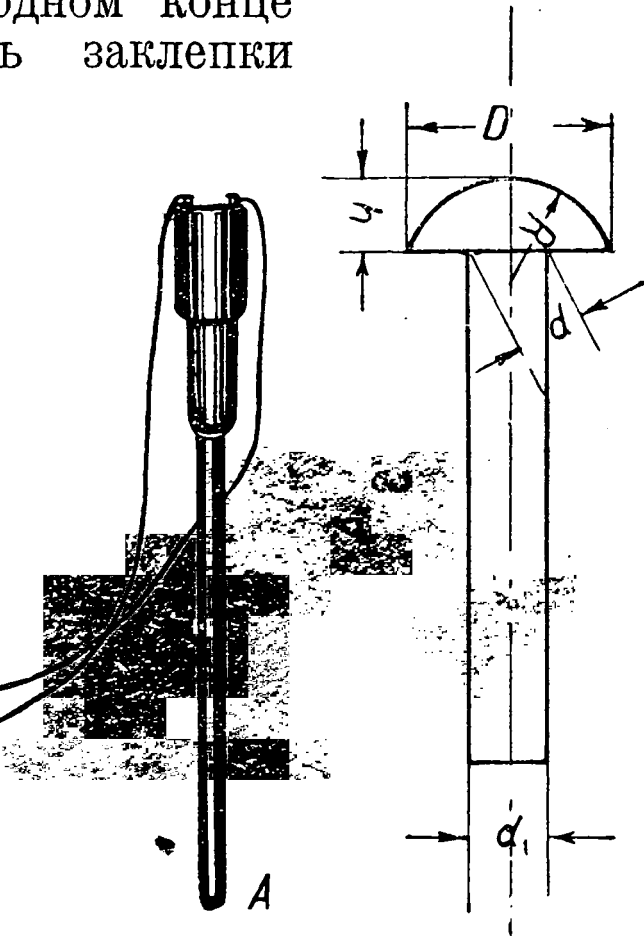
Продолжительность пребывания дуралюминия в соляной ванне при облагораживании

2. Холодная обработка

Понятие о клепке. Назначение клепки заключается в соединении отдельных листов, труб и деталей посредством заклепок. Заклепка представляет собой круглый стержень с полусферической головкой на одном конце (фиг. 7). Наружная поверхность заклепки



Фиг. 6.



Фиг. 7.

должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к дуралюминиевым листам и трубам. Головка заклепки не должна иметь заусенцев (в виде избытка металла), образовавшихся при штамповке, также не должно быть неровностей в месте перехода полусферической поверхности к основанию шляпки. Заклепки с перечисленными дефектами, а также с трещинами по краям шляпки в работу пускаться не должны, а их необходимо отсортировать и сдать обратно

в склад для отправки на поставяющий завод в целях переплавки.

Диаметр заклепки определяет радиус закругления головки, диаметр у основания и высоту головки. Соответственно этому наиболее ходовые заклепки, употребляемые в самолетостроении, имеют следующие размеры (исключая длину стержня как произвольную) (табл. 1).

Если d — диаметр стержня — имеет 2 мм, то D — диаметр головки у основания — должен иметь 4,25 мм, а высота головки $h = 1,2$ мм и радиус $R = 2,5$ мм. Конусность по длине стержня допускается на всех промежуточных диаметрах, примерно, в следующей пропорции: при 4 мм — 0,05, при 5 мм — 0,06 и т. д. (табл. 3).

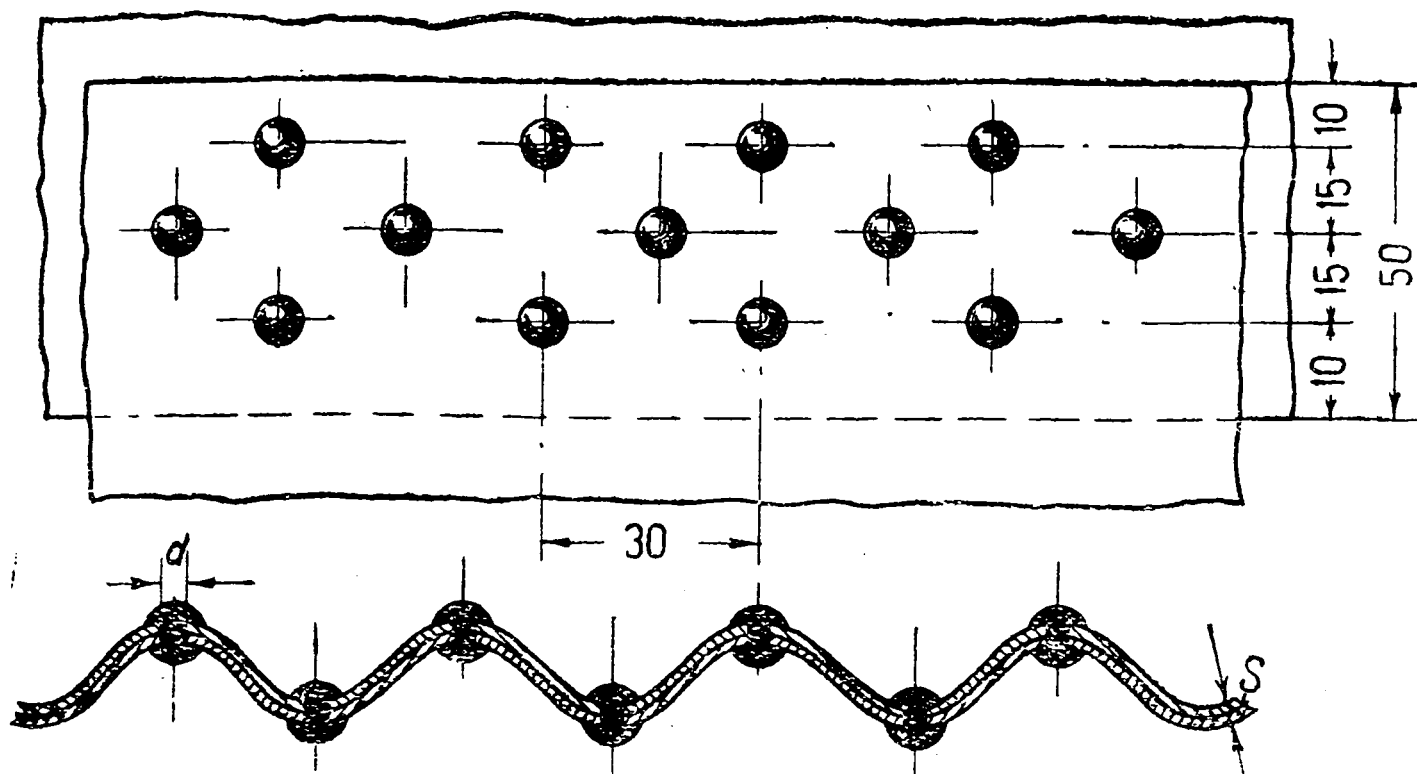
Таблица 3

$d \dots$	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8
$D \dots$	4,25	5,0	5,0	6,6	7,4	9	10,6	12,2	13,8
$h \dots$	1,2	1,5	1,85	2,18	2,5	3,15	3,8	4,45	5,1
$R \dots$	2,5	2,85	3,3	3,7	4,1	4,9	5,7	6,5	7,3

Для клепки применяются заклепки как дуралюминиевые, так и железные. Наиболее ходовые размеры дуралюминиевых заклепок — от 2 до 6 мм. Дуралюминиевые заклепки применяются при клепке дуралюминия с однородным же материалом, а соединение дуралюминия со сталью производится железными заклепками для избежания коррозии от разнородности материала.

Правила соединения листов и труб. При соединении заклепками листов гладких и гофрированных, а также труб, необходимо придерживаться следующего правила: для соединения листов гофра при обшивке фюзеляжа или крыльев встык (по волне) для обеспечения прочности соединения заклепки необходимо точно располагать в порядке и дистанции, указанным в рабочем чертеже.

На фиг. 8 дан пример стыка гофрированного листа при ширине волны в 30 мм. Заклепки нужно располагать в шахматном порядке, так как при постановке их в ряд одна за другой наличие дыр ослабляет поперечное сечение листа.

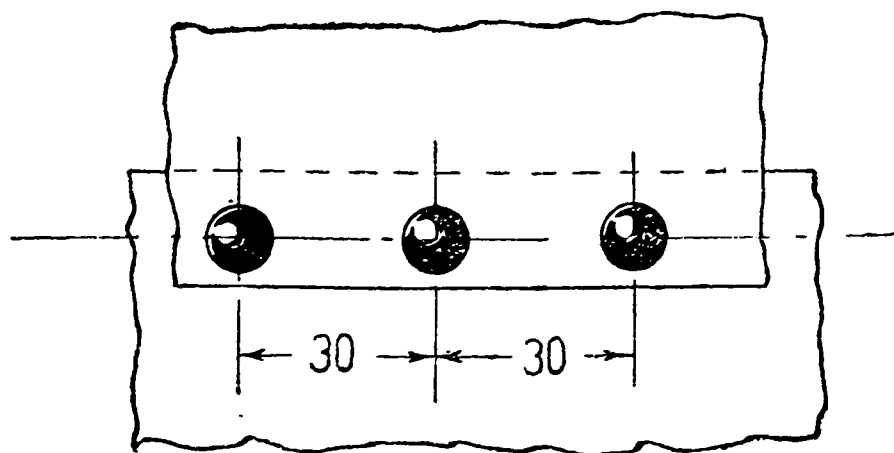


Фиг. 8.

Диаметр заклепок подбирается в зависимости от толщин соединяемых листов (табл. 4). Соединения листов вдоль гофра производятся в один ряд по низу волны с шагом в 30 мм между заклепками (фиг. 9).

Таблица 4

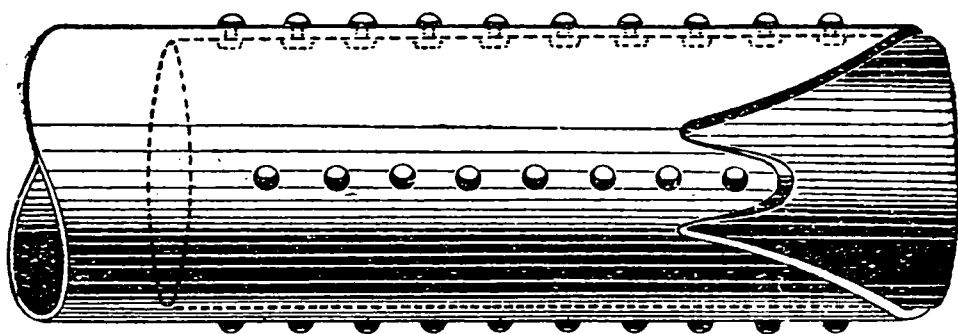
Толщ. соед. листов в мм	Заклепка в мм	Толщ. соед. листов в мм	Заклепка в мм
0,25+0,25	2	0,5+0,6	3
0,25+0,3	„	0,6+0,6	„
0,3+0,3	2,5	0,5+0,8	„
0,3+0,4	„	0,6+0,8	„
0,4+0,4	„	0,8+0,8	3,5
0,4+0,5	„	0,8+1,0	„
0,5+0,5	3	1,0+1,0	4



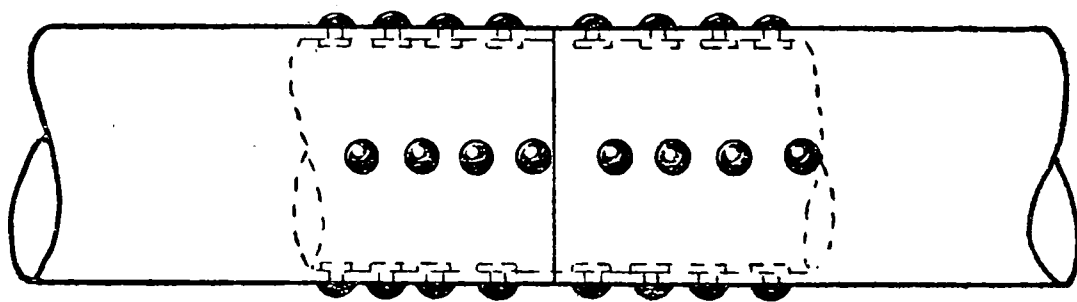
Фиг. 9.

Стык труб различного диаметра осуществляется следующим образом (фиг. 10). Один конец трубы большого диаметра размечается по шаблону и затем вырезывается ножовкой. После вырезки с краев сни-

мается напильником фаска (опиловка под угол). В полученный, таким образом, заделанный конец вставляется конец присоединяемой трубы с таким расчетом, чтобы после разметки шва, из расчета нужного числа заклепок на шов, после последней заклепки оставался бы конец трубы длиной, примерно, в 30 — 35 мм. Когда швы размечены, кернером намечаются центры дыр, и в концах швов после просверловки ставится по одной заклепке, причем после постановки первой, прихватывающей заклепки, трубу нужно выравнять, — и только после достижения абсолютной прямоты ставится другая заклепка на противоположном конце. Когда



Фиг. 10.



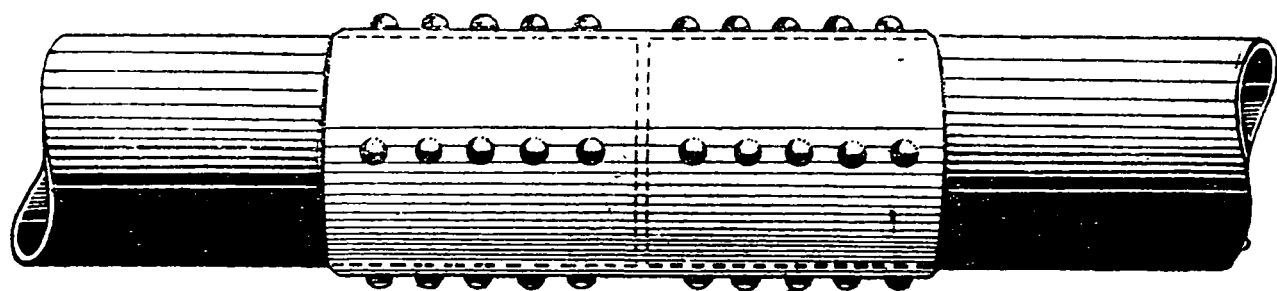
Фиг. 11.

трубы выравнены и схвачены, на всех четырех швах просверливаются все дыры, и стык проклепывается полностью.

Как на пример такого вида соединения, можно указать на лонжероны крыльев самолета „Юнкерс“, имеющих постепенное утоньшение к концу.

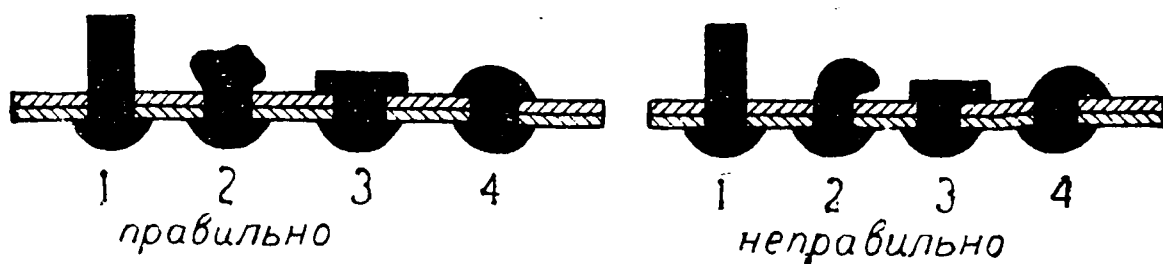
Перед вставкой конец трубы, идущей внутрь, необходимо покрывать предохранительным лаком, а после приклейки швов стыка покрывать лаком и заклепки. Трубы одинакового диаметра соединяются накладными муфтами такого же вида, как и конец заделанной трубы, только лепестки накладной муфты имеются с обоих концов этой муфты. Раскраивается муфта из гладкого листа, огибается по трубе и, после натяжки и устранения щелей, проклепывается. В условиях полевого ремонта допустим способ соединения труб одинакового диаметра внутренними и наружными муфтами цилиндрическими.

дрического вида, например, при ремонте лонжеронов центрального плана, стабилизатора и моторных рам, имеющих в своих фермах трубы. На фиг. 11 дано соединение одинаковых по диаметру труб внутренней муфтой. Здесь края соединяемых труб запиливаются под угольник встык, и подбирается труба для муфты, своим наружным диаметром равная внутреннему диаметру соединяемых труб. Отрезок такой трубы длиной, примерно, 150 — 200 мм вгоняется внутрь одной из соединяемых труб ровно до половины своей длины. Прихватывается на две-три заклепки, и на другой ее конец надевается вторая присоединяемая труба. Устанавливается встык к первой — и после этого муфта проклепывается. На фиг. 12 дан второй случай соединения — соединение наружной муфтой. Операции аналогичны, с той только разницей, что здесь муфта одевается с наружной стороны.

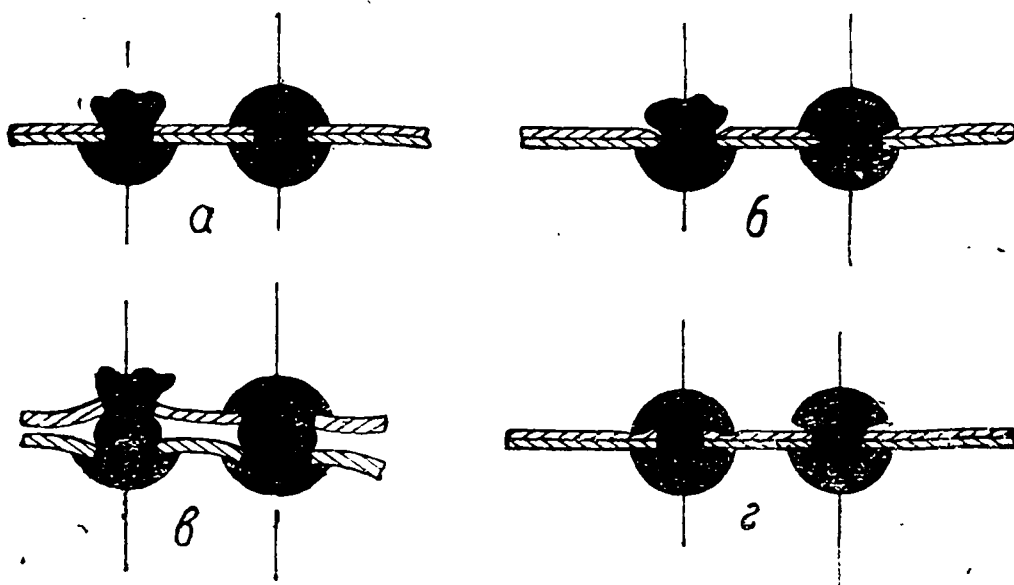


Фиг. 12.

Правильная и неправильная клепка. Процесс клепки листов — гладких и гофра, после разметки разделяется на пять последовательных операций. Первая операция — просверливается отверстие; вторая — вставляется заклепка; третья — склепываемое место стягивается натяжкой, надеваемой на стержень заклепки; четвертая — стержень заклепки осаживается (разбивается молотком) и пятая — делается замыкающая головка посредством обжимки. Если после натяжки заклепки стержень ее оказывается слишком длинным, то излишки откусываются кусачками. При осаживании (разбивке) стержня необходимо следить, чтобы стержень не свалился в бок, иначе получится брак. При правильно расклепанном стержне центр замыкающей головки должен находиться на одной оси с центром основной головки, если же этого нет, то стержень при осадке был свален в бок. На фиг. 13 показаны образцы правильной и неправильной клепки в последовательных ее стадиях. В левой части правильные приемы обеспечили в конечном итоге правильно замыкающую головку, в правой же части — сваленный при осадке стержень в результате привел к головке, находящейся значительно в стороне от своей оси.

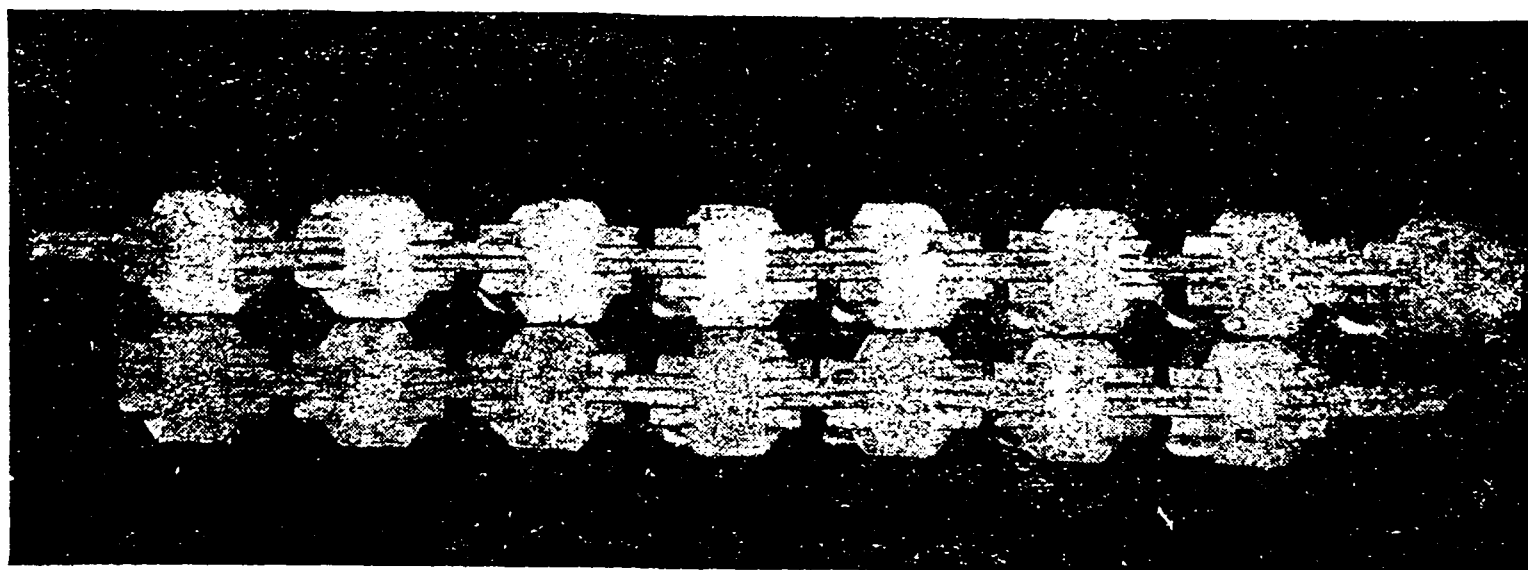


Фиг. 13.



Фиг. 14.

Следующая фиг. 14^Г показывает еще образцы неправильной клепки, где *а* — правильно натянутая, разбитая и обжатая заклепка; *б* — стержень заклепки чрезмерно натянут натяжкой, — в месте склепки получилась вмятина; *в* — стер-



Фиг. 15.

жень, наоборот, слабо или же совсем не натянут, и стержень расклепался между листами; *г* — заклепка правильно натягнута и разбита, но головка слабо обжата, по краям ее получился зазор.

На фиг. 15 показан в разрезе шов с заклепками, поставленными на шайбы, так называемый непроницаемый

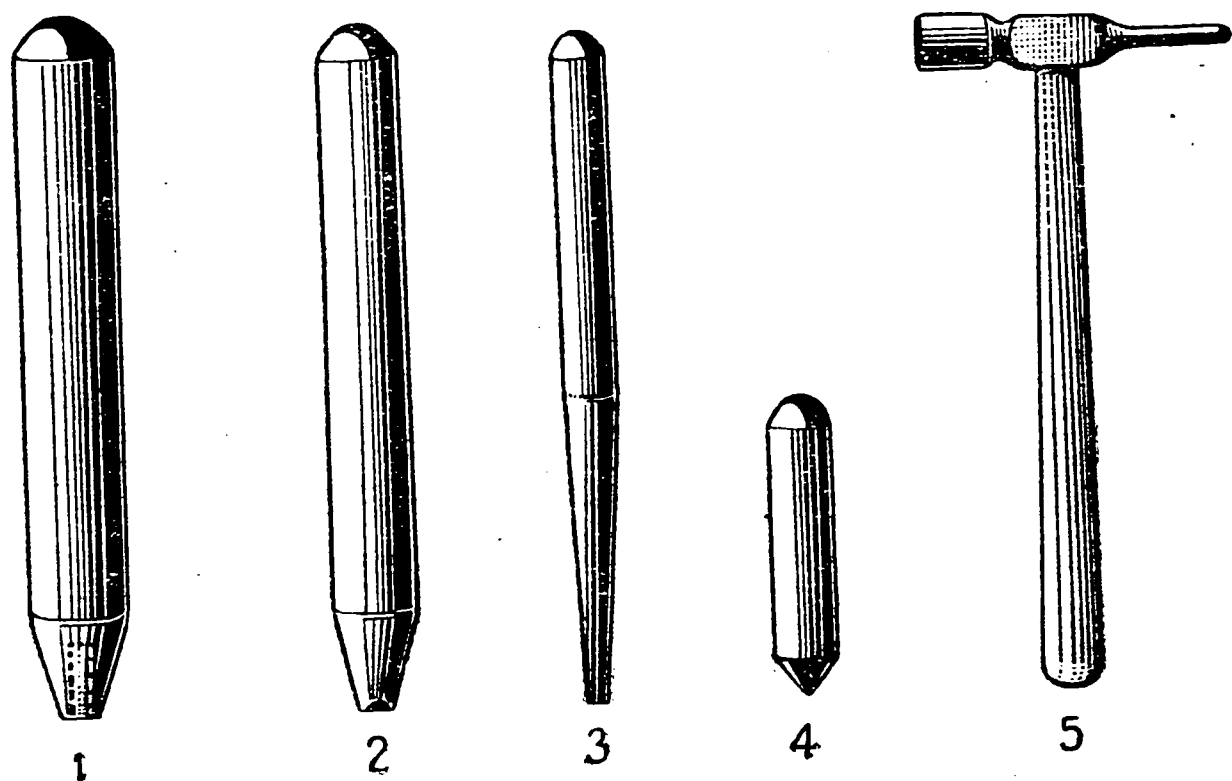
шов. Употребляется при клепке бензиновых баков. Разрез дает возможность видеть правильно и неправильно поставленные заклепки.

3. Инструмент, применяемый для клепки

Основной инструмент. Основной комплект инструмента для клепки, примерно, следующий (фиг. 16).

1. Комплект натяжек разного диаметра — от 2,2 мм и больше.

2. Комплект обжимок под заклепки с разным диаметром головок.



Фиг. 16.

3. Бородок.

4. Кернер для наметки центра на вершине головки при высверливании (без кернера высверливать заклепки вообще не рекомендуется во избежание боковой сверловки и порчи материала).

5. Молоток весом 250—300 г.

6. Дрель электрическая, или ручная с комплектом сверл.

7. Кусачки.

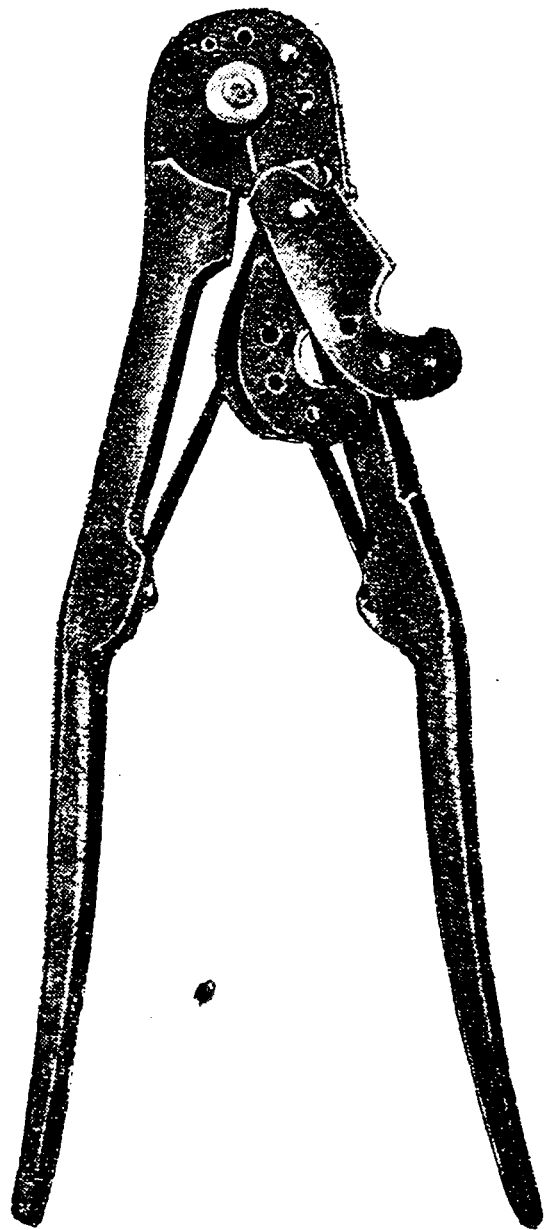
8. Ножницы полукруглые по металлу.

Натяжка служит для уплотнения склепываемых листов между собой в месте соединения заклепкой во избежание получения раздачи стержня между листами. Глубину канала натяжки нужно делать с таким расчетом, чтобы после ударов по ней молотком стержень немного раздавался и захватывал материал, но чтобы она свободно снималась после

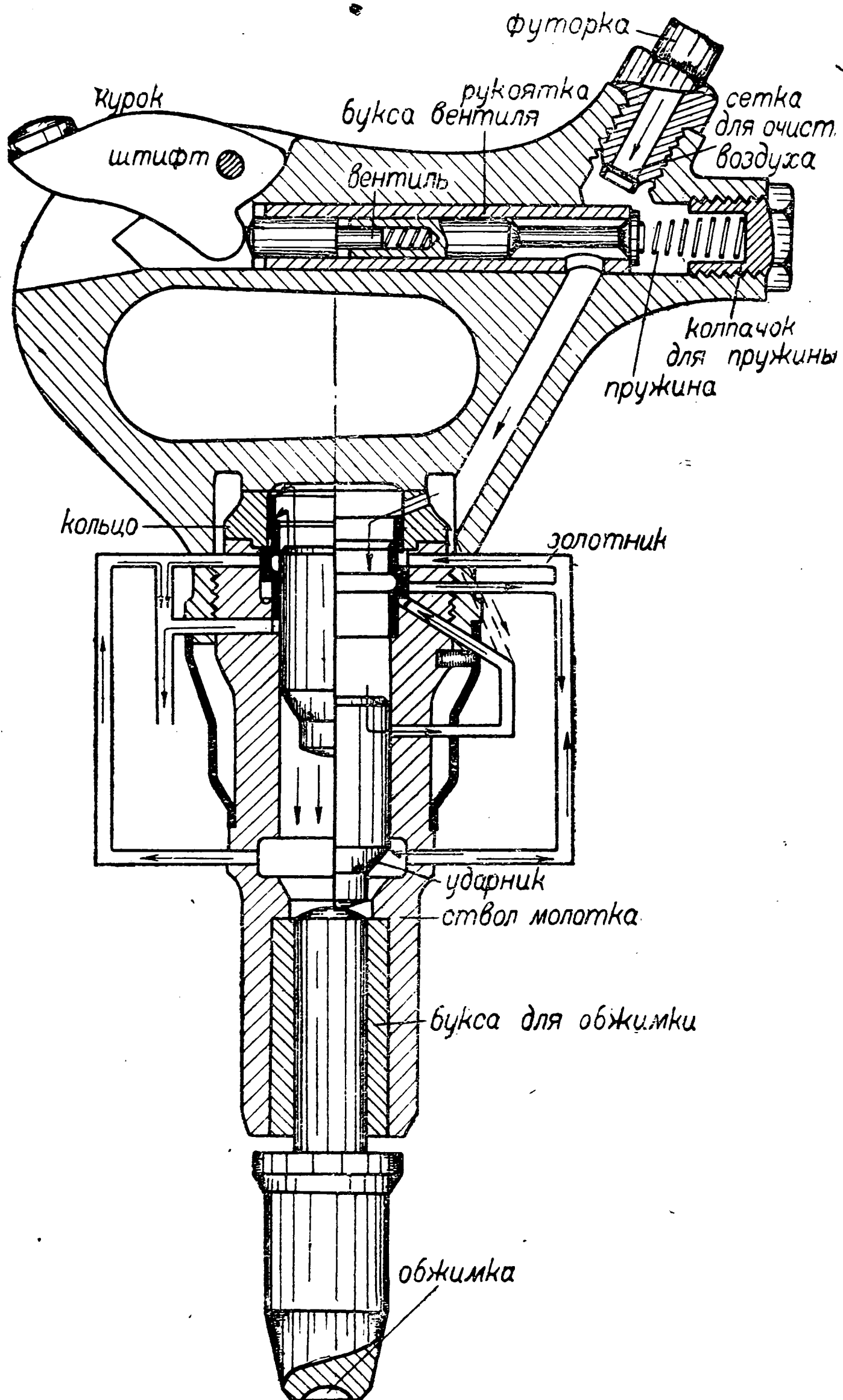
этого со стержня; внутренний диаметр ее должен быть, примерно, на 0,2 мм больше диаметра стержня заклепки. После натяжки стержень нужно немного укоротить кусачками, дабы не получить избытка материала, что привело бы к образованию заусенцев вокруг замыкающей головки. Обжимка должна быть немного мельче головки, чтобы после расклепки молотком можно было хорошо обжать по краям и плотно посадить края на материал без риска зарубить последний или оставить зазоры. Бородок служит для посадки стержня в тех местах, где не представляется возможным работать одним молотком, хотя для достижения ровной посадки стержня и получения красивой головки рекомендуется, в особенности малоопытным клепальщикам, пользоваться бородком при всех случаях клепки. Диаметр рабочей части бородка должен быть не более 5 мм.

Кусачки различают: 1) простые, 2) шарнирные малые, 3) универсальные с регулятором (фиг. 17), т. е. с набором пластинок с отверстиями на них, диаметром наиболее ходовых размеров заклепок, позволяющих откусывание заклепок на одинаковую длину. Шарнирные большие (рычажные) для откусывания заклепок большого диаметра, а также небольших болтов.

Пневмо-клепальный инструмент. В настоящее время в авиастроении получил широкое применение пневматический клепальный молоток, работающий сжатым воздухом. Принцип действия его заключается в следующем (фиг. 18). При нажатии пальцем на курок открывается вентиль, и сжатый воздух под давлением в 6—7 ат попадает внутрь молотка через каналы. В стволе молотка имеется ударник, который под давлением воздуха перемещается быстро вперед и ударяет по обжимке. Часть воздуха, поступившая в ствол, выходит через боковой канал 4 и 5 и поднимает золотник, который закрывает доступ воздуха в молоток. При подъеме золотника воздух, поступивший из канала 5, поступает

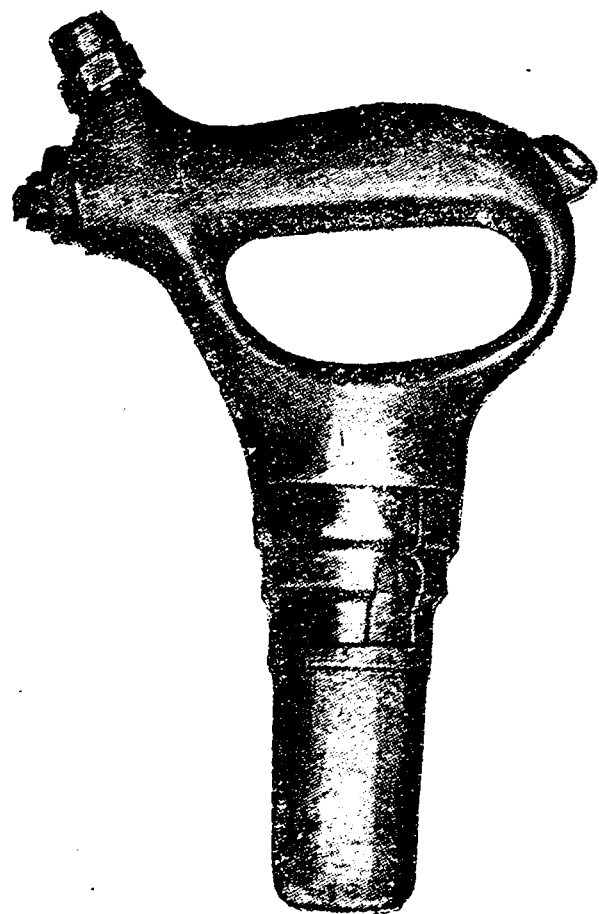


Фиг. 17.

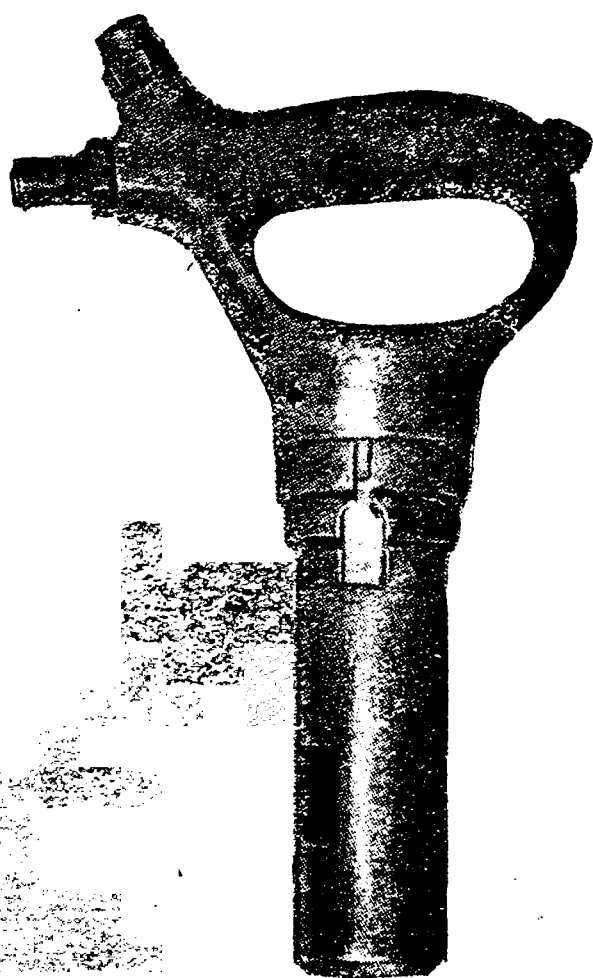


Фиг. 18.

в каналы и поднимает ударник. Ударник при своем подъеме вытесняет остаток воздуха из ствола через канал и опускает золотник. При этом врывается новая порция воздуха, ударник перемещается вперед и снова ударяет по обжимке, и т. д. Воздух, находящийся под ударником (в нижней части молотка), вытесняется последним через каналы, которые открываются при спуске золотника. На фиг. 19 и 20 представлены молотки фирмы „Ипег“, типа МА-2 и МА-4. Кроме того, имеются типы —2, МА-1, МА-3. Все типы одной и той



Фиг. 19.



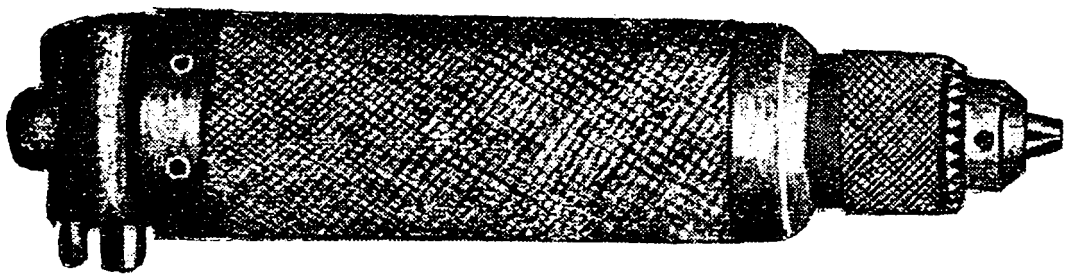
Фиг. 20.

же конструкции и отличаются только весом для клепки заклепок различных диаметров. Так например, для заклепок от 2 до 3 мм употребляется молоток 2, от 2 до 4 мм — МА-1, от 3 до 5 мм — МА-2 и т. д.

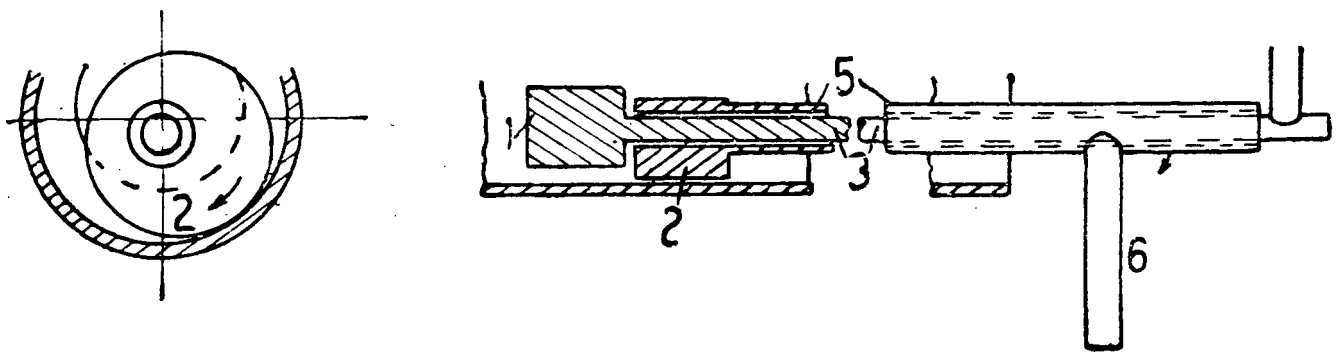
Пневматическая клепка является одним из наиболее усовершенствованных методов механизации этого вида производства. Пневмомолоток увеличивает производительность труда в 4—6 раз по отношению к ручным операциям и сильно снижает себестоимость продукции. Для того чтобы как можно дольше пользоваться этими положительными качествами молотка, необходимо помнить следующие правила: прежде чем приступить к работе, необходимо проверить исправность его и шланга, нет ли закупорок и течи.

Перед присоединением молотка к шлангу необходимо продуть последний, так как иначе молоток может засориться песком, пылью, стружками и т. д. и выйти из строя. Сила удара зависит от давления воздуха, что регулируется нажимом пальца на курок. По окончании работы необходимо сейчас же запирать вентиль воздушной сети во избежание лишней утечки воздуха и вынимать из молотка обжимку, натяжку и пр. Наряду с пневмомолотком применяется пневмодрель, работающая также сжатым воздухом (фиг. 21).

Подсобный инструмент. При склепывании труб и приклепке к ним гофра применяется ряд подсобного инструмента,



Фиг. 21.

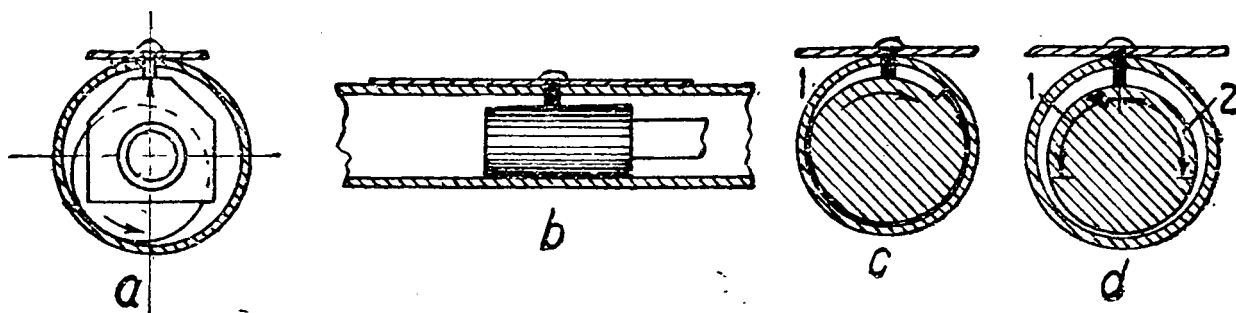


Фиг. 22.

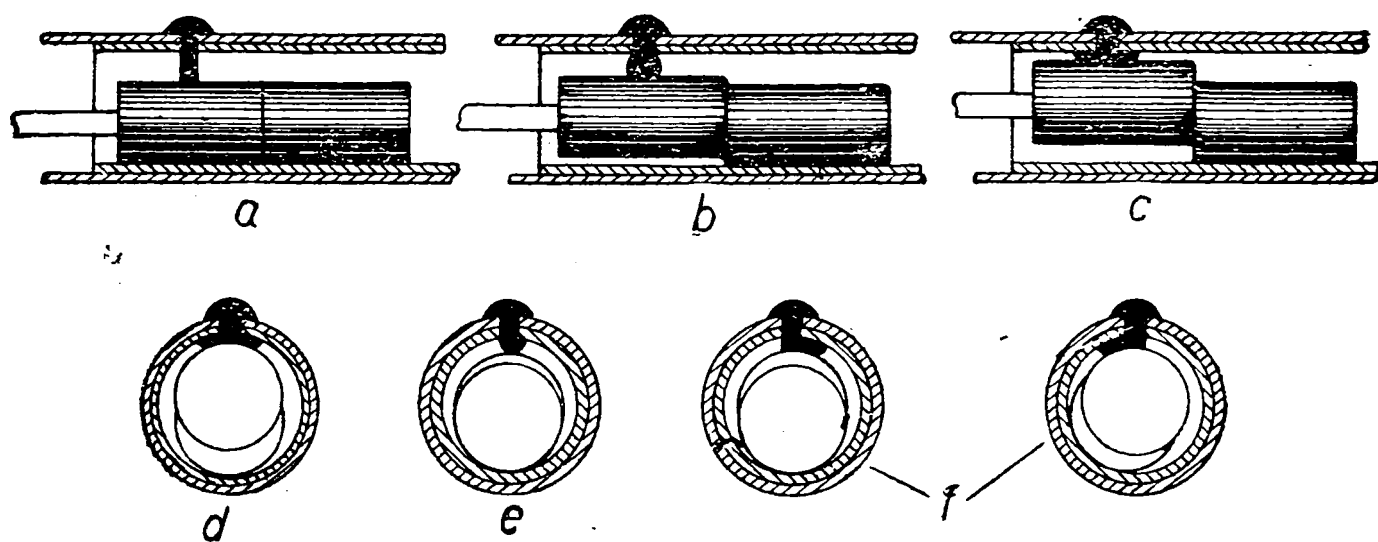
которым работает помощник, например, инструмент с эксцентриком, изображенный схематично на фиг. 22. Пользуются им следующим образом: под вставленную в трубу заклепку подводится цилиндр 1, называемый наковальней (см. схему). Во время клепки цилиндр 2 поворачивается в направлении стрелки посредством рычага 6 и полого вала 5 до тех пор, пока рычаги 4 и 6 займут взаимно перпендикулярное положение. При этом цилиндр 1, служащий наковальней, движется перпендикулярно к месту клепки (в направлении стрелки). Наибольший ход инструмента получается из эксцентриситетов обоих цилиндров. Эксцентриситет есть вращение цилиндра по оси, находящейся не в центре. Подобный же инструмент изображен на фиг. 23 (a, b, c, d). На фиг. 23, a цилиндр, служащий наковальней, плоско срезан. На фиг. 23, b показано образование головки

заклепки при помощи конуса, вдвигаемого в трубу и работающего как клин.

На фиг. 24 показаны последовательные стадии клелки труб с эксцентриком. Фиг. *a* — эксцентрик лежит вместе с неподвижной частью под вставленной заклепкой. Фиг. *b* —



Фиг. 23.

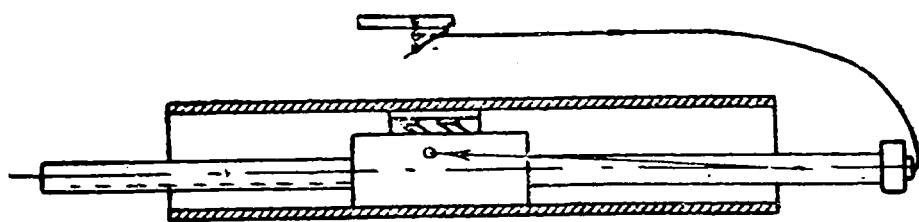


Фиг. 24.

от медленного (плавного) подъема наковальни заклепка наполовину готова. Фиг. *c* и *d* — правильно сделанная замыкающая головка. Фиг. *e* — от резкого (рывком) подъема наковальни стержень заклепки согнулся. Фиг. *f* — неправильно сделанная заклепка.

Инструмент с боденовским тросом (фиг. 25). Инструмент с боденовским тросом при работе не требует помощника.

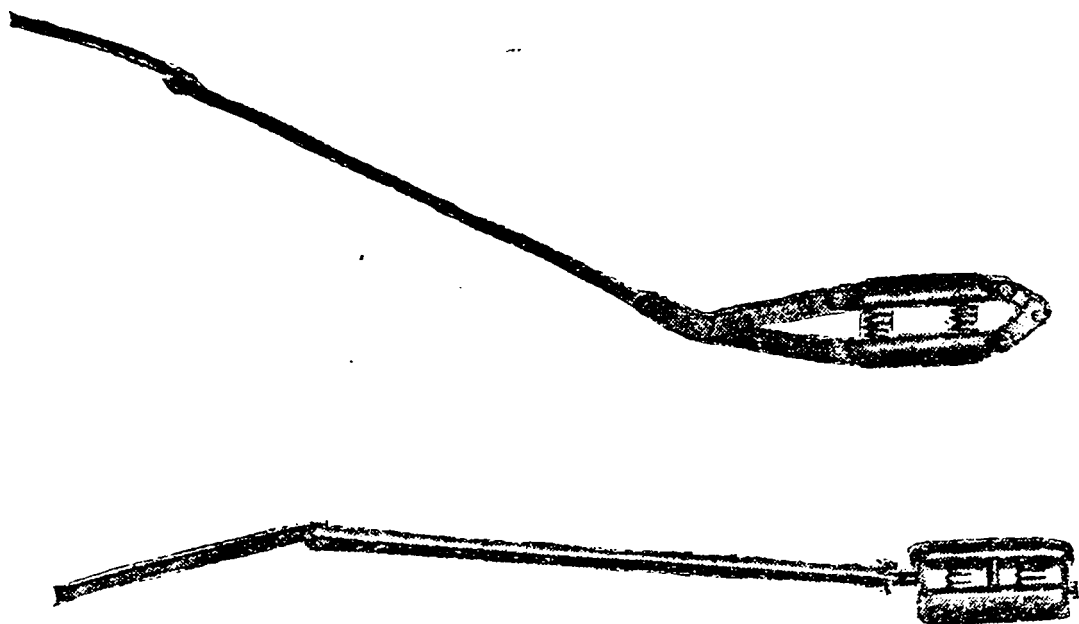
Монтирован на трубе так, что цилиндр скользит по ней. Клепальщик может передвигать цилиндр в любое место



Фиг. 25.

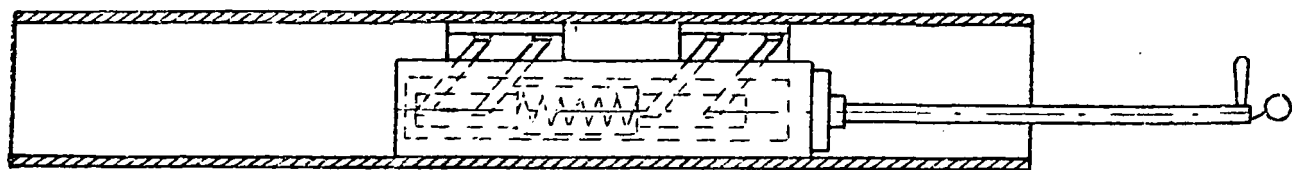
трубы, не сходя с места, посредством троса. Конец троса, находящийся вне трубы, служит, кроме того, для указания точного положения цилиндра в любой момент. Изменение

хода инструмента производится также с помощью боуденовского троса и ножного рычага. Этот инструмент имеет большое преимущество, так как клепальщик сам производит нужное перемещение цилиндра в соответствии с ходом работы. Однако цена инструмента очень дорога и превосходит цену инструмента с эксцентриком раз в десять. Приме-



Фиг. 26.

няется он в производстве для специальных целей, например, при клепке элеронов самолета. Достоинства клепки без помощника таковы: 1) удешевление процесса работы за счет отсутствия помощника; 2) экономия места за счет отсутствия подмостков для помощника; 3) замена штанги тросом, приводимым в действие от руки или с помощью ножного троса, сокращает место, необходимое для работы,



Фиг. 27.

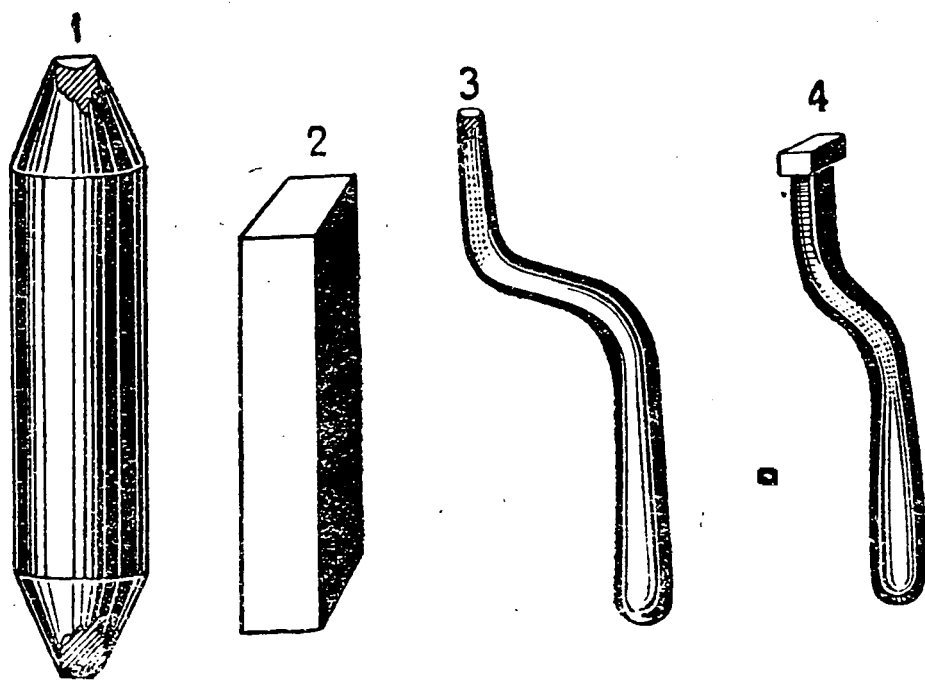
до минимума. На фиг. 26 изображены инструменты для клепки гнутых труб. Две овальные подушки соединены между собой двумя вертикальными пружинками и смонтированы на длинной, шарнирной (по принципу складного метра) ручке. Клепка происходит благодаря отдаче пружин от ударов молотком.

На фиг. 27 показан инструмент с двумя упорами и пружиной. Пружина, как видно из рисунка, расположена между обоими упорами и заключена в длинный цилиндр-наковальню

(l — до 500 мм). Ход инструмента — 15 см. Чтобы его еще увеличить (при клепке труб большого диаметра), подножки упоров можно менять на более высокие.

4. Стапеля. Требования к ним

Стапель служит для сборки в одно целое отдельных деталей самолета. Все детали должны устанавливаться в строгом порядке и зависимости одна от другой, и этим диктуется правильность расположения фиксаторов (закрепителей деталей) на самом стапеле. Принимая во внимание ту громадную нагрузку, которую несет на себе стапель,



Фиг. 28.

для клепки, в отличие от стапелей для сварки, или стапелей для сборки деревянных деталей, где нагрузки почти нет никакой и вся роль стапеля сводится к ограничительной, — стапель для клепки должен быть массивен. Стенки стапеля, если таковые имеются (например, для клепки центроплана) должны быть из толстого котельного железа, связанного угловым железом. Вес такого стапеля должен во много раз превосходить вес самой конструкции, для сборки которой он предназначен. Какая бы то ни было подвижность должна абсолютно отсутствовать. Это обыкновенно достигается установкой стапеля на фундамент, т. е. на болты, зацементированные в пол со строго установленным габаритом. Этим мы добиваемся вертикальной устойчивости. Но нам необходима также и поперечная устойчивость. Для этого мы все стапеля с наружных боков подпираем

так же зацементированными на болтах массивными подпорками из углового железа или железных труб большого диаметра. Подобный тип массивного стапеля для клепки называется постоянным. Потребность в таком абсолютном сохранении вертикальной и поперечной устойчивости можно иллюстрировать следующим примером. Обратите внимание на клепку хотя бы центроплана. Лонжероны его вставляются и закрепляются свободно. Свободно же подгоняют и приклепывают раскосы между ними, но когда мы такой готовый центроплан, отвернув перекидные гайки, будем вынимать из стапеля, то он у нас обязательно спружинит, т. е. его в буквальном смысле слова выбросит оттуда. Это оттого, что наш стапель вполне устойчив во всех отношениях и, несмотря на громадную нагрузку, выносимую им в процессе клепки, он все же сохранил свою жесткость. Это как раз и достигается его массивностью и весом. Проверяется стапель по чертежу, нивелиром и метром, и каждый раз при неверности отдельных фиксаторов их можно регулировать в нужную нам сторону, так как фиксаторы на стапеле всегда подвижны.

5. Примеры из ремонта самолета

Простейшие жестяничные операции. Каждый клепальщик должен знать процесс изготовления профилей и назначение их. При ремонте самолета часто требуется замена того или иного профиля или части его, а в условиях полевого ремонта жестящик не всегда может оказаться под рукой.

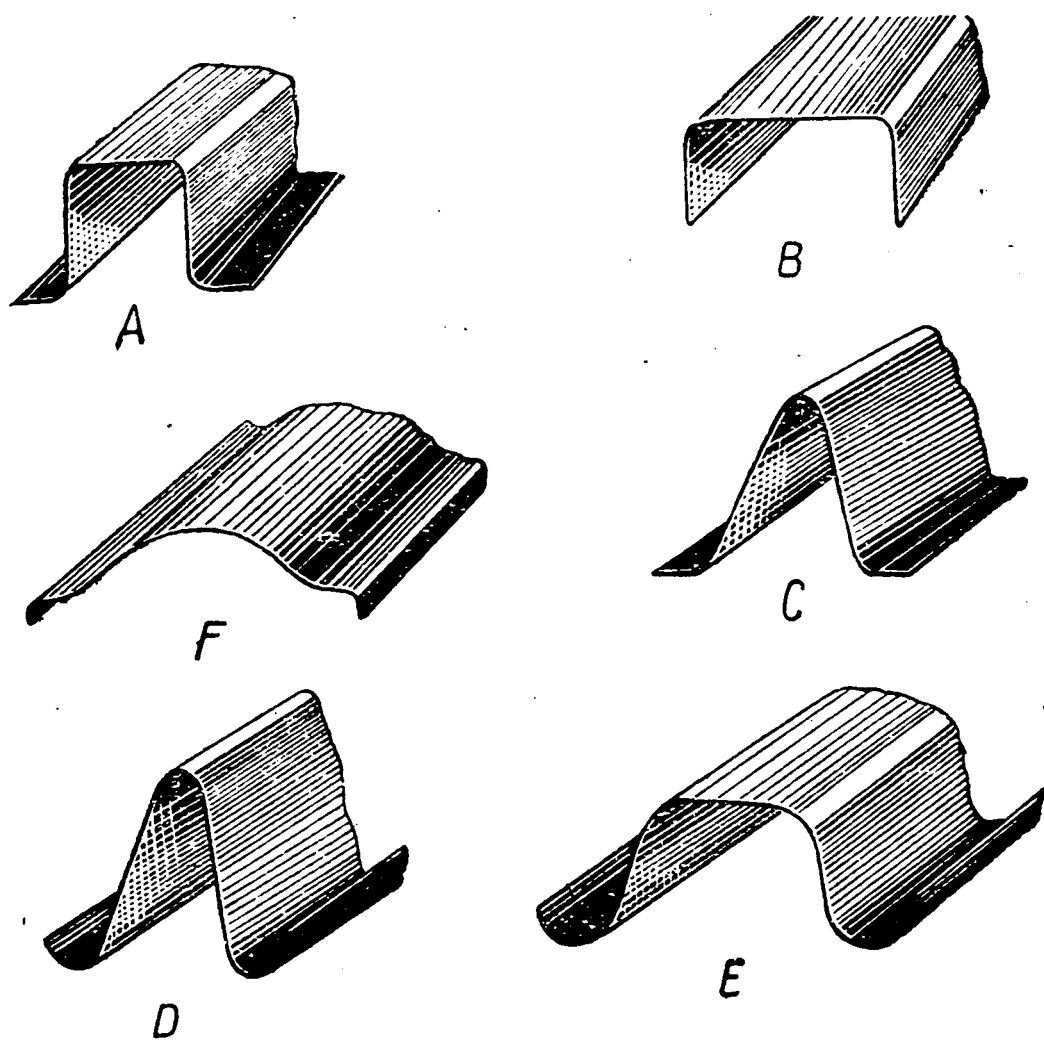
Авиационные профили служат для создания каркаса самолета, придания общей жесткости ему и разделяются на шесть типов (фиг. 29).

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Тип А—швеллер с отогн. краями | 4. Тип Д—буква Л нормальная |
| 2. „ В—швеллер нормальный | 5. „ Е—спинусоида |
| 3. „ С—буква Л с отогн. краями | 6. „ F—фасонный жолоб |

Например, тип А идет на соединение между собой лонжеронов центроплана (самолет Ю-13). Тип F — верхняя полка лонжеронов крыла (самолет АНТ-3) и т. д. Типы С и Д ставятся с внутренней стороны верхней полки лонжерона для придания ей жесткости, и т. д. На изготовление профилей должны идти ленты, или листы без всяких пороков ввиду большой и ответственной работы профилей. Листы с малейшими дефектами для изготовления их, безусловно,

не допускаются. Перед изготовлением профиля материал, предназначенный для него, размечается карандашом (простым, черным; обязательно избегая химического) и вырезается с таким припуском, который обеспечил бы вполне достаточный габарит профиля после его окончательной загибки или прокатки. При разметке необходимо учитывать сильную усадку материала после прокатки.

После того как материал размечен и вырезан, его отжигают, чтобы сообщить ему мягкость и вязкость, необхо-



Фиг. 29.

димую при прокатке или загибке во избежание трещин. При первом прокате ленты валки нужно поставить настолько свободно, чтобы при пропуске через них ленты на ней только бы обозначился легкий контур будущего профиля. При втором прокате валки поджимаются наполоборота туже, и профиль пропускается раза два. При третьем прокате — еще наполоборота и опять пропустить два раза и т. д. до тех пор, пока профиль не примет нужной формы, причем все время следить, чтобы профиль не „вилял“ в вальцах, — в противном случае он не получится прямой. По внешнему виду готовый профиль должен удовлетворять следующим условиям.

Он не должен быть изогнутым. Легкая изогнутость, исчезающая от слабого нажима руки при укладке на правильном столе, причиной брака не считается.

Профиль не должен быть закрученным. Если, раскрутив его и положив на правильный стол, мы получим повсеместное плотное прилегание краев к поверхности стола, то подобное закручивание также причиной брака считаться не должно. Для достижения правильного радиуса профиля, предназначенного к постановке на полукруглые места, например бока фюзеляжа, верх центроплана и т. п., рекомендуется сначала из узкой полосы железа или проволоки диаметром 3—4 мм выгнуть шаблон того места, на которое готовится профиль, и уже по готовому шаблону катать и выгибать профиль. После окончания прокатки, когда профиль плотно ложится на свое место, неровности клеток обрезаются ножницами и оставшиеся заусенцы опиливаются пилой; волнистость же кромок, неизбежная после каждой прокатки, устраняется деревянным молотком на плите.

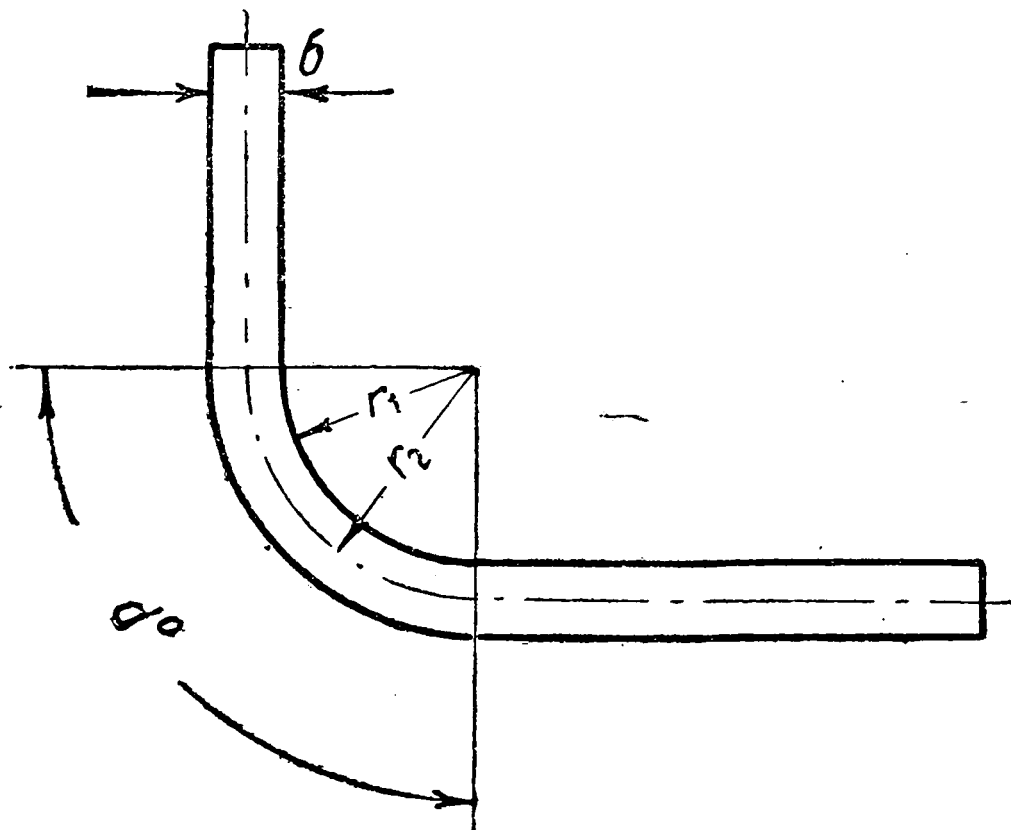
Радиус загиба профиля находится в строгой зависимости от толщины материала. Конструктор, учитывая это, обыкновенно указывает в чертеже необходимый радиус. Чем толще материал, тем больше будет радиус загиба его. И наоборот, чем тоньше материал, тем меньше будет радиус загиба его. Даже будучи согнутым под прямым углом, тонкий лист дуралюминия может остаться совершенно целым в месте сгиба, в особенности если он правильно отожжен. Другое дело, если мы сгибаем толстый материал. Плохо отожженный, при малейшем перегибе больше того, что позволяет его удлинение, он в местах сгиба дает сплошные по всей линии сгиба трещины, и с внутренней стороны появляются морщины. Для устранения таких неполадок конструктор, пользуясь специальной таблицей, рассчитывает длину развертки по средней линии в зависимости от радиуса и толщины материала (фиг. 30). Расчет ведется по формуле

$$L_{\text{ср}} = \frac{h \cdot r^2 d^0}{180},$$

где $L_{\text{ср}}$ — длина развертки по средней линии, r_1 — радиус внутренний, r_2 — радиус средний, d^0 — угол загиба. От клепальщика только требуется точное выполнение размеров, указанных чертежом, и тогда полноценность работы будет обеспечена.

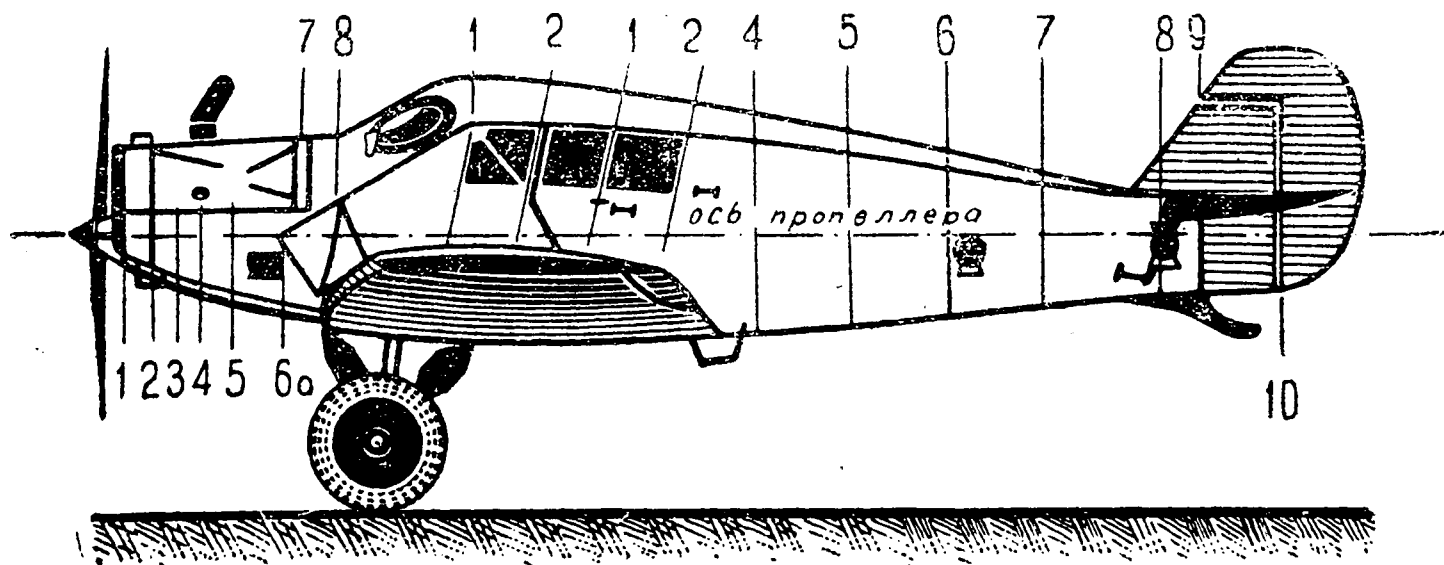
Примеры восстановительного ремонта. Приведем пример из восстановительного ремонта самолета (основная работа кото-

рого заключается в клепке). Возьмем самолет немецкой фирмы Юнкерс „Ю-13“. Это — пассажирский цельнометаллический самолет, поднимающий четырех пассажиров и два



Фиг. 30.

человека экипажа и отличающийся несложностью своей конструкции. Постараемся по возможности подробно проследить восстановительный ремонт таких основных деталей, как например, крыло, потому что мы здесь встретим почти



Фиг. 31.

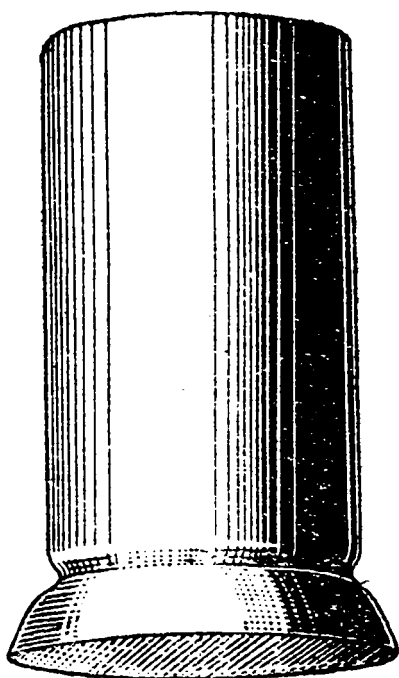
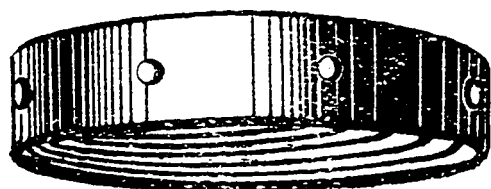
все операции клепальщика, попадающиеся при сборке всего самолета, как то: операции с трубами (стыковка и клепка), с нервюрами (установка и клепка), с обшивкой крыла (прокатка, подгонка, загибка и клепка) и т. д. На фиг. 31 изо-

бражен самолет „Ю-13“ с обозначением цифрами основных деталей конструкции. Вся конструкция делится на пять групп: 1) моторная рама, 2) фюзеляж, 3) вертикальное и горизонтальное оперение (органы управления самолетом), 4) крылья и 5) шасси. Фюзеляж в свою очередь делится на переднюю, среднюю и хвостовую части. На прилагаемом рисунке в последовательном порядке обозначены номера поперечных связующих ребер подмоторной рамы, так называемые шпангоуты — 1, 2, 3, 4, 5 и 6а. Номера 7 и 8 относятся к передней части фюзеляжа. Номера 1 и 2 — шпангоуты средней части фюзеляжа и номера 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 — задней части. Хвостовая часть несет на себе киль, стабилизатор, руль направления, руль высоты и костыль. Передняя и средняя часть несут на себе центроплан, к которому монтируются крылья, в свою очередь несущие на себе элероны или так называемый „гош“ — органы крена и сохранения поперечной устойчивости. Самолет опирается на шасси, которое в свою очередь разделяется на так называемую V-образную стойку, четыре амортизационные стойки, две полуоси, соединяемые в нижнем основании V-образной стойки шарнирной системой, и два колеса.

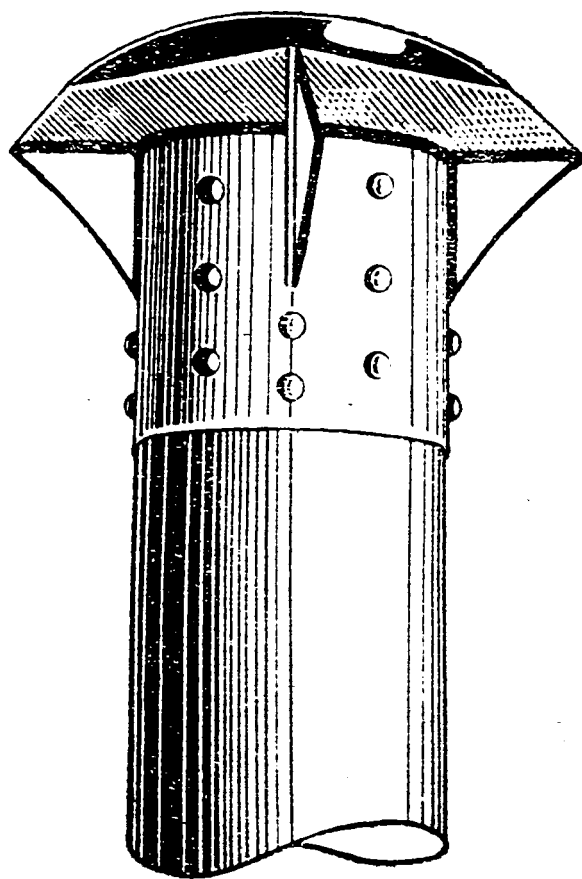
Проследим же изготовление крыла и обратим особенное внимание на то, какое значение имеет клепка в подобного рода конструкциях. Для достижения высоких качеств производства нужно только иметь хороший клепальный инструмент, хорошо отоженные заклепки и внимание в самой работе, так как нужно помнить, что от каждой операции в сборке самолета зависит человеческая жизнь.

Крыло. Изготовление лонжеронов. Лонжероны в крыле играют такую же роль, как и позвоночник в теле. Они являются основой крыла и на них монтируются все детали крыла, вплоть до обшивки. Лонжероны состояются из нескольких труб разного диаметра, уменьшающихся к концу крыла. Перед тем как пустить трубы в работу, необходимо тщательно осмотреть, нет ли на них характерных пятен, трещин, раковин, неровностей толщин стенок в диаметрально противоположных сечениях (фиг. 2) и т. п., и только при отсутствии каких-либо дефектов приступить к работе. На внутренний конец лонжерона (тот, что крепится к центроплану) идут трубы наибольшего диаметра из всего комплекта, полагающегося на крыло. Наружный диаметр второй, вставляемой в первую, трубы равняется внутреннему диаметру первой, а третья (последняя) равняется внутреннему диаметру второй. Таким образом лонжерон к своему концу утоньшается, что соответствует распределению нагрузки по

его длине. Стыкуемый конец первой трубы размечается по шаблону в виде лепестков цветка в количестве четырех лепестков. Затем они выпиливаются ножовкой и края заправляются напильником под угол. Конец вставляемой трубы покрывают предохранительным лаком и вставляют в заделанный конец с таким расчетом, чтобы по разметке шва после последней заклепки остался конец не менее 30—40 мм. Затем приступают к склепыванию лонжеронов (см. правила соединения труб). После каждой прихватки новой трубы к лонжерону необходимо проверять правильность линии на ровной доске, и в случае искривления



Фиг. 32.



Фиг. 33.

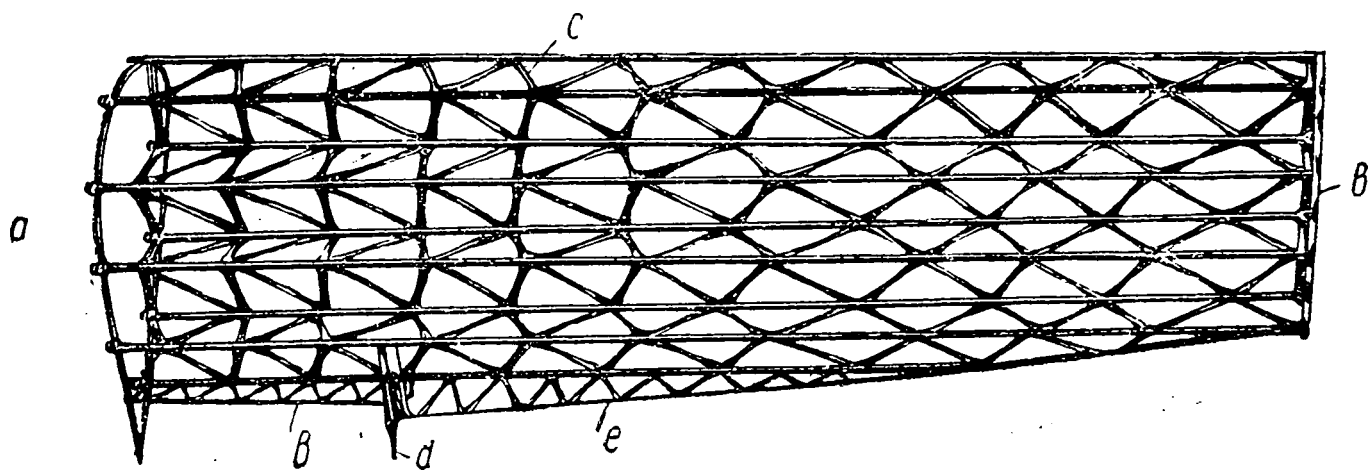
линии немедленно ее устранять во избежание поводки всего лонжерона. Когда все девять лонжеронов, полагающиеся на крыло, готовы, приступают к установке и прицепке концевых узлов и венчиков с перекидными гайками (фиг. 32). Концевые узлы изготовляются из стали и служат для крепления концевой обводной нервюры и концевых раскосов крыла, соединяющих собой лонжероны. Венчики с перекидными гайками точатся также из стали (Юнкерс делает их из дюралюминия) и служат для крепления крыла к центроплану посредством перекидных гаек. Узлы и венчики устанавливаются одновременно и приклепываются железными заклепками (фиг. 33). При установке и прицепке узлов необходимо

обращать внимание на то, чтобы на лонжероне при установке его в стапель в нужное для узла положение, заклепочный шов на стыках лонжеронов не получился непосредственно под обшивкой, т. е., чтобы он не был наверху. Когда все эти операции проделаны, лонжероны целиком покрываются предохранительным лаком и после просушки его можно приступать к сборке остова крыла.

Регулировка стапеля и установка лонжеронов. Стапель служит для установки в него готовых лонжеронов и общей сборки крыла. Он представляет собой две вертикальные, противостоящие на длину крыла, массивные стенки из котельного и углового железа с отверстиями в них для крепления лонжеронов. У стенки для внутренней стороны крыла, которую мы назовем № 1, отверстия имеют венчики, как и центроплан, на которые надеваются венчики лонжеронов и привертываются перекидными гайками. На противоположной стенке № 2 концы лонжеронов крепятся обыкновенными деревянными втулками, вставляемыми через отверстия. Между стенками стоят две вертикальные стойки с монтированными на них подвижными (вверх и вниз) кронштейнами с хомутами на концах для закрепления лонжеронов. Число кронштейнов на каждой стойке монтируется по числу лонжеронов и с регулируемой длиной по тому габариту крыла, какой будет в месте нахождения стойки. Стойки с кронштейнами служат для поддержки лонжеронов, чтобы не получалось провисания. Регулировка стапеля происходит следующим образом. В отверстие стенки № 1 вставляются бронзовые вкладыши с просверленными в центре отверстиями в 1—1,5 мм; подобные же вкладыши вставляются во все отверстия хомутов кронштейнов и стенки № 2. В кронштейнах вкладыши затягиваются до отказа. Через все центры протягиваются нитки и по отверстиям в стенках устанавливаются строго в центрах и натягиваются по возможности туго. Затем смотрят, как нитка проходит через центры в хомутах и по мере надобности опускают или поднимают лапы до тех пор, пока натянутая нитка не будет находиться строго в центре. Когда это достигнуто, лапы затягиваются до отказа, нитки вынимаются и установка проверяется „на свет“. Для этого смотрят через центр одного из вкладышей какой-либо стенки, а у однолинейного центра самой дальней стойки с противоположной стороны держат электрическую лампу, — у всех девяти центров по очереди. Если через все отверстия видна одна яркая, светящаяся точка, значит установка верна. Когда одна сторона проверена, лампа переносится на другой конец и установка про-

веряется через вторую стенку. Если и в этом случае результат такой же, значит стапель отрегулирован правильно.

После этого следует вторая операция в сборке крыла — установка лонжеронов. Лонжероны располагаются в стапеле согласно своим местам, обыкновенно определяемыми узлами 1, 2, 3, 4 и т. д., и привертываются со стороны крепления перекидными гайками, предварительно смазанными тавотом,



Фиг. 34.

и на всем протяжении завертываются в кронштейны. На концы лонжеронов надевается концевая нервюра, а лонжероны через отверстия в стенке надеваются на деревянные втулки. Таким образом лонжероны можно считать установленными и приступить к сборке остова крыла.

Сборка остова (фиг. 34). По концевым узлам подгоняют и приклепывают обводные профили „а“, связывающие между собой все лонжероны по узлам у основания крыла. На противоположном конце крыла лонжероны связываются между собой путем установки и приклейки концевой нервюры *б*. После этого приступают к подборке и пригонке расчалок (фиг. 35). Расчалки (фиг. 34, *с*) служат для соединения между собой лонжеронов.



Фиг. 35.

Остов сам по себе делится на четыре профиля, по признаку толщины труб, и длина расчалок подбирается соответственно профилю крыла.

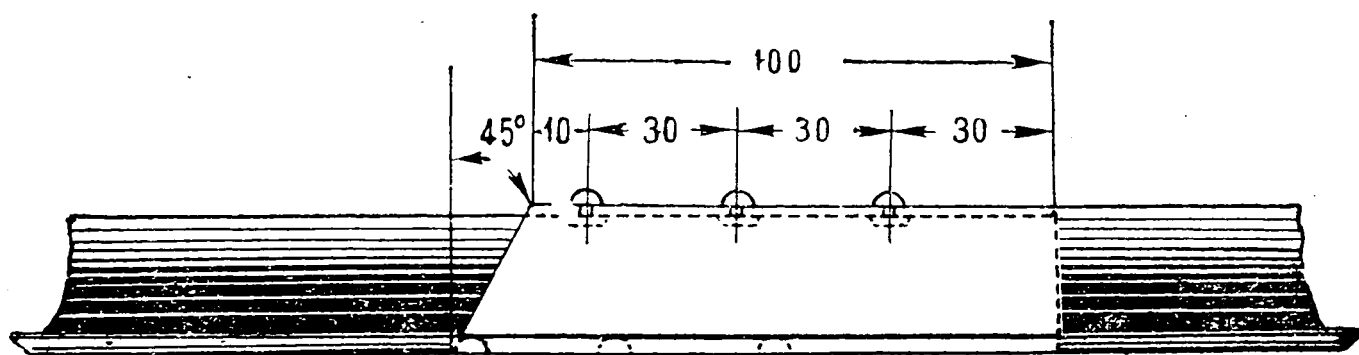
Подобранная расчалка подрезается по концам так, чтобы концы ее не выдавались над вершинами труб, так как иначе нельзя будет пригонять обшивку. Участки труб с большим диаметром связываются длинными и более толстыми расчалками, и чем ближе к концу, тем расчалки становятся тоньше

и короче (см. общий вид остова). Согласно же толщине труб и размерам расчалок ставятся и заклепки. После приклепки расчалки к лонжерону концы ее плотно подколачиваются к трубе деревянным молотком. На восьмой лонжерон устанавливается по месту и в положение, указанное в чертеже, кронштейн качалки элеронной тяги, который надевается на лонжерон до его сборки и после установки в правильное положение приклепывается железными заклепками. После этого на лонжероны в том месте, где приклепан кронштейн качалки, устанавливается и прихватывается рамка люка для подхода к качалке, и в случае правильной его установки, что проверяется работой качалки от руки, т. е. если отсутствует задевание ее о края рамки, ее приклепывают окончательно. Сбоку люка устанавливается нервюра схода d . После этого устанавливают нервюру крепления элерона l . Нервюра своими ушками устанавливается в кондуктор, монтированный к стапелю. После установки в правильное положение нервюра приклепывается расчалками к девятому лонжерону, частично задевая и восьмой. Девятый лонжерон (см. общий вид), как мы видим, не идет по всему протяжению крыла, а обрывается и врезается в нервюру, где и приклепывается отдельной лапкой. Сама нервюра одним своим концом приклепывается к нервюре схода, а другим — к концевой нервюре и, частично, к концу восьмого лонжерона. Позади девятого лонжерона между нервюрой схода и обводными профилями приклепывается расчалками усиливающий лонжерон f , который одним концом крепится к верхней части концевого угольника, замыкающего обводные профили, а другим — к верхней части нервюры схода. Назначение этого лонжерона — длиной не более 1,5 м и диаметром в 20 мм — служить для усиления в этом месте верхней обшивки. В расстоянии 100 мм от концевой нервюры на лонжероны 3 и 5 накладывается своими лапами железная дуга и приклепывается железными заклепками. Дуга эта служит предохранением крыла от поломки при посадке с боковым креном, а также ею пользуются для поддержки самолета при рулежке и для причала самолета к земле, во время стоянки последнего. После ряда мелких операций остов считается законченным и предъявляется техническому контролю для проверки правильности выполнения; в случае отсутствия дефектов целиком покрывается предохранительным лаком, и остов считается готовым к обшивке.

Обшивка крыла. Прежде чем приступить к заготовке листов гофра для обшивки, нужно тщательно осмотреть листы и пускать их в работу только в случае полнейшего

отсутствия на них дефектов, изложенных ниже в разделе „Условия приемки листов“. Подобранные для обшивки крыла листы гофра должны быть насухо протерты тряпкой и прокатаны в вальцах для получения необходимой, определяемой формой крыла, продольной кривизны. После этого подгоняют листы для верхней части крыла, которая обшивается раньше нижней. Для проверки правильности выкатки листа должен быть заранее приготовлен шаблон соответствующего радиуса. Сначала выкатываются на вальцовке соответствующего профиля и подгоняются передние листы и в процессе прокатки, помимо руководства шаблоном, необходимо примерить лист по предназначенному для него месту, следя за тем, чтобы гофры листа имели повсеместное, плотное прилегание по лонжеронам. Когда листы для передней (лобовой) части крыла готовы, прокатывают и подгоняют добавочные листы, которые путем приклейки приращиваются к передним листам и покрывают собой остальную часть крыла. Это необходимо потому, что максимальная стандартная длина листа равняется 2 м, а ширина крыла самолета у его основания и, в частности, у самолета описываемой нами конструкции гораздо больше. Отсюда и вытекает необходимость наращивания листа, но не на всем протяжении крыла, так как ближе к концу крыло становится уже и потребность в длинных листах отпадает. Соединяются листы следующим образом. На конце листа снимается так называемая „фаска“, т. е. концы гофра срезаются под угол в 45° и запиливаются личневым напильником для удаления заусенцев. Приращиваемый лист подпускается под этот конец на длину 100 мм от основания угла (края гофра) и прихватывается на заклепки. Первый ряд заклепок должен находиться на расстоянии 10 мм от края. Затем ставятся еще две заклепки вдоль волны, на расстоянии 30 мм одна от другой, и 30 мм должно получиться до края от последней заклепки (фиг. 36). Таким образом на стыке получится три шва, вполне обеспечивающих прочность его. Готовый лист пригоняется к лонжеронам и прихватывается по ним несколькими заклепками в разных местах. Затем подгоняется и прихватывается следующий лист и т. д. по всему крылу. Когда все листы верха крыла прихвачены, приступают к проклепке их по лонжеронам, кроме первого, который проклепывается в последнюю очередь — после постановки обтекателя. После проклепки следует пригонка на верхнюю обшивку усиливающих профилей. Название „усиливающий профиль“ нужно понимать буквально. Профиль служит для придачи еще большей жесткости обшивке,

в пространстве между лонжеронами, и обычно ставится профиль типа Д (буква Л — нормальная, фиг. 28). Профиль прокатывается в длину целого листа и соединяется путем сращивания концов. По изготовлении он прихватывается к внутренней стороне обшивки, поперек гофра, вдоль оси крыла и проклепывается. Когда верхняя обшивка и усиливающие профили окончательно проклепаны, они с внутренней стороны покрываются предохранительным лаком. Затем приступают к нижней обшивке. Считаю своевременным объяснить, почему в первую очередь необходимо ставить верхнюю обшивку: верхняя часть крыла имеет сильно выпуклую форму, а нижняя — почти плоскую за исключением кромки атаки (передний конец обшивки, приклепанный к первому лонжерону), где она немного загнута для приклейки к лон-

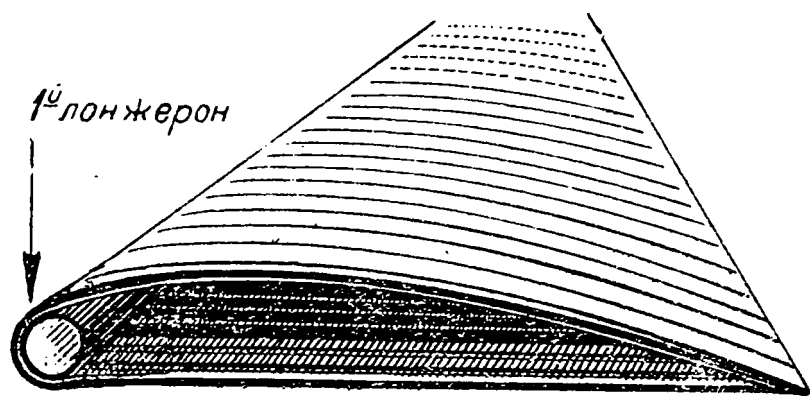


Фиг. 36.

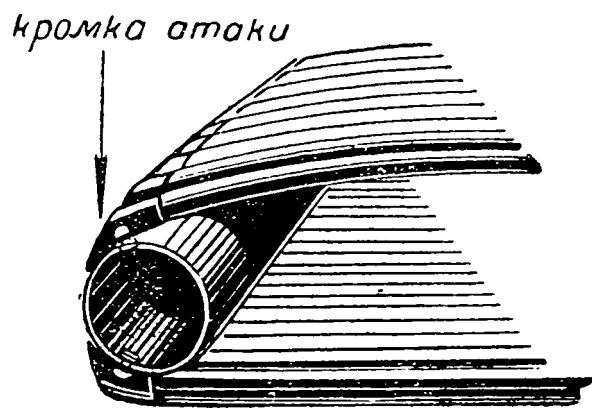
жерону. На фиг. 37 изображен профиль такого крыла, так называемый „толстый профиль“. Допустим, что сначала мы приклепали нижнюю обшивку и начинаем приклепывать верхнюю. Для того чтобы можно было в этом случае проклепать шов листа, помощнику клепальщика ввиду ширины листа пришлось бы немного отогнуть край, что в том случае, если лист загнут, безусловно не удастся. Большой сравнительно радиус загиба придает большую прочность листу в его поперечном сечении.

Когда крыло окончательно обшито, его осторожно вынимают из стапеля и кладут на заранее приготовленные козлы, обитые войлоком с волосом, причем два козла ставятся под края крыла, а третий — посередине, и здесь начинается окончательная отделка. Прежде всего доделка обшивки. Передние концы верхней и нижней обшивки, как указывалось выше, называются „кромкой атаки“. Для заделки этих кромок на них ставится алюминиевый обтекатель, для чего берется нитка во всю длину крыла и натирается мелом. Затем нитка привязывается к одному концу крыла, примерно, на таком расстоянии от края, чтобы образовался угол в 45° ,

и другой конец нитки натягивается помощником. Клепальщик оттягивает нитку посередине крыла и отпускает ее. От удара получается по всей линии крыла на гофре меловая линия, по которой ножовкой производят срез вкось. После среза концы зашлифовываются напильником для удаления заусенцев, следя при этом, чтобы не зашлифовать лонжерон.

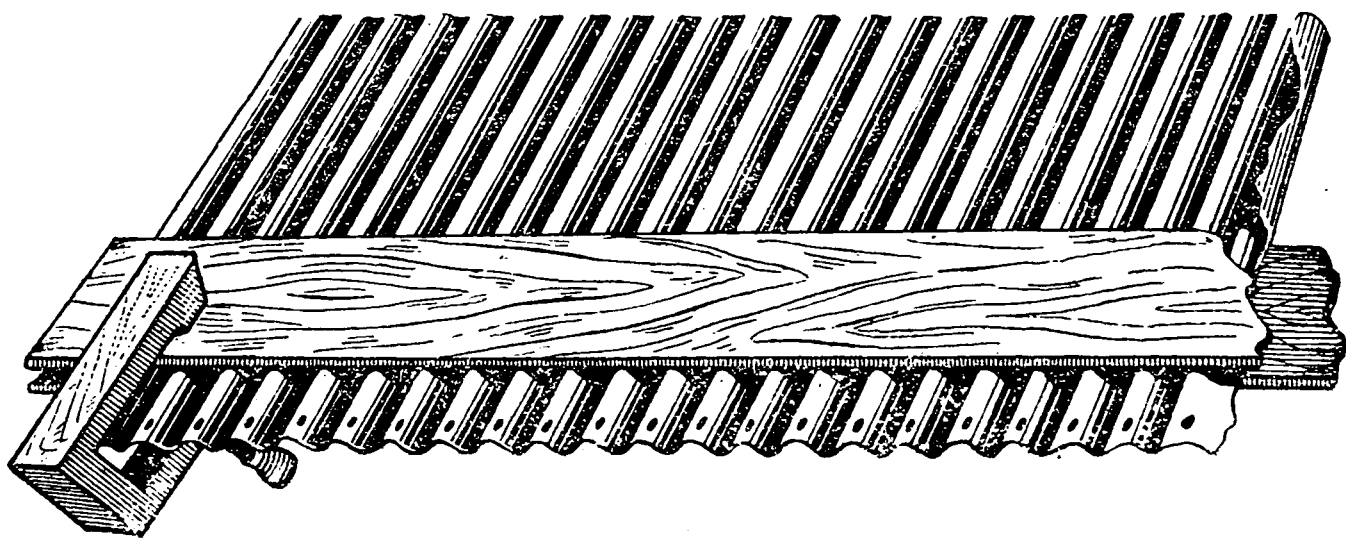


Фиг. 37.



Фиг. 38.

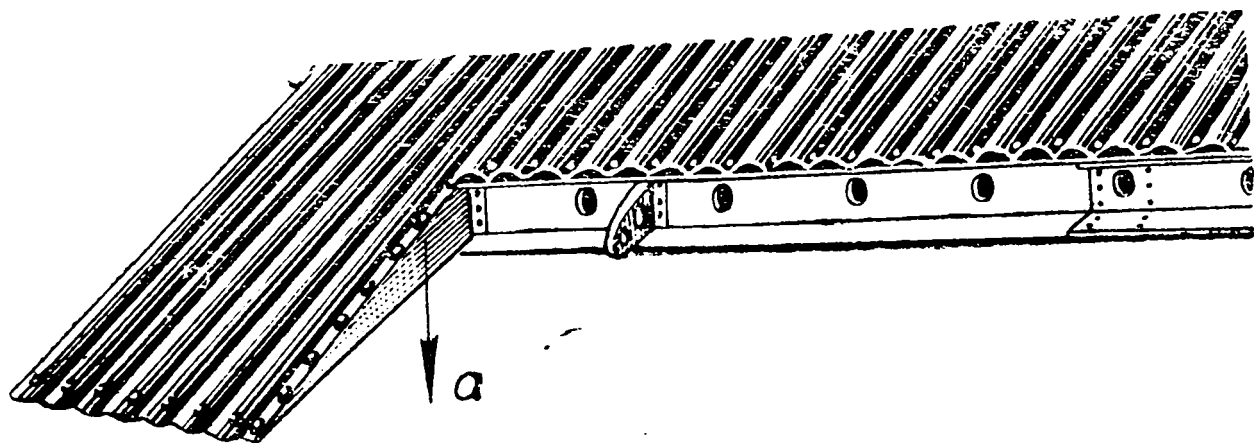
рон, для чего рекомендуется подкладывать под зашлифовываемое место листок фанеры или обрезок дюрала. Затем заготавливается обтекатель, для чего вырезывается полосами шириной в 100 мм алюминий и одной стороной подкладывается под гофры кромки. Другая сторона загибается на гофр и выколачивается по форме волны до степени абсолютной плотности прилегания. Когда одна волна готова, ее прикле-



Фиг. 39.

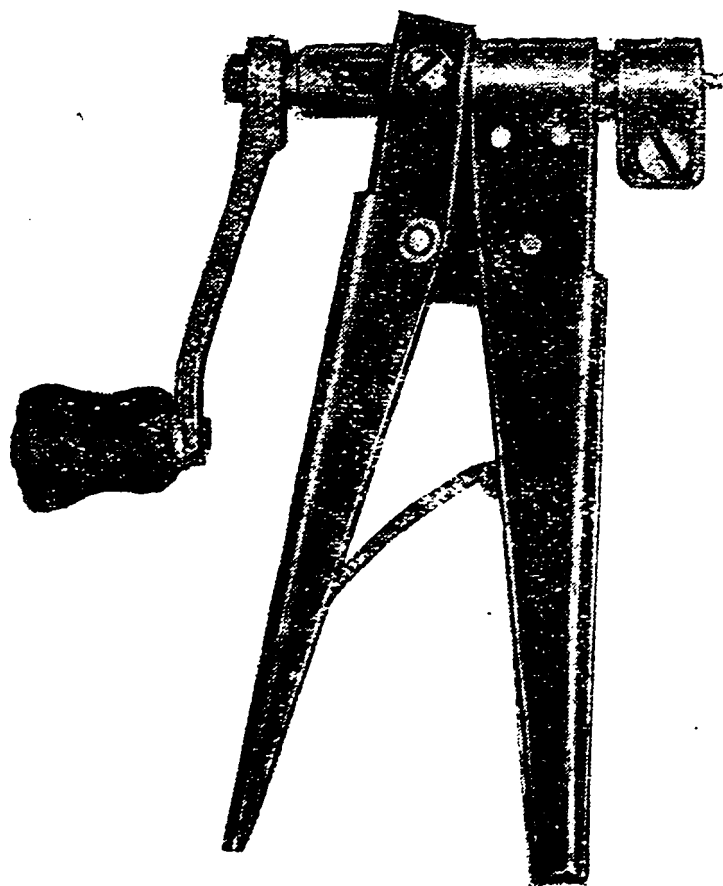
пывают, затем выколачивают и приклепывают следующие и т. д. до конца. На фиг. 38 показано обтекание кромки атаки. После этого или одновременно (другая пара рабочих) проклепывают кромку обтекания, т. е. противоположную заднюю часть крыла. На кромке обтекания гофр склепывается с гофром. Для этого берутся две доски, равные по длине

заделываемой части крыла, т. е. до нервюры элерона. Одну доску кладут сверху, а другую — снизу (фиг. 39), отступя от края на 50 мм, и сжимают их посредством деревянных или железных струбцинок, добиваясь при этом того, чтобы



Фиг. 40.

гофр вошел в гофр. Когда это достигнуто, то так же как и на кромке атаки, намечают меловую линию, по которой и проклепывают гофры, помещая 2-мм заклепку в каждой волне. После проклейки обрезают ножовкой оставшиеся края, не доходя до заклепочного шва несколько миллиметров,



Фиг. 41.

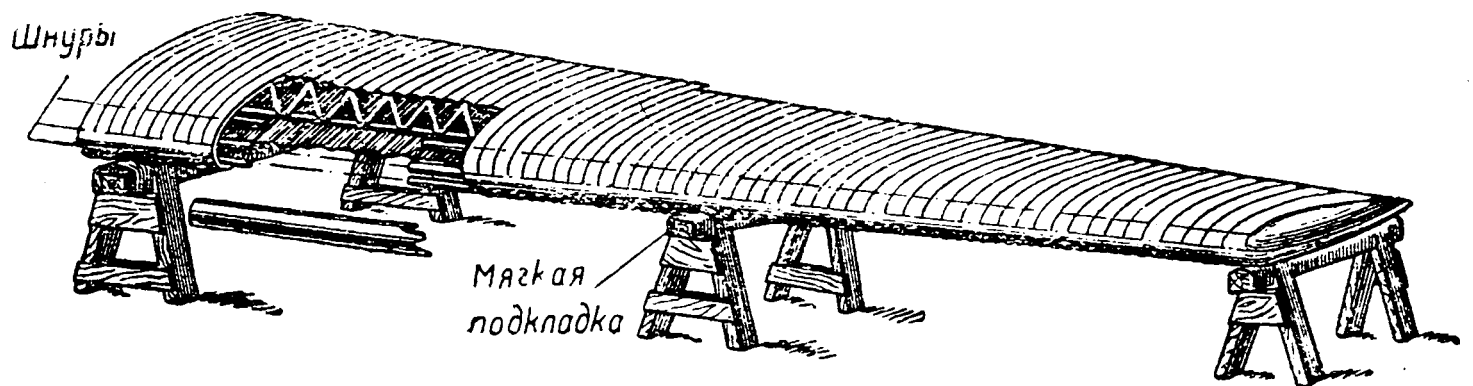
и снимают доски. Затем проклепывают нервюры элерона, что проделывается также путем зажима в доски и строгой наметки мелом шва, дабы заклепки не очутились близко к краю нервюры и не прорвали бы ее. Проклепанная нервюра показана на фиг. 40. Обшивку у начала крыла проклепывают по обводным профилям, а к нервюре схода обшивку прикрепляют пистонами, или иначе — блочками. Обшивка на конце крыла прихватывается к концевой нервюре несколькими потайными заклепками и сверху надевается концевой кожух, который также крепится блочками

посредством так называемой пистонной машинки (фиг. 41).

Таким образом крыло окончательно заделано. На нем остается прорезать только необходимые люки, отделать их —

и клепальные работы на крыле окончены. Оно поступает в сборку.

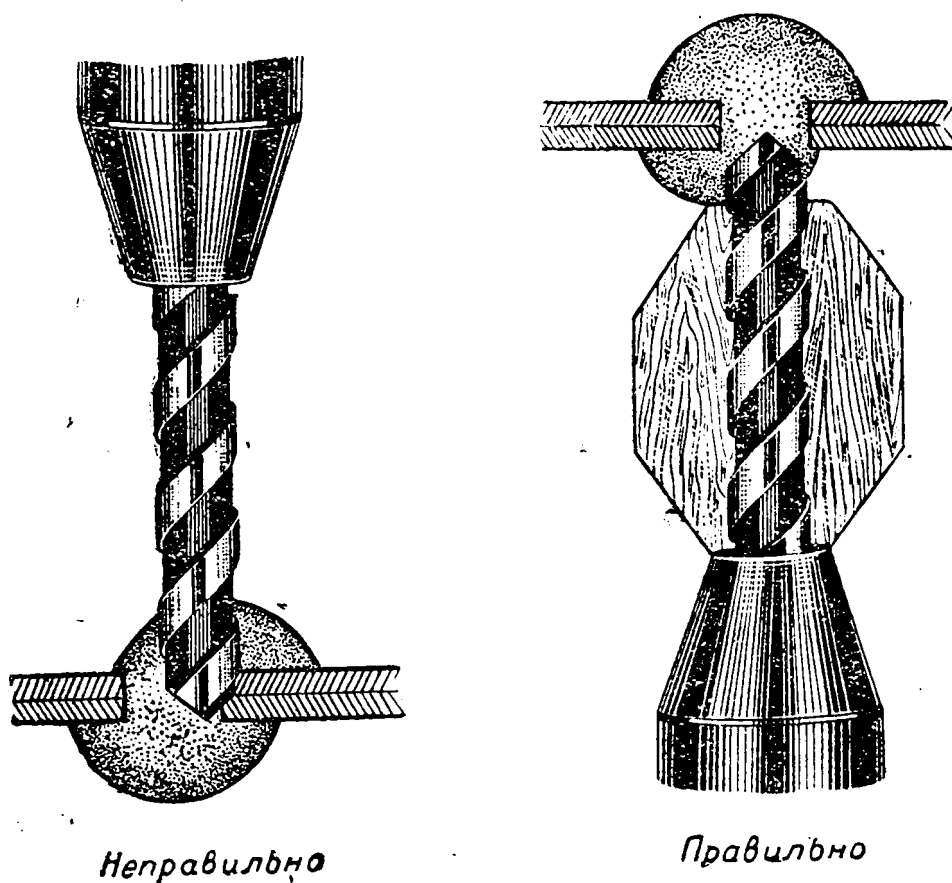
Ремонт крыла. В предыдущей главе мы ознакомились с операциями над трубами и обшивкой в процессе изготовления крыла, — теперь мы познакомимся с некоторыми моментами ремонта лонжеронов и обшивки, с правильными методами разборки поврежденных мест, вырезкой и постановкой частей обшивки. На фиг. 42 изображено крыло с частично вскрытым первым лонжероном для ремонта. В эксплуатации из всех лонжеронов первый лонжерон больше и чаще остальных подвергается повреждениям чисто механического свойства: от ударов, помятин и т. д., а следовательно, его чаще всех приходится ремонтировать. Делается это следующим образом. Мелом очерчивают поврежденную площадь, захватывая обшивки ровно столько, чтобы



Фиг. 42.

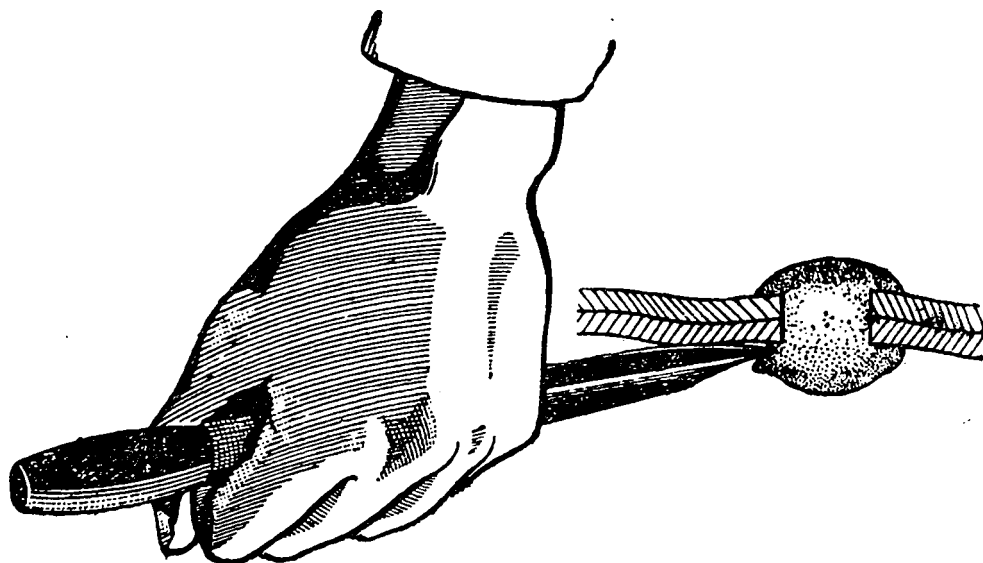
обеспечить удобный подход при работе, стремясь к тому, чтобы вдоль волны гофры снимать по швам путем высверливания старых заклепок, а не обрезания в новом месте, оставляя старый шов. Высверливание заклепок нужно производить очень внимательно, чтобы при этом не повредить гофр сверлом, если оно сорвется с вершины головки заклепки или пойдет в бок. Во избежание этого перед высверливанием рекомендуется ставить кернером центры на вершинах головок, а при высверливании следить за тем, когда сверло пройдет глубину головки, чтобы дрель сейчас же отнять, т. е. высверливать не сами заклепки, а только головки. Отсверленная от стержня головка сейчас же отскакивает прочь, а стержень вываливается сам, или же легко удаляется от простого нажима руки тонким бородком. Таким образом материал не будет поврежден. Но во время высверливания все же может получиться, что сверло проскочит насквозь, а если оно вдобавок к этому коротко, то и патрон дрели пробивается сквозь гофр и в лучшем случае сильно сомнет гофр. Во избежание этого перед высверлива-

нием необходимо на сверло надевать пробку или деревяшку, как показано на фиг. 43 (левая), оставляя сверло торчащим из пробки или деревяшки всего на 3—4 мм. Такой способ



Фиг. 43.

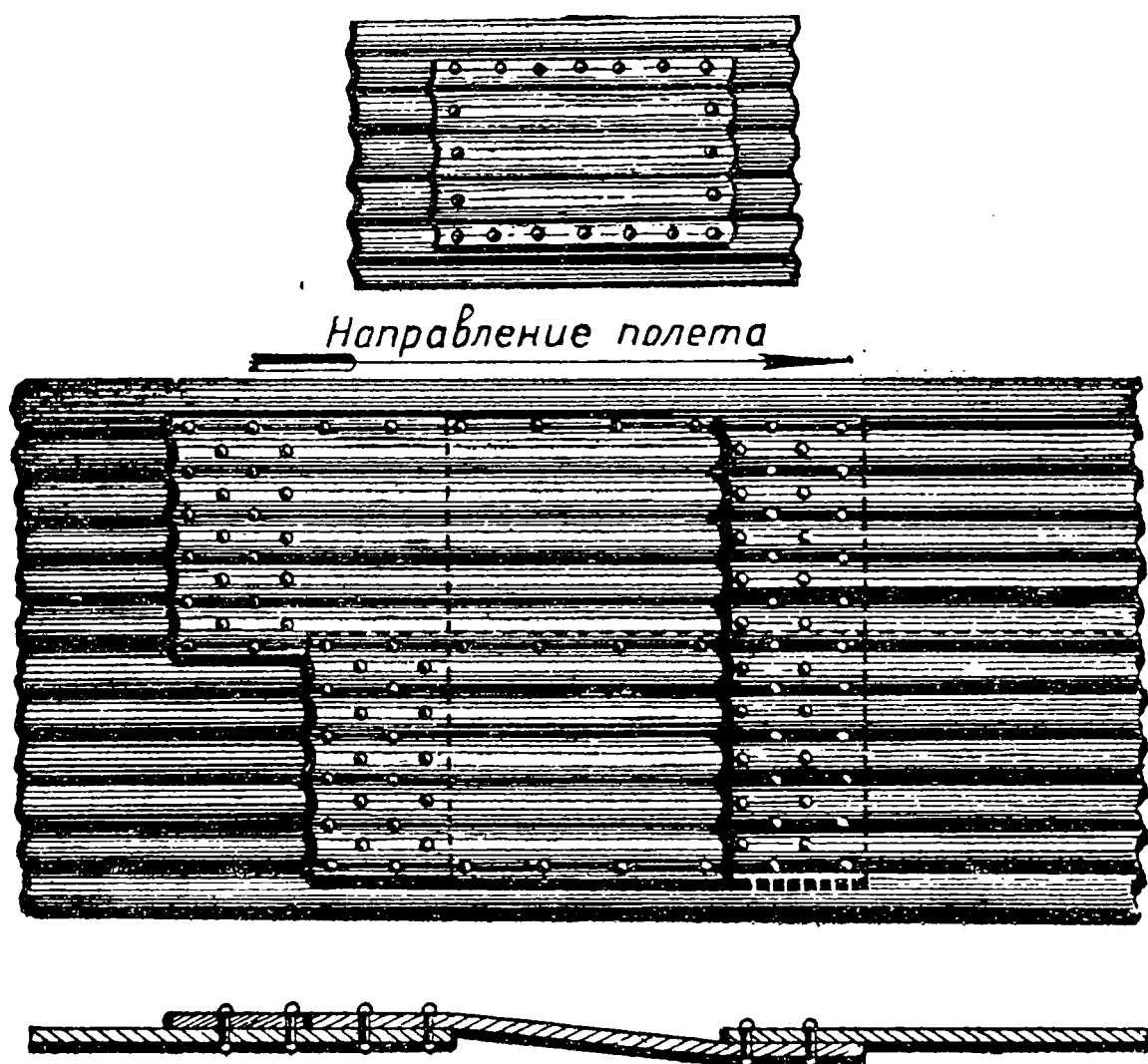
гарантирует, что обшивка не будет повреждена. Категорически воспрещается удалять заклепки способом, указанным на фиг. 44. Необходимо запомнить правило: если к высвер-



Фиг. 44.

ливаемой заклепке открыт доступ с обеих сторон, то высверливать заклепку следует только со стороны фабричной головки, потому что такая головка при клепке обыкновенно не смещается с центра. В правой части фиг. 43 показано

высверливание со стороны замыкающей головки, которая сделана неправильно, т. е. смещена с центра в бок. При высверливании по центру такой головки сверло попадает в материал, увеличивает диаметр отверстия и оставляет почти целым стержень, который придется высверливать вторично. Вот почему и необходимо при клепке добиваться того, чтобы стержень не сваливался в сторону. Обшивку нужно обрезать у второго лонжерона, так как новый шов необходимо соединять на втором лонжероне. После того

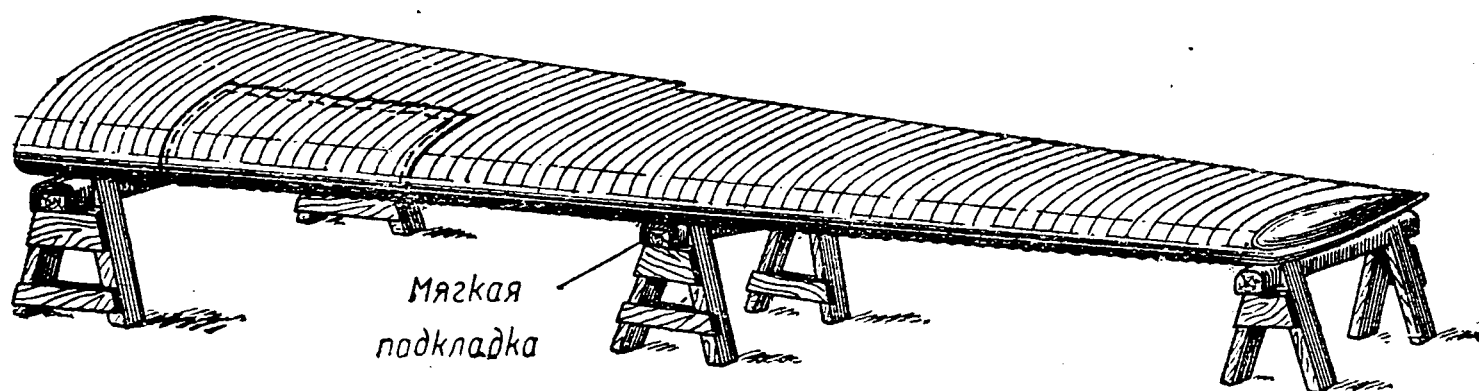


Фиг. 45.

как обшивка обрезана и снята, края, оставшиеся на обшивке крыла, запиливаются напильником. Поврежденную часть лонжерона обрезают ножовкой и также запиливают. Затем, заменив поврежденную часть лонжерона одним из способов, указанных выше в разделе „Правила соединения труб“, приступают к заготовке и постановке обшивки. При наложении заплат на обшивку необходимо принимать во внимание встречный поток воздуха при полете самолета, следовательно, передние концы заплат должны быть помещены под обшивку; а задние — выходить поверх обшивки; таким образом воздушный поток будет все время стекать по

обшивке, а не задирать ее, как бы получилось, если бы она передним концом была помещена поверх обшивки (фиг. 45). Это — очень важное правило, и им нужно руководствоваться неуклонно. Поверх гофра можно накладывать без заправки под обшивку только маленькие заплаты, примерно, не более 50 мм (рисунок верхний) в глубину.

Вернемся к ремонтируемому нами крылу. Вырезав соответствующего размера заплату с учетом бортов на приклепку, прокатываем ее, строго пригоняя ее волны к волнам крыла, и выкатываем радиус. Затем отсверливаем необходимое количество заклепок по второму лонжерону и устанавливаем заплату на место, предварительно покрыв ее внутреннюю часть предохранительным лаком. Поставив заплату на место, мы прихватываем ее в трех-четырех местах по старым дырам лонжерона, предварительно точно определив их местонахо-

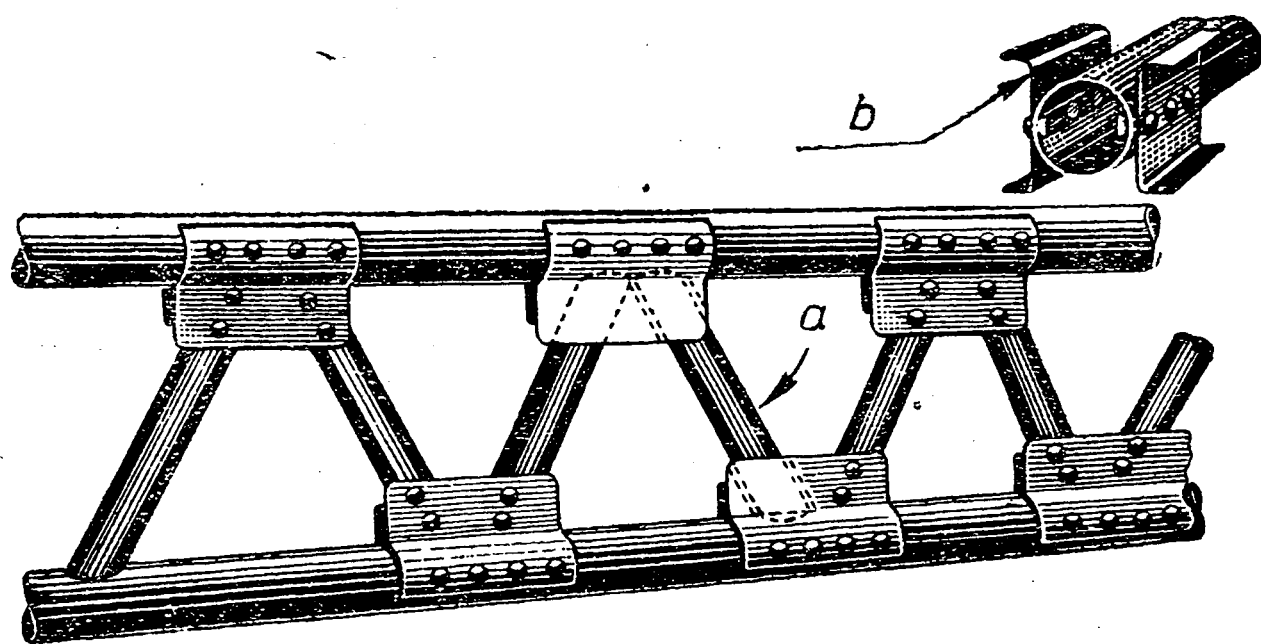


Фиг. 46.

ждение, и после этого прихватываем по краям заплатки вдоль волн гофра с обеих сторон. Когда мы видим, что обшивка легла плотно, просверливаем все дыры и проклепываем их по второму лонжерону, краям и усиливающему профилю. После этого намечаем меловой ниткой линию обреза по первому лонжерону, делая это вровень с краями обшивки, обрезаем, ставим обтекатель и проклепываем кромку атаки. Если на противоположной стороне гофра заплатки имеют небольшие зазоры, т. е. неплотное прилегание, то нужно подколлотить их бородком. Таким образом крыло отремонтировано (фиг. 46). Кроме этого, на крыле, в частности, и на самолете вообще может быть масса примеров ремонта, отличающихся различными степенями сложности, но в принципе остаются все же указанные основные операции. Рассверловка, прокатка и выкатка гофра, постановка обшивки, клепка — основные операции, которые и нужно усвоить в полной мере, постепенно доводя их до совершенства.

Случаи затруднительного ремонта. В ремонте часто могут иметь место случаи затруднительного подхода к ремонтиру-

емому месту, или трудность замены той или иной детали, что сильно увеличивает время производства ремонта, нередко понижая его качества. Выборы методов ремонта какой-либо детали, частичная или же полная замена ее в трудно доступных местах зависит обычно от опытности и изобретательности, в данном случае — клепальщика. Приведем частный пример затруднительного ремонта — смена раскоса в змейковом лонжероне. Этот тип лонжерона состоит из двух, параллельно или под углом, в зависимости от места, идущих труб, связанных между собой трубчатыми раскосами, расположенными змейкой (фиг. 47). Змейка собирается отдельно на специально размеченной доске и связывается



Фиг. 47.

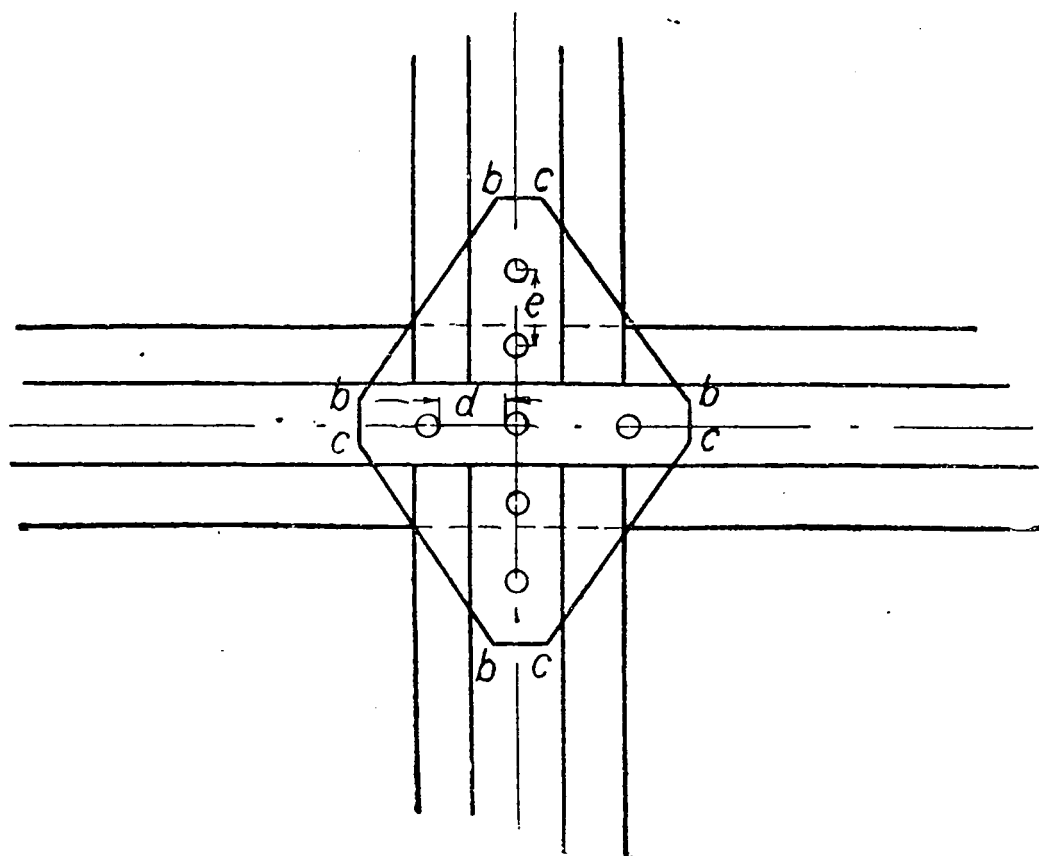
накладками с обеих сторон. Когда змейка готова, к ней монтируются трубы, и другими концами накладок змейка приклепывается к ним. Предположим, что раскос *a* требует замены. Отсверлив заклепки, которыми он крепится к накладке, удаляют его. Затем к заготовленному новому раскосу приклепывают на обоих концах по две косынки с бортиками, как это показано на фиг. 47, *в*, и любым доступным способом заводят раскос на место с таким расчетом, чтобы отбортовка косынок пришлась вплотную к накладкам. Затем просверливают отверстия в бортах косынок и, подобрав соответствующие поддержки, приклепывают раскос на место. В практике ремонта может встречаться целый ряд случаев затруднительной и даже на первый взгляд невозможной клепки, но, применив свою опытность, и сообразительность, клепальщик всегда сможет выйти из любого положения.

Смена узла и венчика. Перед тем как приступить к смене узла или венчика, или того и другого вместе, необходимо освободить это место от обшивки по обводной нервюре, аккуратно отсверлив для этого необходимое число заклепок, следя за тем, чтобы не повредить нервюры и не расширить дыры, после чего очертить и вырезать гофр ровно настолько, чтобы обеспечить свободу движения во время работы. Затем для смены узла проделывают следующие операции. Освобождают ребра узла от раскосов путем высверловки крепящих заклепок (рубить их зубилом, хотя они и железные, нельзя во избежание повреждения раскоса). Заклепки же, соединяющие узел с лонжероном, срубают острым зубилом. Когда узел у венчика окончательно освобожден, начинают удалять сначала венчик, выколачивая его с внутренней стороны кромки деревянной колотушкой, избегая применения железных молотков, дабы не повредить детали. Сняв венчик также с внутреннего конца, осаживают узел. После того как лонжерон освобожден, отрезают старый конец и наращивают новый посредством фасонной муфты. Нарощенный конец покрывают предохранительным лаком и, дав просохнуть, надевают новый узел, вставляют новый венчик и приклепывают железными заклепками. Венчик при вставке в лонжерон должен входить от нажима руки или же от легкого подколачивания, причем подколачивать его можно, подложив на края деревянный чурбачок или доску, не ударяя его железным молотком во избежание повреждения. Если нужно сменить только венчик, то удаляют заклепки, крепящие узел к лонжерону, и, сменив венчик, проклепывают его по старым дырам в узле и лонжероне. Но может создаться положение, когда нужно сменить узел посреди лонжерона, где снять его не представляется возможным из-за находящихся по краям его других узлов. В таком случае проделывают следующее. Освобождают узел от раскосов и вырезают ту часть лонжерона, на которой этот узел находится. Затем, подобрав кусок трубы соответствующего диаметра, подогнав ее на место, надевают на нее узел (не приклепывая), ставят кусок на место и двумя фасонными муфтами вращивают его на место. Затем, установив узел по раскосам, приклепывают его к ним и затем проклепывают по лонжерону.

Правило косынок. При ремонте иногда приходится ставить усиливающие профиля встык с имеющимися при помощи косынок. Для того чтобы косынка имела легкий, изящный вид, необходимо применять следующее правило (фиг. 48).

Намечают на профилях центры заклепок — на разрезан-

ных — не менее двух, на сквозном — не менее трех центров. Заклепки ставятся так, чтобы a было не менее трех диаметров, а e — не менее двух. Это условие определит длину



Фиг. 48.

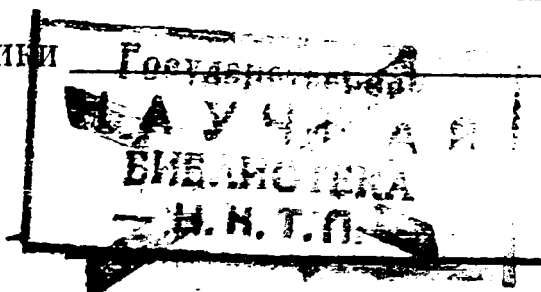
и ширину косынки; затем под прямым углом проводят прямые bc , не доводя их 0,5—1 мм до края профиля; после этого очертания косынки определяются соединением полученных точек смежных профилей.

Использованные литературные источники

1. Технические условия по поставке авто-авиаматериалов, Постановление Межведомственной комиссии при Главметалле ВСНХ СССР.
2. Инж.-мех. Бартини и Волков, Коррозия.
3. Инж. Берхен, Основные материалы самолетостроения.
4. Горенгауз и Чаловский, Клепка в самолетостроении.

Оглавление

От автора	3
Знакомство с дуралюминием	
1. Химический состав	4
2. Механические свойства	4
3. Основные понятия о коррозии дуралюминиевых сплавов	7
Обработка дуралюминия	
1. Термическая обработка	13
2. Холодная обработка (понятие о клепке)	14
3. Инструмент, применяемый для клепки	20
4. Стапеля. Требования к ним	27
5. Примеры из ремонта самолета	28
Литературные источники	47



Цена 60 к.

МА 39-3-3

15957