

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
Кафедра № 24 - «Авиационной техники»

A young man in a dark green uniform is working at a lathe in a workshop. He is holding a tool and looking at the workpiece. In the background, another person in a similar uniform is working at a different station. The workshop has a tiled floor and a white wall.

Разработка технологического  
процесса ремонта  
одного из заданных конструктивных  
элементов воздушного судна

Санкт-Петербург  
2010-



**Курсовой проект**  
**по дисциплине "Ремонт воздушных судов"**  
предназначен для закрепления теоретических знаний и практических навыков, полученных в ходе аудиторных занятий и самостоятельного изучения учебного материала, при разработке проекта технологического процесса ремонта одного из заданных конструктивных элементов воздушного судна

Целью данной курсового проекта является приобретение практических навыков разработки технологической карты устранения дефекта элемента конструкции воздушного судна или авиационного двигателя в условиях эксплуатации.

## 2. ВЫБОР ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ

Методические указания предусматривают 19 вариантов задания, в каждом из которых указывается только

наименование и характер повреждения конструктивного элемента планера или двигателя.

Исходные данные, не указанные в названии варианта назначаются студентами **самостоятельно по своему усмотрению**, а именно:

1. тип воздушного судна,
2. базовое предприятие воздушного судна,
3. конкретные координаты места нахождения повреждения.

## Перечень вариантов заданий:

- 0 - трещина в стрингере силового набора фюзеляжа воздушного судна;
- 1 - отслоение обшивки от сотового заполнителя в местах, где высота сотового заполнителя не превышает 10 мм;
- 2 - отслоение обшивки от сотового заполнителя в местах, где высота сотового заполнителя превышает 10 мм;
- 3 - вмятины на наружной обшивке трехслойной конструкции с сотовым заполнителем глубиной до 2,5 мм площадью от 4 до 100 мм<sup>2</sup>;
- 4 - вмятина на наружной обшивке трехслойной конструкции с сотовым заполнителем глубиной более 2,5 мм и диаметром от 30 до 100 мм;
- 5 - односторонние проколы обшивки изделия с сотовым заполнителем диаметром от 6 до 30 мм;
- 6 - односторонние проколы обшивки изделия с сотовым заполнителем диаметром от 30 до 100 мм;
- 7 - сквозные пробоины обшивки изделия с сотовым заполнителем диаметром до 30 мм;
- 8 - сквозные пробоины обшивки изделия с сотовым заполнителем диаметром от 30 до 100 мм;
- 9 - сквозные пробоины обшивки диаметром от 40 до 100 мм на клиновидной части изделия с сотовым заполнителем;
- 10 - повреждение законцовок клиновидных изделий;
- 11 - пробоина силовой гермообшивки фюзеляжа;
- 12 - трещина обшивки хвостовой балки вертолета;
- 13 - повреждение обшивки, связанной с местной потерей устойчивости ("хлопун");
- 14 - повреждение лопасти несущего винта вертолета, заключающееся в нарушении склейки обшивки хвостового отсека с сотовым заполнителем;
- 15 - сквозной порез мягкого топливного бака;
- 16 - значительное повреждение полки (или стенки) лонжерона, при котором требуется замена части ремонтируемого изделия;
- 17 - прогар головки жаровой трубы газотурбинного двигателя;
- 18 - пробоина металлического маслобака.

### **3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА. СТРУКТУРА И ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Во «Введении» к курсовому проекту обосновывают **актуальность темы** выполненного проекта технологического процесса ремонта.

Можно рекомендовать такую последовательность построения введения:

1. Сформулировать для удовлетворения каких потребностей общества создаются воздушные суда и каковы основные требования к ним в ходе их целевого применения.
2. Какое место на базовом предприятии занимает эксплуатация воздушного судна (напомним, что тип воздушного судна и базовое предприятие автор курсового проекта выбирает самостоятельно по своему усмотрению), значение успешной эксплуатации это воздушного судна для базового предприятия в условиях конкурентной борьбы на рынке транспортных услуг.
3. Какие условия применения воздушного судна по назначению могут привести к возникновению неисправности на нем, указанной в задании на курсовое проектирование и указание на большую вероятность возникновения таких ситуаций.
4. Влияние неисправности на возможность безопасной и экономичной эксплуатации воздушного судна при наличии указанной неисправности.
5. Необходимость наличия карты обоснованного рационального технологического процесса ремонта воздушного судна при указанной неисправности для выполнения восстановительных (ремонтных) работ.
6. Сформулировать цель и основные задачи (этапы достижения цели) курсового проекта.

Специфика географического и климатического положения России, низкая плотность наземной транспортной сети в ряде регионов, большая площадь страны обуславливают необходимость широкого использования авиационного транспорта. Воздушные суда гражданской авиации применяются для перевозки пассажиров и грузов, в сельском хозяйстве, геологоразведке, рыбном хозяйстве и многих других отраслях. Важное место в решении задач, решаемых авиационным предприятием ГТК «Россия» занимает эксплуатация воздушных судов типа А320. В А-320 общая масса применяемых элементов из композитных материалов составляет 12,5% от общей массы самолета.



Выполнение курсового проекта необходимо начать с анализа задания, ознакомления с рекомендованной документацией и подбора справочной литературы, используя для этого библиографический указатель Методических указаний по выполнению курсового проекта.

При оформлении пояснительной записки в этом разделе должно быть указано изделие (воздушное судно, авиационный двигатель), точное место расположения повреждения, подлежащего ремонту (его координаты на воздушном судне , положение относительно основных конструктивных элементов агрегата).

***Технологический процесс*** ремонта — часть производственного процесса, содержащая взаимосвязанные действия исполнителей и орудий производства по преобразованию исходных материалов в готовое изделие.

Законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте одним или несколькими рабочими, принято называть **операцией**.

Операция является **основной единицей** при

- разработке,
- планировании и калькуляции технологического процесса, а также при
- расчете потребного оборудования,
- пропускной способности предприятия,
- потребности в рабочей силе, энергии и т. п.

На операцию обычно разрабатывается и выписывается вся основная планировочная, учетная и технологическая документация.

Примерами операций могут служить обработка детали или нескольких одинаковых деталей на станке; штамповка нескольких деталей на прессе; сборка на валик нескольких деталей на прессе; сборка на валик нескольких зубчатых колес, втулки и подшипников; шабрение направляющих станины станка; установка и закрепление двигателя на шасси автомобиля.

Из изложенного можно сделать вывод, что операции представляют собой наименьшие частицы, на которые делится технологический процесс с точки зрения

- планирования,
- организации и
- учета.



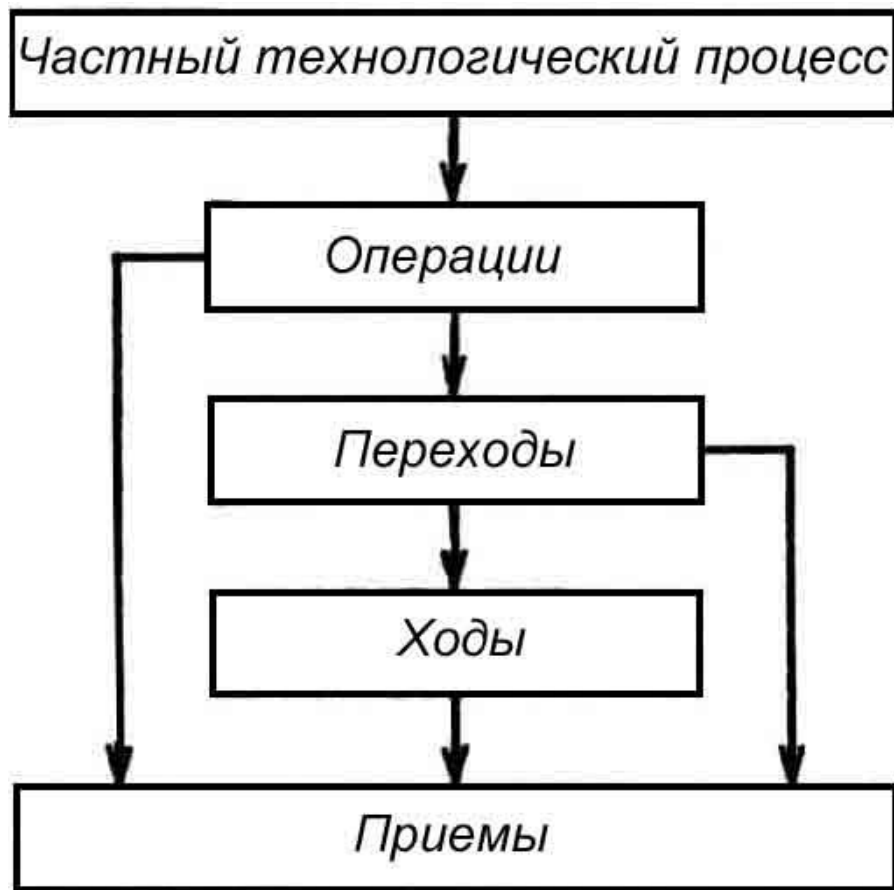


Рис. **Схема членения частного технологического процесса на составляющие элементы.**

При изучении технологических процессов с целью их рационализации и получения исходных данных о затратах времени рабочим на отдельные части технологического процесса приходится их делить на более мелкие составляющие элементы:

- переходы,
- ходы,
- приемы.

Глубина и степень детализации содержания технологических процессов ремонта деталей и сборочных единиц может быть различной.

По степени детализации содержания технологических процессов

предусматривается их деление на

- маршрутные,
- операционные и
- маршрутно-операционные.

В **маршрутном** технологическом процессе приводятся только основные операции и последовательности их выполнения без указания переходов и режимов обработки.

В **операционном** процессе кроме операций приводятся входящие в них все более мелкие составляющие: ходы, приемы и режимы обработки.

В **маршрутно-операционном** процессе часть – более сложных – операций приводится с указанием переходов, приемов и режимов обработки, а часть – без них.

Какую степень детализации разработки технологического процесса следует применить (глубокую, то есть разработать операционный технологический процесс, маршрутно-операционный процесс или ограничиться разработкой только маршрутного технологического процесса) в конкретных условиях зависит от организационной формы производства, объема и программы выпуска изделий. Чем больше объем производства и программа выпуска, тем глубже и детальнее должна быть разработка технологического процесса.



# Во время разработки технологического процесса ремонта решаются следующие основные задачи:

1. Выбирается основной *способ ремонта* детали (узла).
2. Составляется *план операций* – перечень и последовательность выполнения основных операций технологического процесса (операция – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте).
3. Выбирается основное *оборудование, приспособления* (универсальные) и *инструменты* (рабочие и измерительные) по всем запланированным операциям.
4. Выполняются расчеты по определению *операционных припусков* и межоперационных размеров ремонтируемых деталей, а также *элементов усиления*.
5. Определяются *режимы обработки* по операциям.
6. Проектируются *специальные приспособления и инструменты*, если их применение признано необходимым и целесообразным.
7. Определяются *специальности и квалификация* (разряды) рабочих (*исполнителей*), а также трудозатраты (*нормы времени*) по операциям.

Схема проектирования технологического процесса ремонтов при проектировании с технологическим процессом-аналогом имеет вид:

Изделие –  
изделие-аналог –  
процесс ремонта изделия-аналога –  
процесс ремонта изделия

Проектирование технологического процесса по данной схеме, как правило, не приводит к определению оптимального варианта технологического процесса, так как основывается на использовании процессов, не всегда самых лучших.



# 1. Выбор способа ремонта

Выбор способа ремонта производится на основе анализа характера дефекта и требований технических условий на деталь.



## **Анализ условий работы детали**

Анализ условий функционирования детали необходим для грамотной разработки процессов дефектации, восстановления и контроля качества изделия, поэтому на данный этап работы рекомендуется обратить серьезное внимание.

Анализ осуществляется на основании тщательного изучения технического описания изделия (воздушного судна и/или авиационного двигателя), рабочих чертежей агрегата, узла, в которые входит поврежденный элемент.

При выполнении анализа следует обязательно обратить внимание на материал детали, ознакомиться с характером нагружения, значениями нагрузок (механических, тепловых и т. п.), условиями эксплуатации, влиянием на деталь рабочих веществ, условий обтекания воздушным потоком, смазки и т. д. Полезно обратиться к справочной литературе и выписать основные механические и технологические свойства материала ремонтируемой детали (пределы прочности, характеристики твердости, рекомендуемые режимы обработки, сварки и т. д.).

В результате этого анализа должна быть выявлена связь между условиями работы, конструкцией и технологией изготовления изделия, характером повреждения, с одной стороны, и возможными способами ремонта.

В пояснительной записке изложение этого раздела может быть выполнено в произвольной форме.

## **Выбор способа восстановления детали**

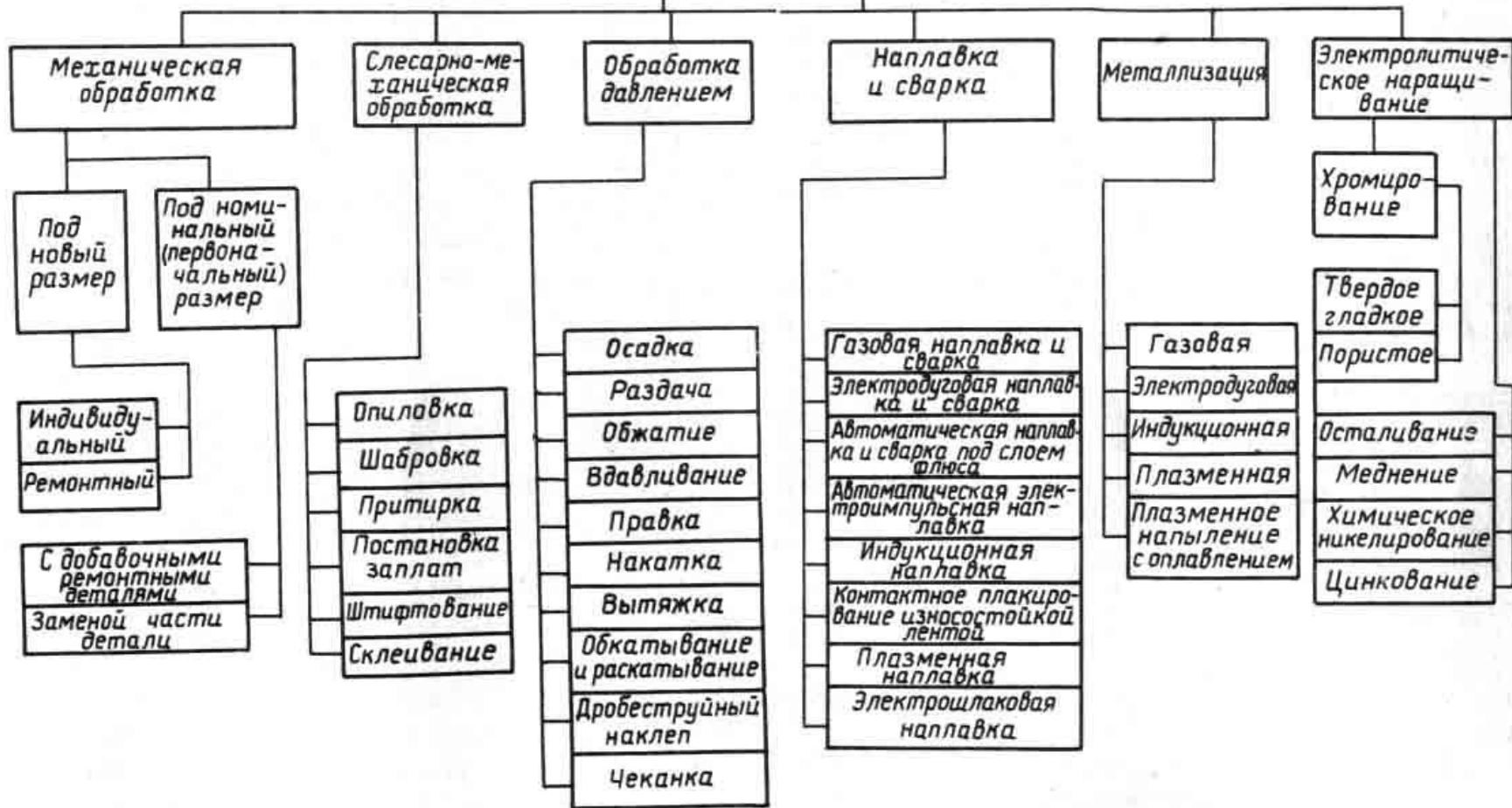
При обосновании способа восстановления детали, подлежащей ремонту с целью устранения выявленных дефектов, необходимо использовать технические условия на ремонт изделий, руководства по ремонту конкретных изделий, руководства по ремонту конкретных изделий, литературу по ремонту техники данного вида, рабочие и ремонтные чертежи.

При этом основой для выбора способа восстановления деталей практически всегда являются «Руководство по ремонту самолета...». Практически в пояснительной записке этот раздел может быть представлен как выбор из перечня раздела «4. Методические указания по выполнению отдельных вариантов задания курсового проекта».

Следует иметь в виду, что в ремонтной документации способы восстановления узлов и деталей даются лишь как целесообразные и не ограничивают технической инициативы специалистов исполнителей в применении других способов восстановления. Обязательным условием является лишь соблюдение технических требований на отремонтированную деталь.

Выбор рационального способа восстановления следует проводить, исходя из конструкции детали, требований, предъявляемых к ней по прочности, а также исходя из технических возможностей ремонтного органа.

# Методы восстановления деталей машин



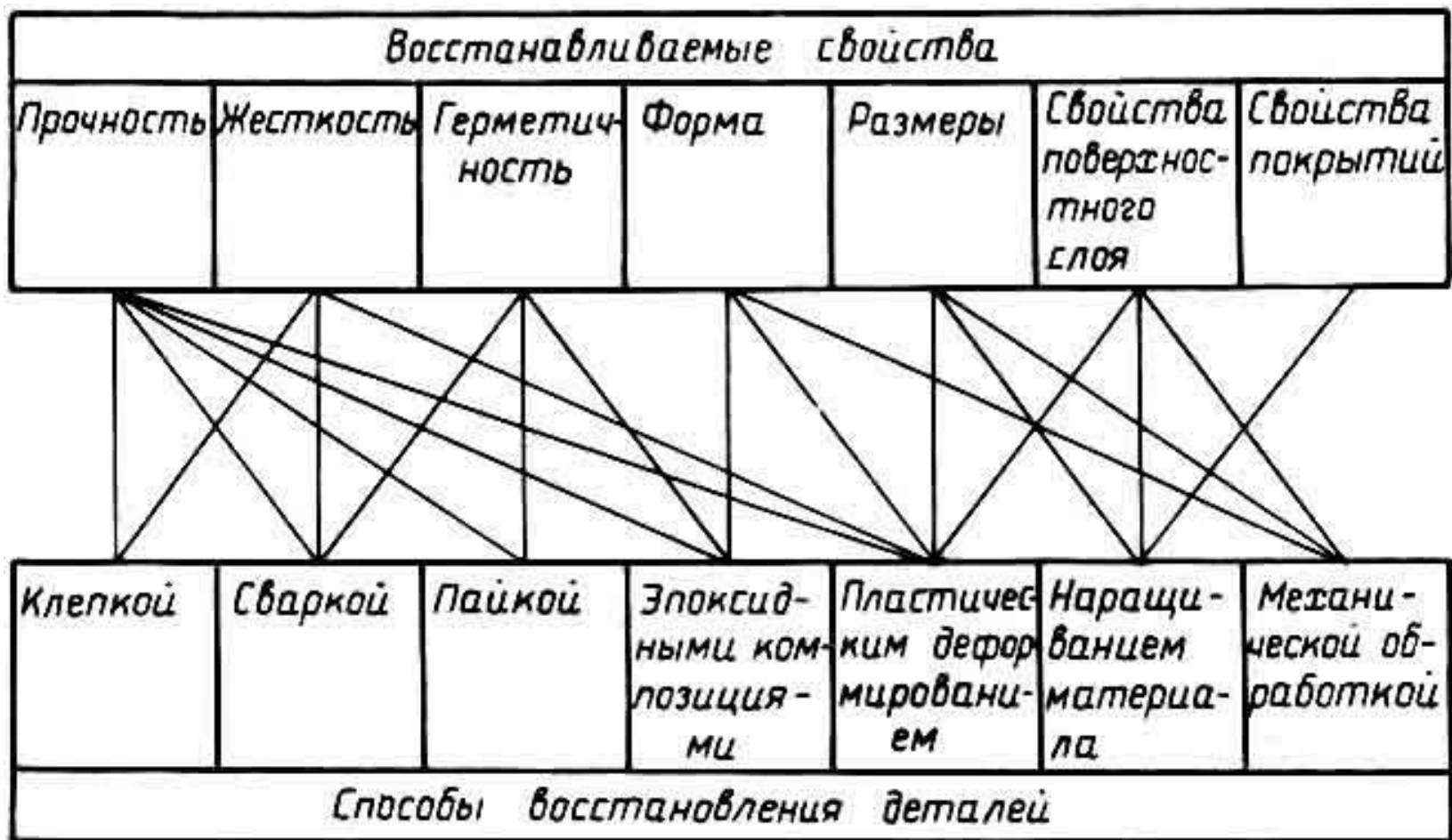


Рис. Восстанавливаемые свойства и способы восстановления деталей

2. Составление *плана операций* – перечня и последовательности выполнения основных операций технологического процесса (операция – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте).

Составление плана операций осуществляют на основе поиска аналога единичного процесса ремонта (восстановления):

- ❖ клепкой;
- ❖ сваркой;
- ❖ пайкой;
- ❖ клеевыми композициями;
- ❖ пластическим деформированием;
- ❖ наращиванием материала;
- ❖ механической обработкой.

Например, если используется при **ремонт сваркой**:

Технологического процесса ремонта сваркой состоит из следующих основных операций:

- 1. Подготовка детали к сварке:** производится разделка кромок трещин и мест изломов для обеспечения провара на всю глубину дефекта; концы трещин засверливаются.
- 2. Изготовление дополнительных деталей** (усиливающих накладок, заплат и т. п.), если они применяются.
- 3. Очистка поверхности детали в районе шва и дополнительных деталей** (усиливающих накладок, заплат и т. п.) перед сваркой от краски (ЛКП), грязи и продуктов коррозии (ржавчины).
- 4. Установка деталей в сборочное положение и закрепление их.**
- 5. Прихватка** – временное скрепление металлических деталей перед сваркой – производится короткими швами (длиной примерно 5 мм) с шагом 30...40 мм.
- 6. Наложение основных швов** (выполнение сварных швов осуществляется в определенной последовательности: трещины длиной не более 150 мм и сварные швы малой протяженности – не более 250...300 мм, - заваривают за один прием («на проход»); при большей длине трещин и сварных швов – не более 700 мм, - сварные швы накладывают в два приема от середины к концам; при еще большей протяженности сварного шва применяют обратно-ступенчатый способ сварки или способ сварки «на выход».
- 7. Правка изделия после правки** (рихтовка), зачистка основных швов от шлака и окалины.
- 8. Контроль сварных швов** отремонтированных изделий: осуществляется визуально внешним осмотром для выявления наружных дефектов (подрезы, прожоги, трещины, раковины и др.) либо с применением неразрушающих методов контроля (рентгеновского, магнитопорошкового, ультразвукового, «меловой пробы» и др.) для выявления скрытых дефектов.

Таким образом, выбранный способ восстановления должен

- обеспечивать выполнение технических условий на ремонт детали,
- быть оптимальным с точки зрения потребных затрат труда и времени,
- и
- должен быть доступным для выполнения в условиях ремонтного органа.

Доступность способа определяется на основе анализа средств технологического оснащения, которыми располагают ремонтные органы базового предприятия, и возможностей этих средств.

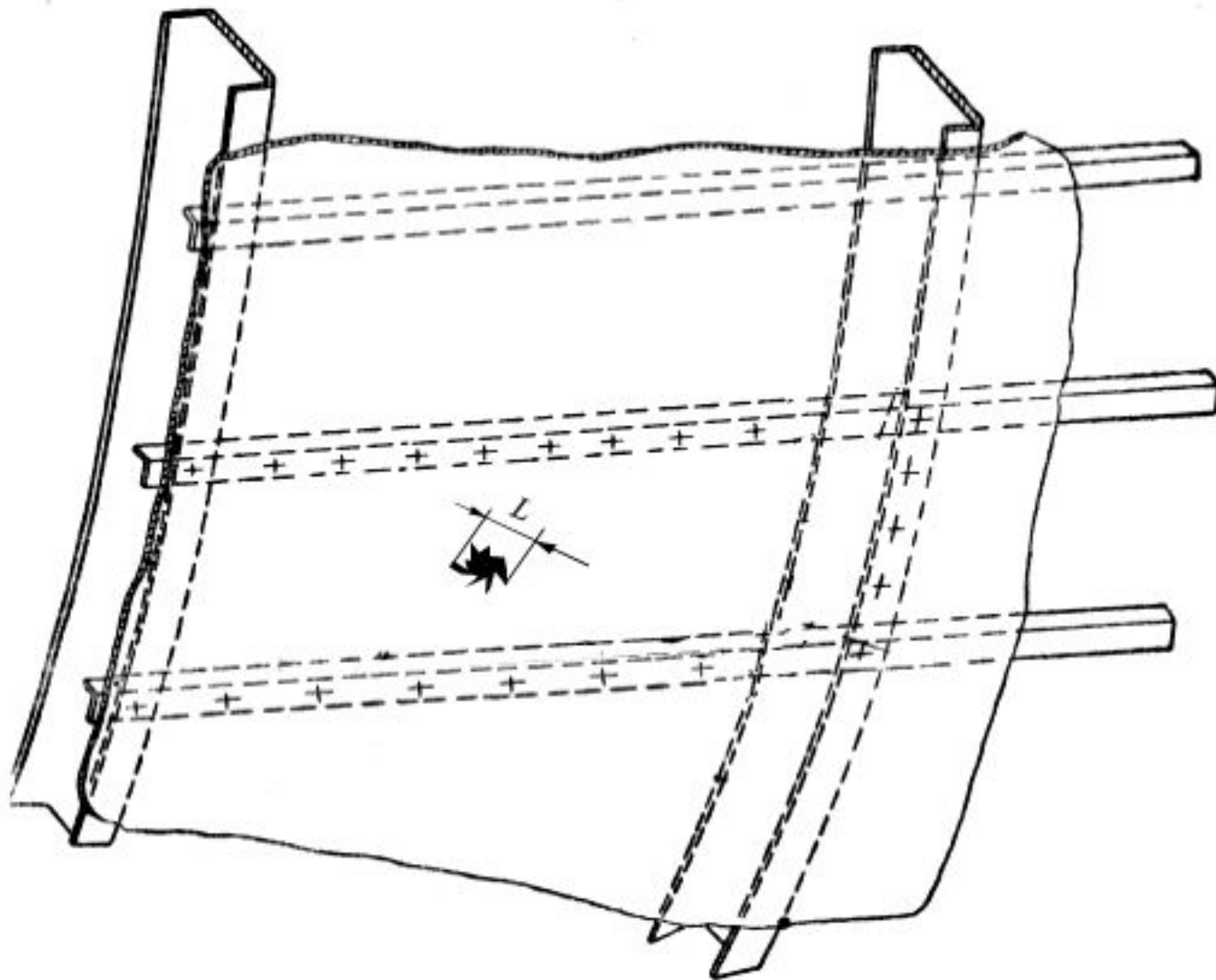


Рис. Пробоина в обшивке на значительном удалении от элементов силового набора



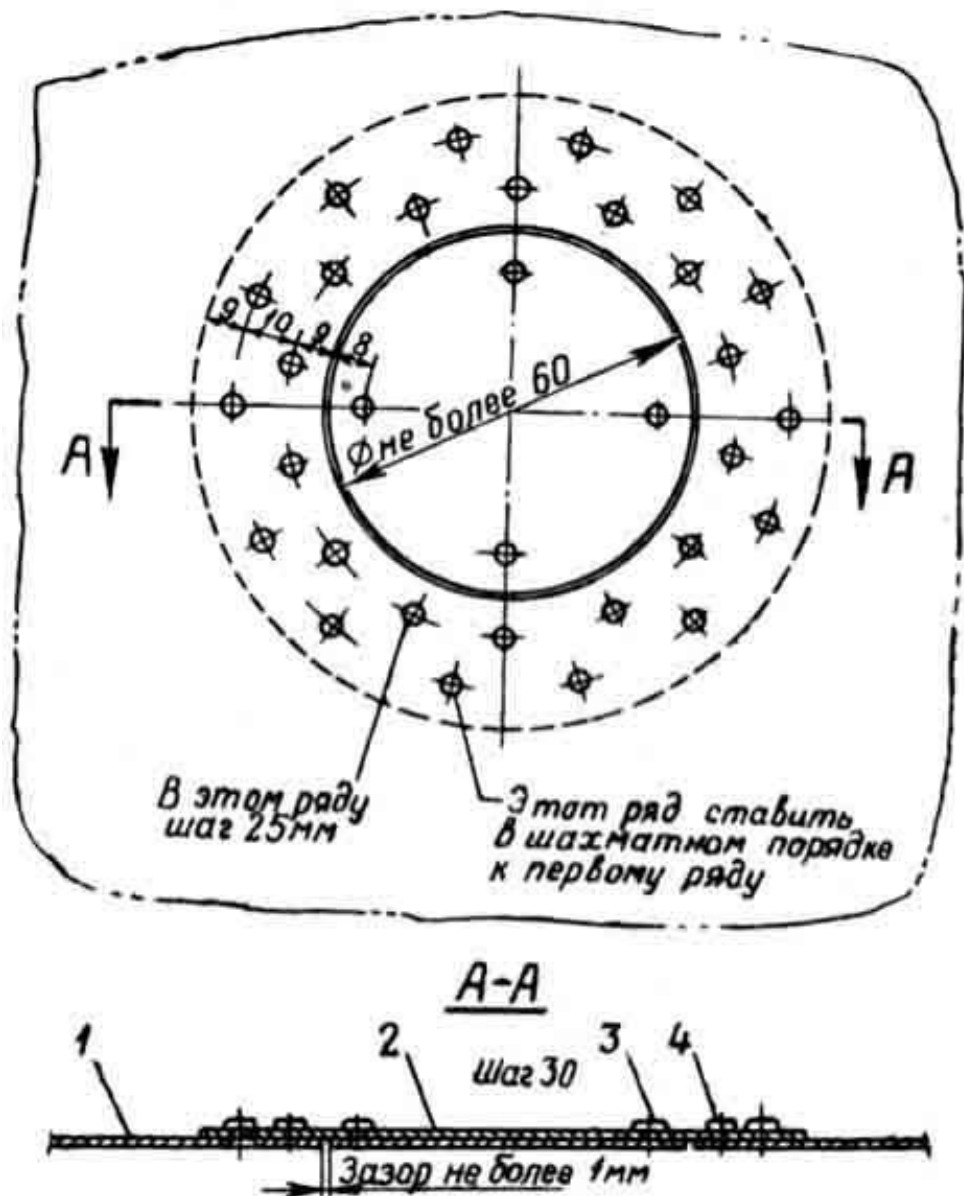
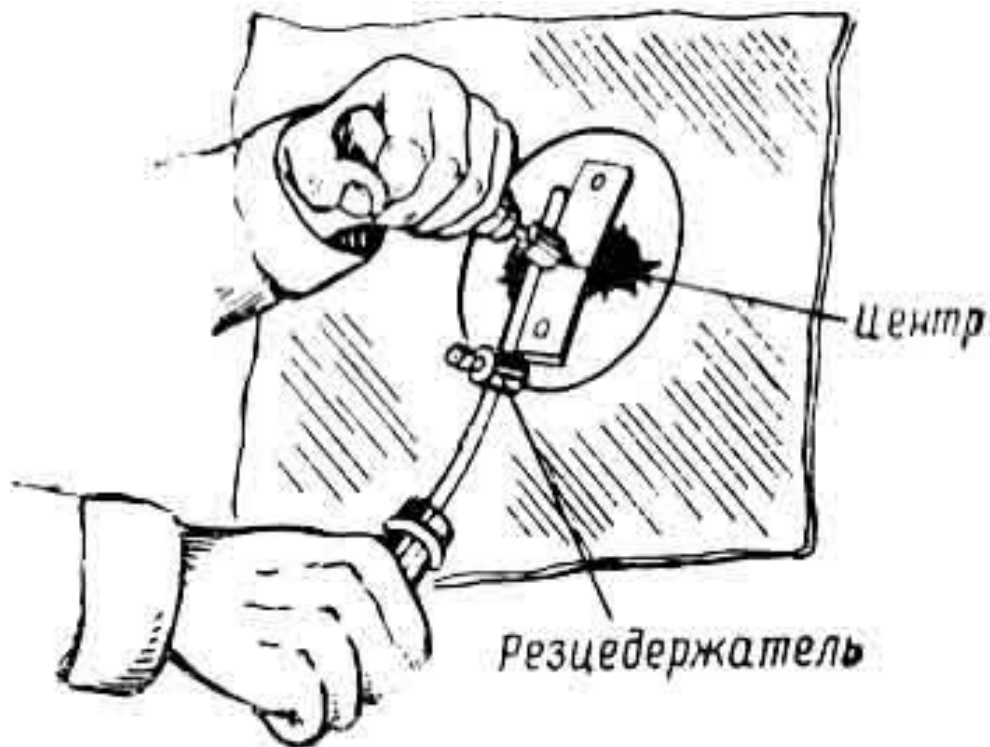


Рис. Технологический процесс-аналог ремонта пробоины в обшивке, расположенной на значительном удалении от элементов силового набора

# Удаление поврежденного участка обшивки



На плоских участках и участках с незначительной кривизной хорошие результаты дает простой по изготовлению и высокопроизводительный резак, работа с которым показана на рис.

Рис. Удаление поврежденного участка обшивки циркульным резак

Циркульные резаки, выпускаются и промышленностью; примеры приведены на рис.

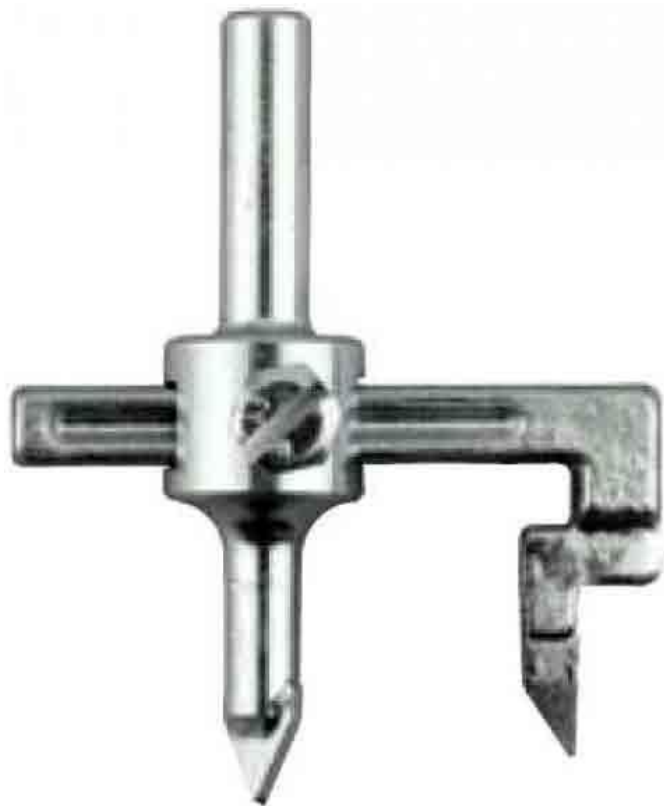


Рис. Резак kwb циркульный

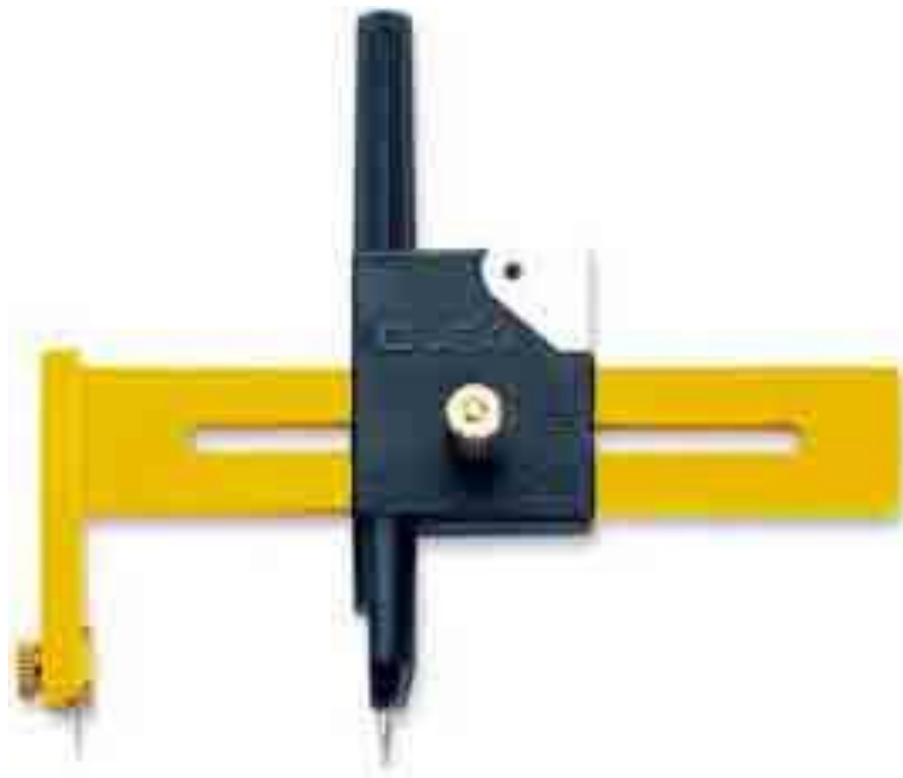


Рис. Резак OLFA циркульный

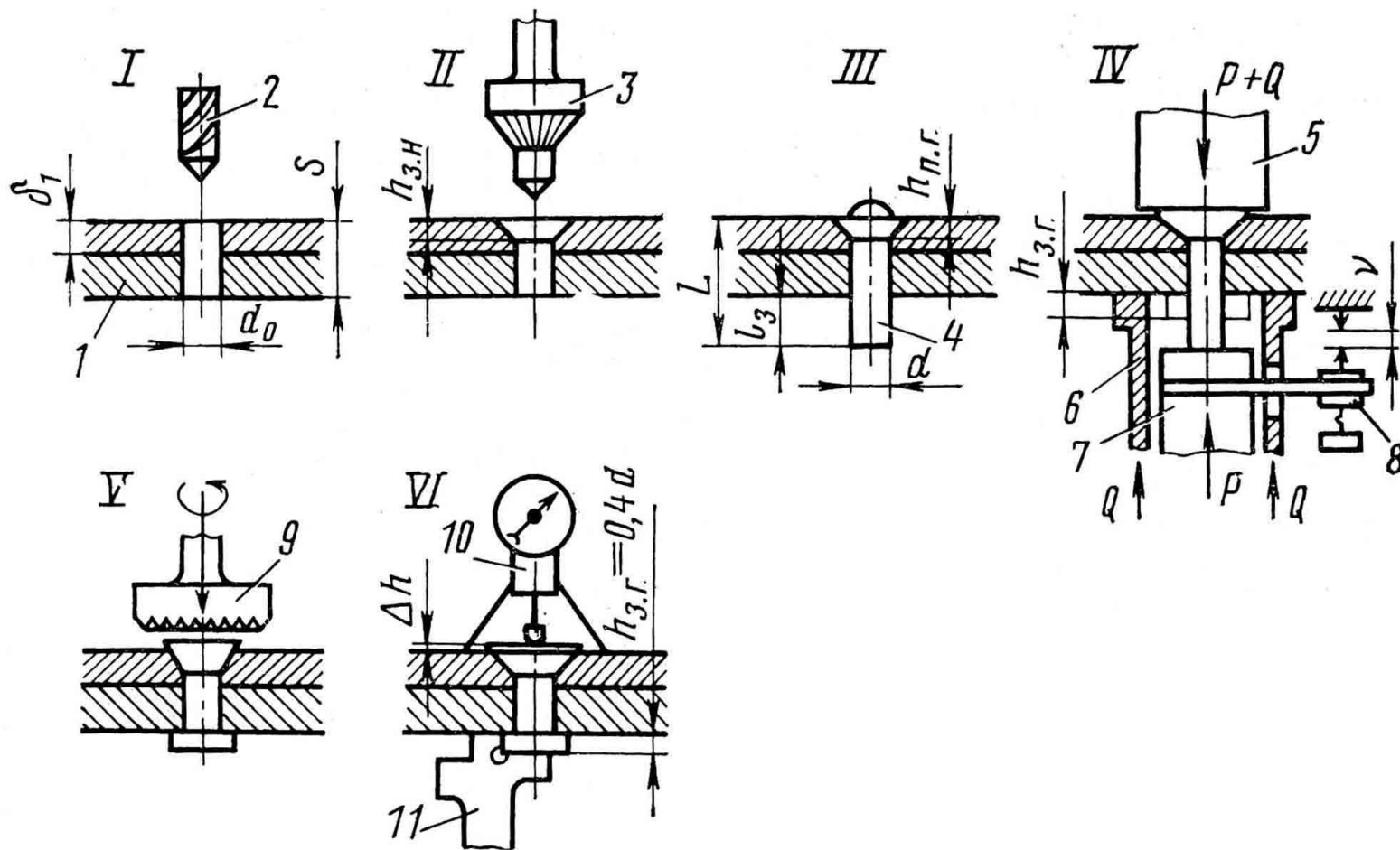


Рис. Операции процесса клепки:

1 – склепываемый пакет; 2 – сверло; 3 – зенковка; 4 – заклепка ЗУК; 5 – верхний пуансон; 6 – прижим; 7 – нижний пуансон; 8 – система микровыключателей; 9 – торцевая фреза; 10 – индикатор с подставкой; 11 – шаблон

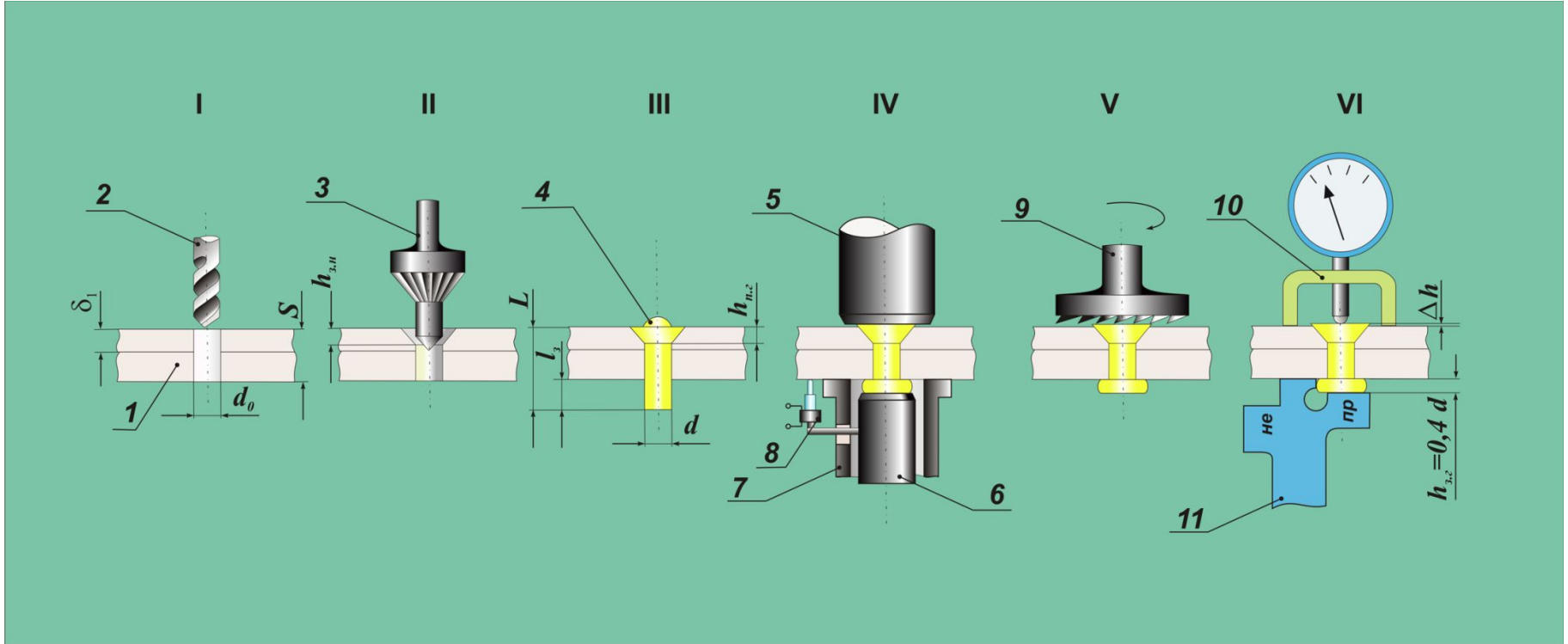
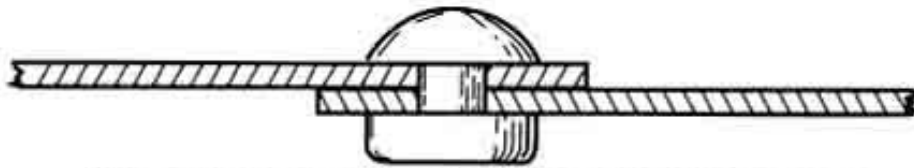


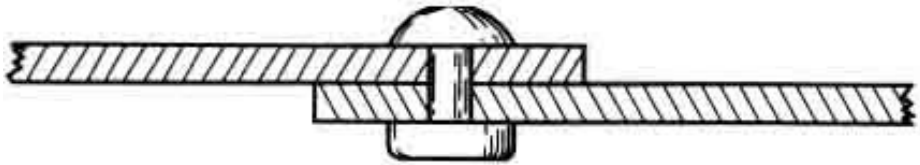
Рис. Операции процесса клепки



При слишком большом диаметре стержня заклепки  
листы склепываемого пакета  
разрушатся раньше, чем заклепки



Заклепки со слишком тонким стержнем  
в толстом склепываемом пакете  
не обеспечивают надежное соединение



Диаметр стержня заклепки должен  
соответствовать толщине склепываемого пакета -  
обеспечивать равнопрочность  
склепываемых листов и заклепок

Ориентировочно диаметр стержня  
заклепки выбирают из условия

$$d = 2 \cdot \delta_{min}'$$

где  $\delta_{min}$  – наименьшая толщина  
склепываемых деталей (листов).

При производстве заклепочных швов принимают во внимание как усилия среза заклепок (значение силы, которую требуется приложить, чтобы срезать стержень на две части), так и усилия отрыва склепываемых листов (значение силы, которое вызовет разрыв заклепки, скрепляющей соединяемые листы). В правильно рассчитанном соединении усилия отрыва и усилия среза должны быть насколько возможно близкими по значению, при том, что усилия среза несколько меньшими. В этом случае заклепочный шов будет наиболее прочным; и в случае его разрушения разрушится от усилий среза раньше заклепка. Это очевидно выгоднее, так как трудоемкость замены разрушенных заклепок существенно меньше, чем устранение повреждений, связанных с разрывом отверстий в склепываемых листах

При ремонте клепаных отсеков диаметр заклепок выбирают таким же, как и на ремонтируемом участке конструкции. Если на ремонтируемом участке применены заклепочные швы с заклепками различных диаметров, то выбор диаметра заклепок следует производить из толщины склепываемого пакета. Для заклепок с потайными головками диаметр заклепок вычисляют по формуле

$$d = 1,3 \delta_1,$$

где  $\delta_1$  – толщина зенкуемого листа.

Для заклепок с выступающими головками диаметр заклепок определяют по формулам:

$$d = 2 \sqrt{\delta_1 + \delta_2} = 2 \sqrt{S}, \text{ при } S > 1 \text{ мм};$$
$$d = 3 \cdot S, \text{ при } S \leq 1 \text{ мм},$$

где  $\delta_1$  и  $\delta_2$  – толщина соединяемых листов;

$S$  – толщина пакета.

Ориентировочно  $d = 2 \cdot \delta_{min}$ , где  $\delta_{min}$  – наименьшая толщина склепываемых деталей (листов).

Расчетное значение диаметра при необходимости увеличивают до ближайшего стандартного значения.

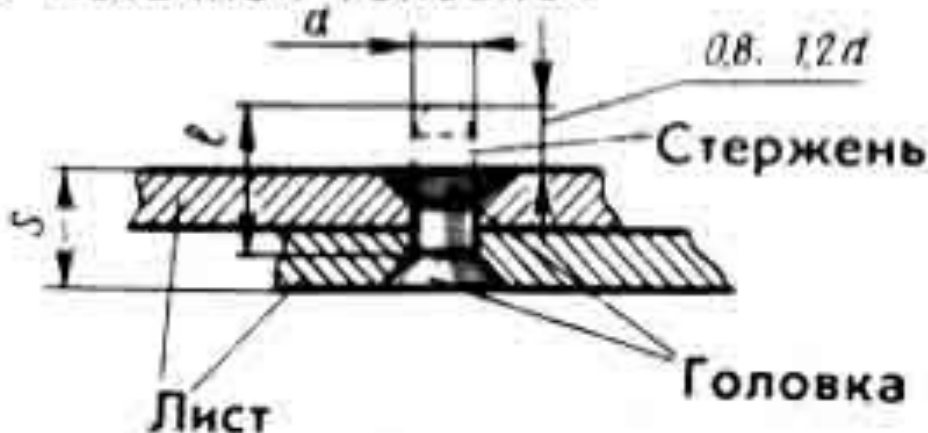
В восстанавливаемые расшитые заклепочные швы устанавливают заклепки увеличенного диаметра, выбираемые ближайшими из ряда диаметров заклепок данного типа. Аналогично поступают при замене дефектных заклепок.

# Определение длины стержня заклепки

Диаметр отверстия под заклепку  $d_o$  определяется по формуле

$$d_o = d + 0,1 \text{ мм.}$$

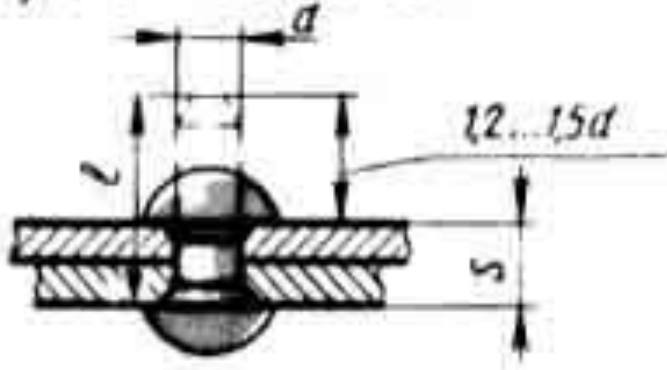
С потайной головкой



Длина стержня при образовании замыкающей головки заклепки с потайной головкой определяется по формуле :

$$l = s + (0,8...1,2)d,$$

С полукруглой головкой



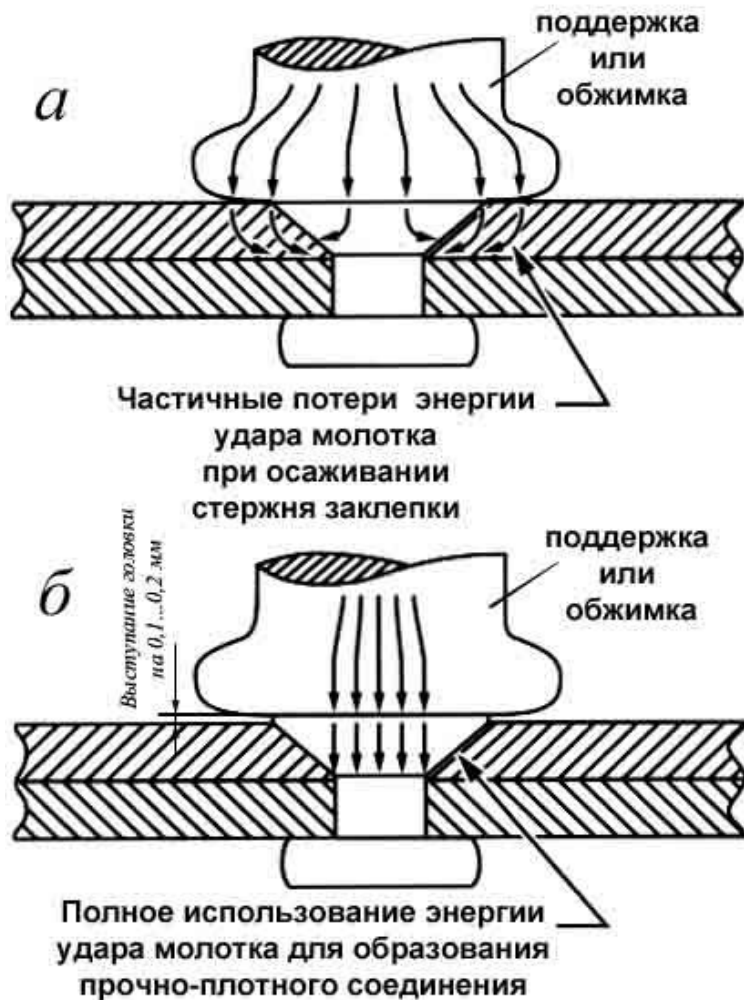
длина стержня при образовании замыкающей головки заклепки с полукруглой головкой определяется по формуле :

$$l = s + (1,2...1,5)d,$$

где

$l$  – длина стержня заклепки, мм;  
 $s$  – толщина склепываемых листов, мм;  
 $d$  – диаметр стержня заклепки, мм





Заклепочные швы при использовании заклепок с потайными закладными головками обладают в общем случае меньшей прочностью, чем швы, образованные при помощи заклепок с выступающими закладными головками. Одна из причин состоит в том, что часть материала одного из склепываемых листов удаляется под потайную головку заклепки. Другая причина состоит в том, что в случае, если срез потайной закладной головки заклепки опускается ниже уровня поверхности листа, со стороны которой она закладывается. Или излишне высоко выступает над названной поверхностью, по при обжатии стержня не происходит полное заполнение полости в склепываемых листах, предназначенных для установки стержня и потайной закладной головки.

**Необходимо** зенковку производить таким образом, чтобы **срез потайной закладной головки заклепки выступал над поверхностью листа на  $0,1...0,2$  мм.**

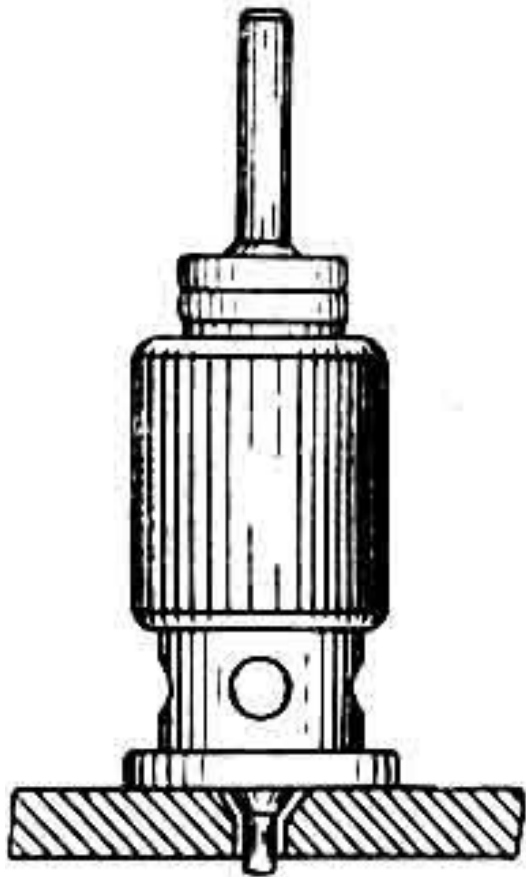


Рис. **Зенковальная  
головка с  
регулируемым упором**

Зенкование конусных гнезд рекомендуется производить с помощью зенковальных головок с регулируемым упором (рис.), ограничивающими глубину зенкования. Регулировка упоров производится по эталонному гнезду.



Вопрос о размерах усиливающих элементов и элементов, обеспечивающих наложение технологических связей на элементы усиления с материалом элементов ремонтируемой конструкцией

(в рассматриваемом примере – вопрос о числе заклепок, необходимых для соединения элемента усиления – подкладки, - с обшивкой),

в практике ремонта обычно решается на основе **расчета на равнопрочность**.

# УСЛОВИЕ РАВНОПРОЧНОСТИ:

$$P_o = P_H = P_{\text{ср.з}}$$

$P_o$  - разрушающие усилия на разрыв ремонтируемого элемента;

$P_H$  - разрушающие усилия на разрыв накладки;

$P_{\text{ср.з}}$  - разрушающее усилие на срез деталей соединения (заклепки, болта, винта).

$$\sigma_v \cdot F_o \leq \sigma_{v.H} \cdot F_H \leq \sigma_{v.\text{ср.з}} \cdot F_{\text{ср.з}} \cdot n$$

# УСЛОВИЕ РАВНОПРОЧНОСТИ:

$$\sigma_v \cdot F_o \leq \sigma_{v.n} \cdot F_n \leq T_{v. ср.з} \cdot F_{ср.з} \cdot n$$

$\sigma_v$  - предел прочности при растяжении материала обшивки;

$\sigma_{v.n}$  - предел прочности при растяжении материала детали усиления (накладки);

$T_{v. ср.з}$  - предел прочности при срез материала деталей соединения (заклепки, болта, винта);

$n$  – число (количество) элементов соединения (заклепок и т. п.).

Заклепки в соединениях конструкции самолета работают на срез, смятие и в ряде случаев (крепление обшивки к каркасу) на отрыв головки.

Точно определить силу трения в заклепочном соединении довольно трудно. Поэтому считают, что нагрузка равномерно распределена между всеми заклепками. На самом деле, чем больше заклепок в ряду, тем неравномернее они работают, причем больше всего нагружены крайние заклепки за счет недогрузки средних.

Усилие, приходящееся на одну заклепку  $P_0$ , определяется по формуле:

$$P_0 = (z\pi d^2/4) \cdot \tau_{cp},$$

где  $z$  — число одновременно срезающихся сечений;

$d$  — диаметр отверстий под заклепку, см;

$\tau_{cp}$  — допустимое напряжение на срез, кг/см<sup>2</sup>.

Отсюда количество заклепок в шве  $n$  будет равно

$$n \geq P/P_0,$$

где  $P$  — усилие на узел.

Если считать, что заклепки могут работать не только на срез, но и на смятие, то число их  $n$  должно быть:

$$n \geq P/(s_{min} \cdot d \cdot \sigma_{см}),$$

где  $\sigma_{см}$  — допускаемое напряжение на смятие, кг/см<sup>2</sup>,

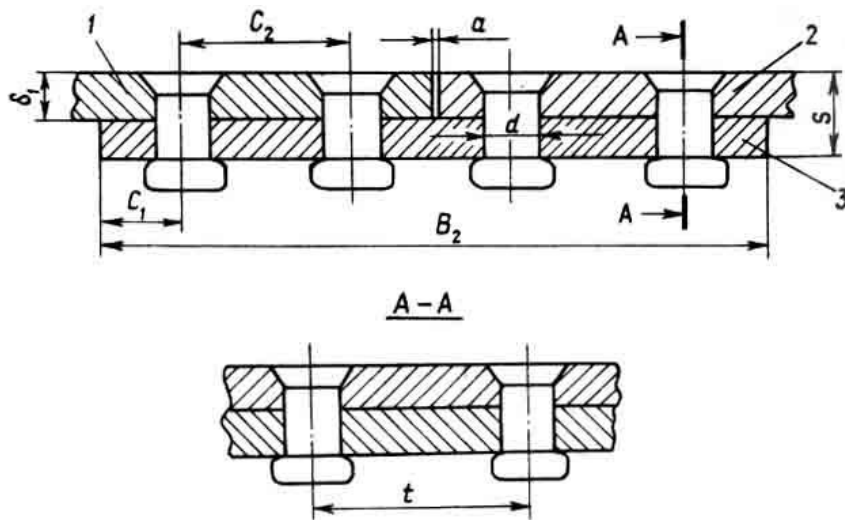


Рис. **Схема клепанного соединения:**

- 1 – обшивка;
- 2 – наполнитель;
- 3 – соединительная лента

Шаг заклепочного соединения определяется по приближенным формулам:

$$t = 3 \cdot d \text{ мм (для односрезного шва);}$$

$$t = 5 \cdot d \text{ мм (для двухсрезного шва).}$$

Расстояние оси заклепки от края листа

$$c_1 = 2 \cdot d + 2 \text{ мм.}$$

При ремонте герметических кабин применяют двухрядный заклепочный шов, шаг которого определяется по формуле:

$$t = (4 \dots 5) \cdot d \text{ мм,}$$

а расстояние между рядами по формуле:

$$c_2 = (0,6 \dots 0,8) \cdot t.$$

Зазор между стыкуемыми элементами  $a \leq 1 \text{ мм.}$

Длину подкладки  $L$  находят из выражения:

$$L = L_1 + 2(a + 2 c_1 (n_1 - 1) c_2),$$

где  $L_1$  – длина вырезанного участка;  $n_1$  – число рядов заклепок в шве.



Рис. Проведение перпендикулярных линий при разметке и используемый при этом инструмент



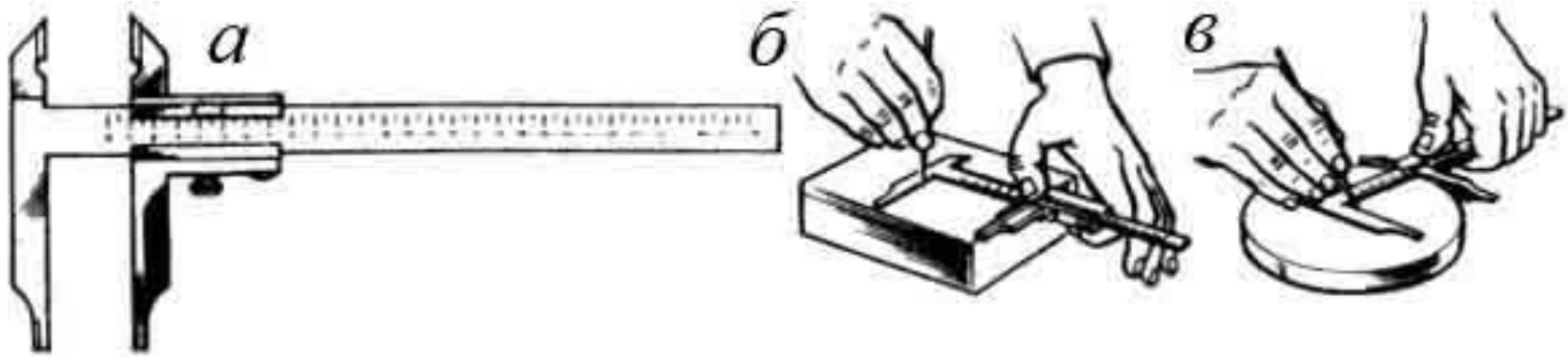


Рис. Разметочный штангенциркуль:  
 а - устройство; б – разметка прямых; в – разметка центров

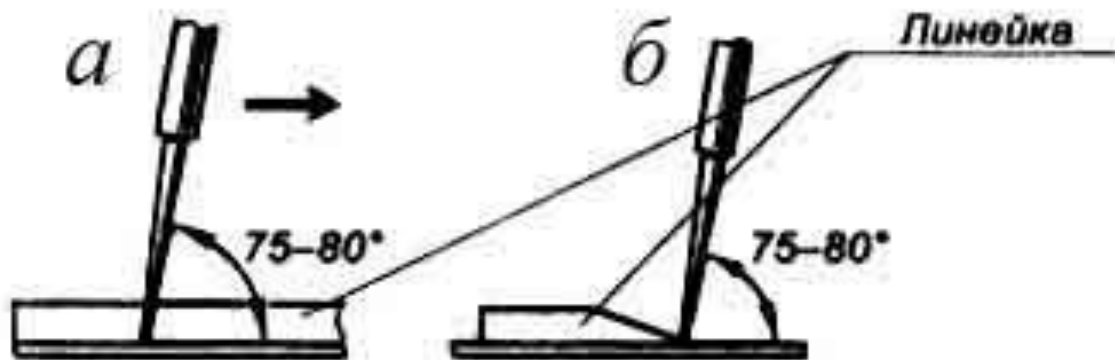
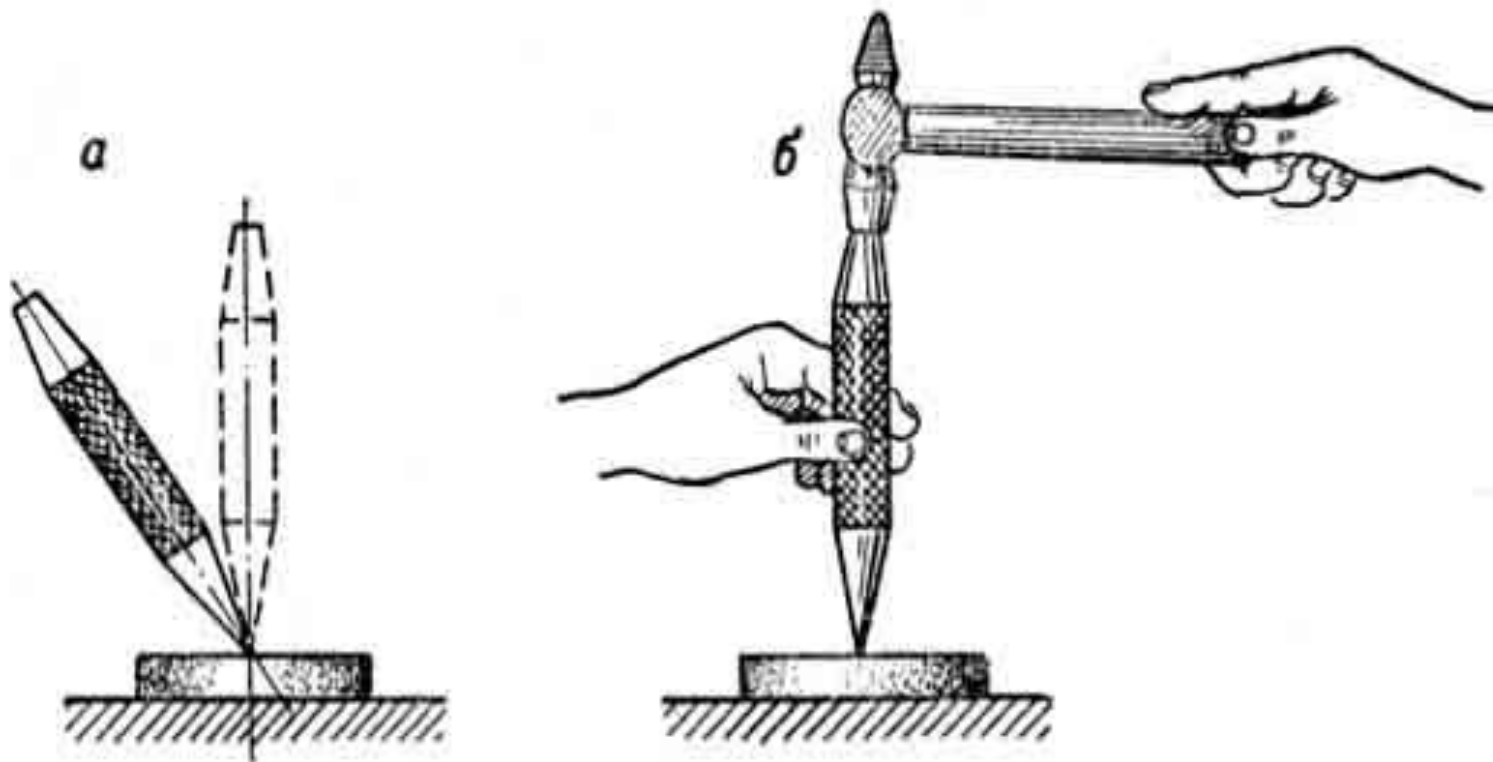


Рис. Нанесение линий (рисок):  
 а – наклон чертилки в сторону перемещения ее; б – наклон в сторону от линейки



Рис. **Нанесение окружностей и дуг**



**Рис. Накернивание разметочных линий и используемый при этом инструмент – кернер и молоток:  
а – установка кернера; б - кернение**

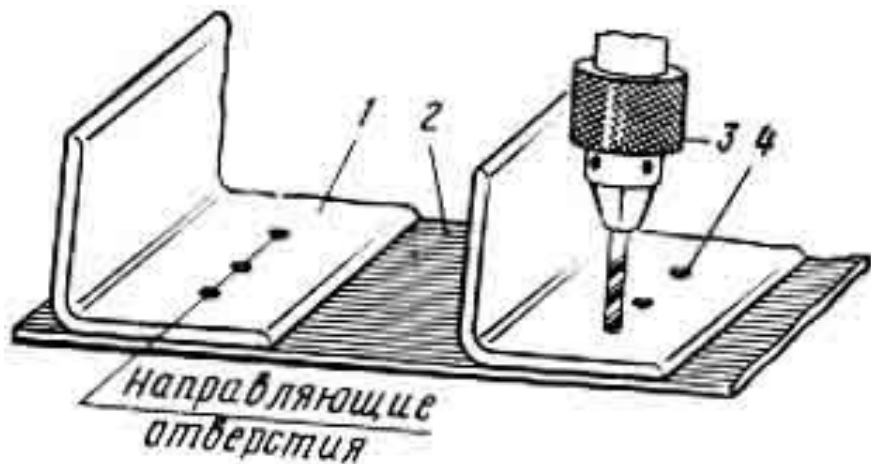


Рис. **Сверление отверстий по направляющим отверстиям:**

1 – стрингер; 2 – обшивка; 3 – дрель;  
4 – отверстие

Разметка отверстий под заклепки, болты, винты производится одним из следующих способов:

- по старым отверстиям в остающихся элементах;
- по аналогии с остающимися участками элементов конструкции;
- по размерам аналогичных конструкций таких же типов самолетов;
- по шаблонам;
- по чертежам или эскизам.

Если возможно, отверстия сверлят по старым отверстиям, как по кондуктору (рис. ). В этих случаях разметка не требуется, а трудоемкость сверления сокращается на 30%.

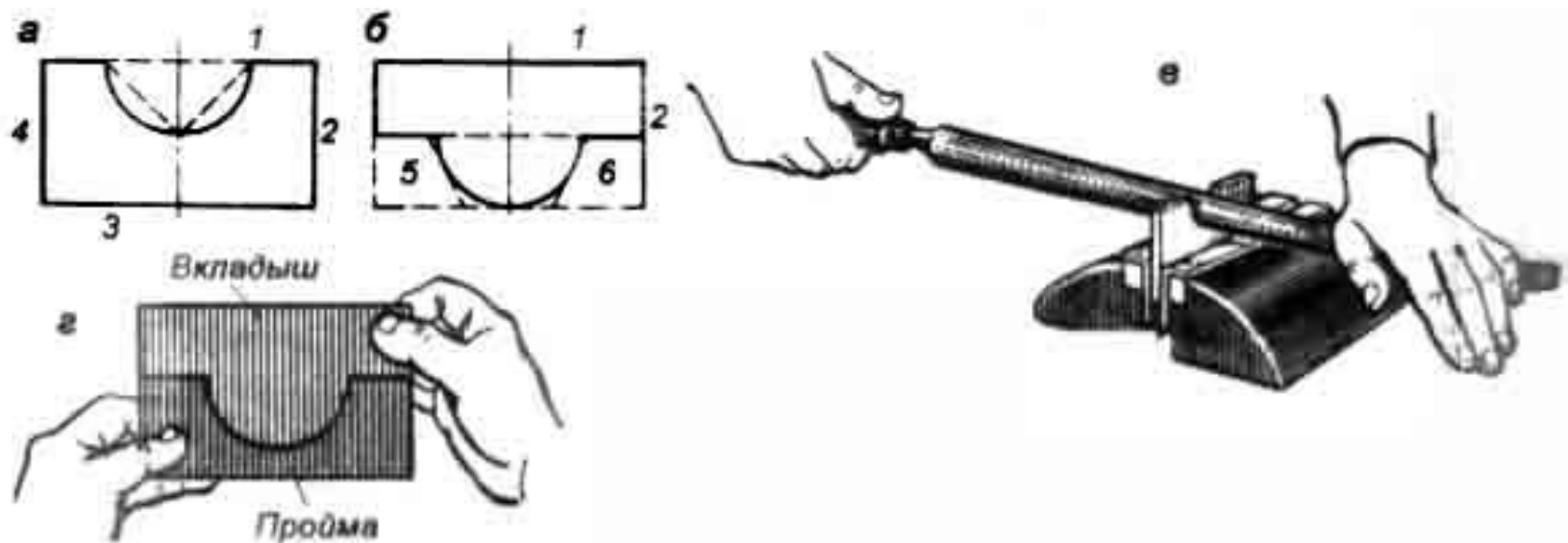


Рис. **Опиливание и припасовка и используемый инструмент и приспособление – напильники и тиски слесарные:**  
 а - разметка; б – подгонка; в – подпиливание; г – проверка вкладышем

Припасовку следует производить так, чтобы детали сопрягались от руки без просветов, качки, перекосов.

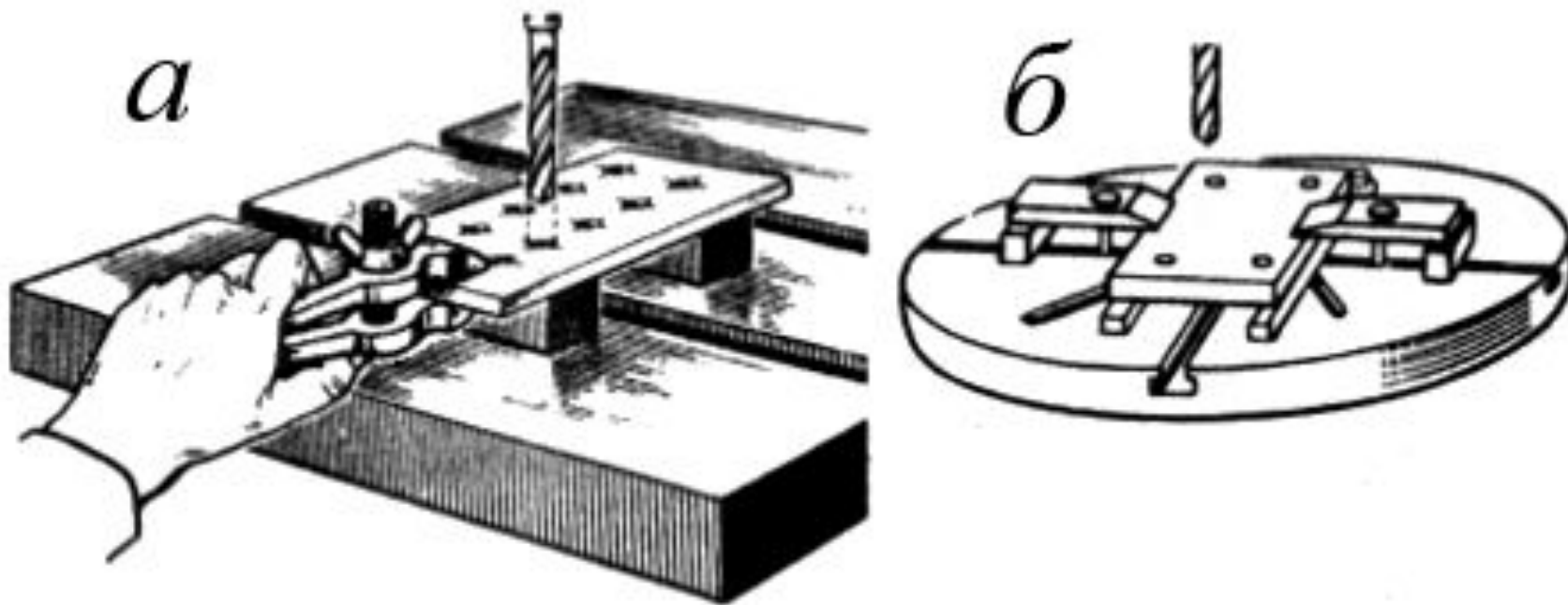
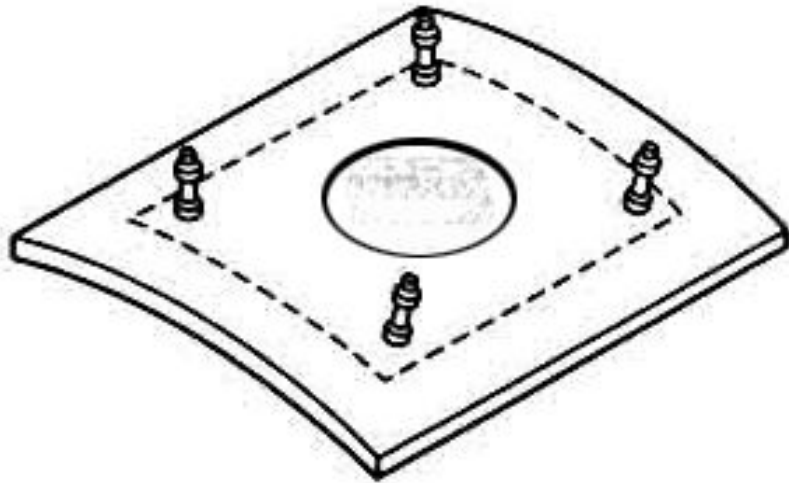


Рис. **Некоторые способы крепления деталей при сверлении:**  
а - при помощи ручных тисков; б – прижимами на универсальной поворотной (угловой) плите



**Рис. Способ прессования - создания давления на заплаты – при ремонте клепкой с помощью фиксаторов типа Клеко (Gleco)**

**Фиксаторы Клеко используются для временного удержания металлических накладок и создания давления опрессовки. Для их установки необходимо предварительно сделать отверстия.**

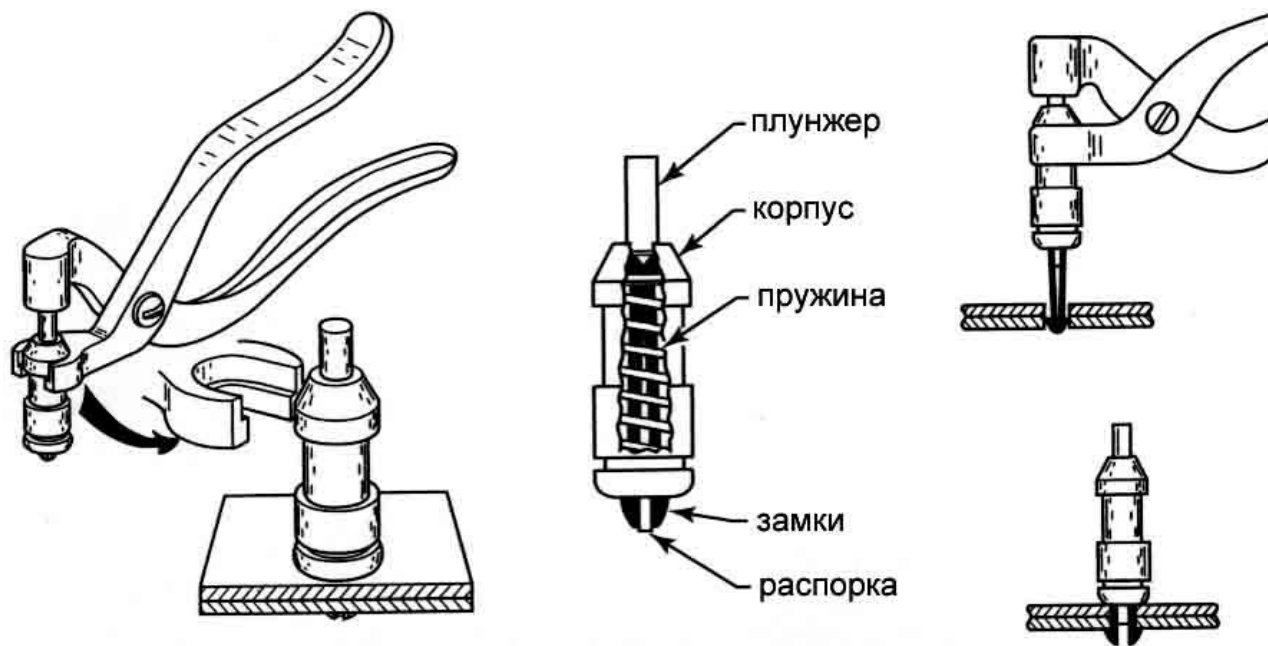


Рис. Фиксатор  
типа Клеко  
(Cleco)

**Cleco** - фамилия одного из людей, их изобретавших. Их можно встретить и под другими названиями типа KwikLok и т.п.

Они многоразовые, служат обычно не меньше 200...300 циклов, хотя 1...2 штуки из сотни могут сломаться сразу.

Внутри у обычных Клеко пружинка, а тонкий штырь (жало), который собственно и вставляется в фиксируемое на вашей детали отверстие, состоит из двух продольных половинок переменного сечения. Перед установкой специальными щипцами (на фото) вы берете Клеко и, сжимая щипцы, утапливаете кнопку-головку внутрь Клеко. При этом жало выходит наружу и сжимается, что позволяет вставить его в деталь. Теперь снимаем щипцы, жало, втягиваясь внутрь, расходится. Два зубчика на его конце цепляются за деталь изнутри, а снаружи к детали прижимается корпус Клеко. Отверстие зафиксировано. Снимается в обратном порядке.

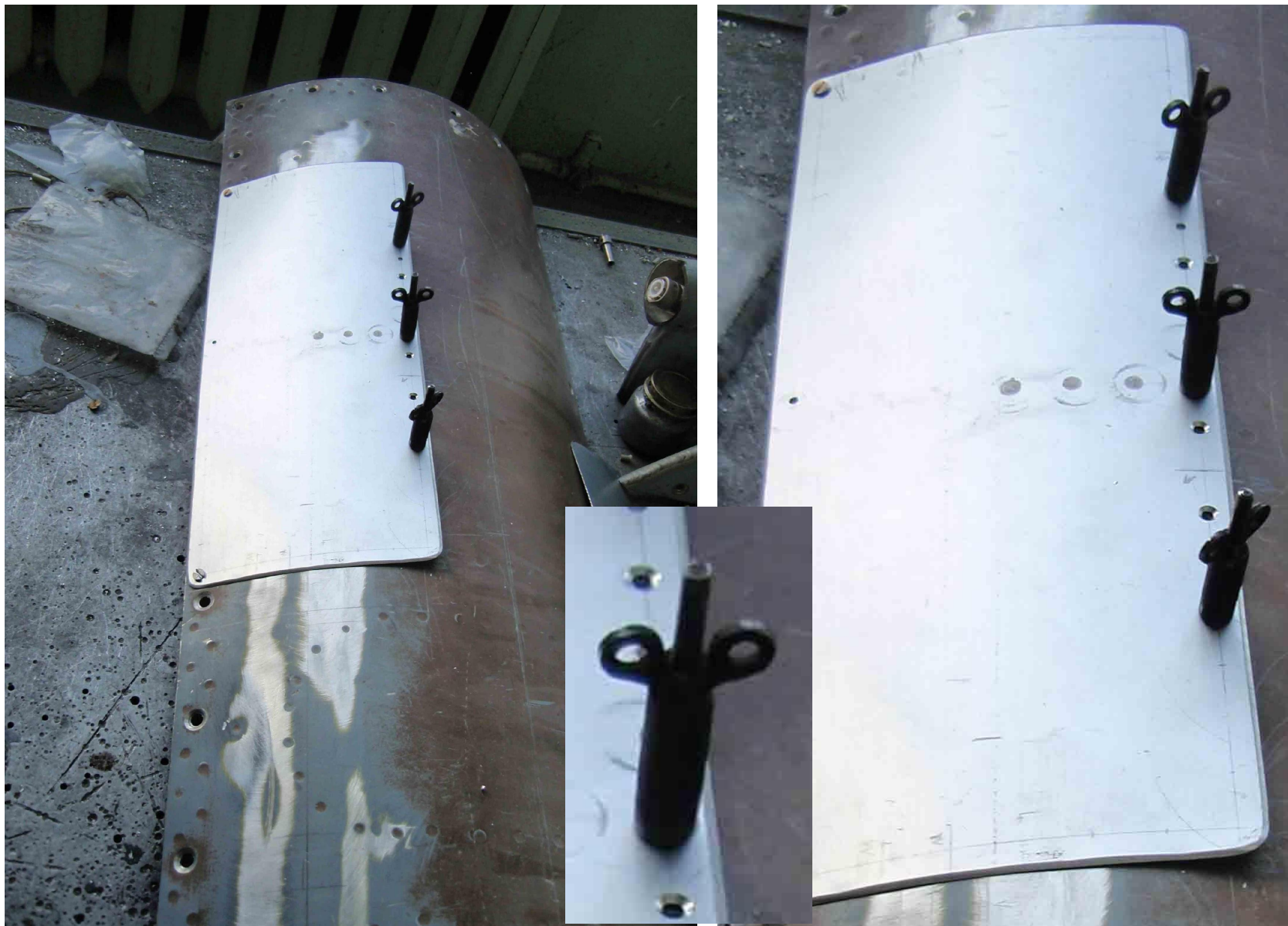




Рис. Фиксаторы  
типа Клеко  
(Cleco)

На картинке есть еще винтовые Клеко - для особо сильного сжатия деталей, и угловые - для сжатия тонких листов, в которых нет отверстий.

Обычные Клеко бывают пяти основных дюймовых типоразмеров от  $3/32$  до  $1/4$  дюйма. Для удобства корпус каждого размера имеет свой цвет. На серьезных производствах, где приходится много работать с Клеко, щипцы используют пневматические или электрические.



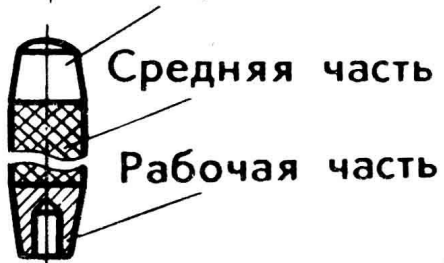
**Рис. Пример использования фиксаторов типа Клеко (Слесо)  
на 514 АРЗ (Ржев-3)**

# Инструменты для ручной клепки

Поддержка



Натяжка



Обжимка



**Поддержка** – массивный цилиндрический стержень с лункой по форме закладной головки, который служит опорой для заклепки и должна быть в 3...5 раз массивнее молотка.

**Натяжка** – стержень с отверстием в рабочей части, который служит для сжатия соединяемых листов перед клепкой.

**Обжимка** – стержень с лункой на рабочей части. Имеет цилиндрическую и конические рабочую и ударную части. Служит для оформления вновь образуемой (замыкающей) головки, придания ей правильной формы.

Деформация стержней заклепок производится прессованием или при помощи молотка. Прессовая клепка позволяет получать заклепочные соединения более высокой прочности и более гладкую поверхность, но она требует хороших подходов к объекту клепанных работ.

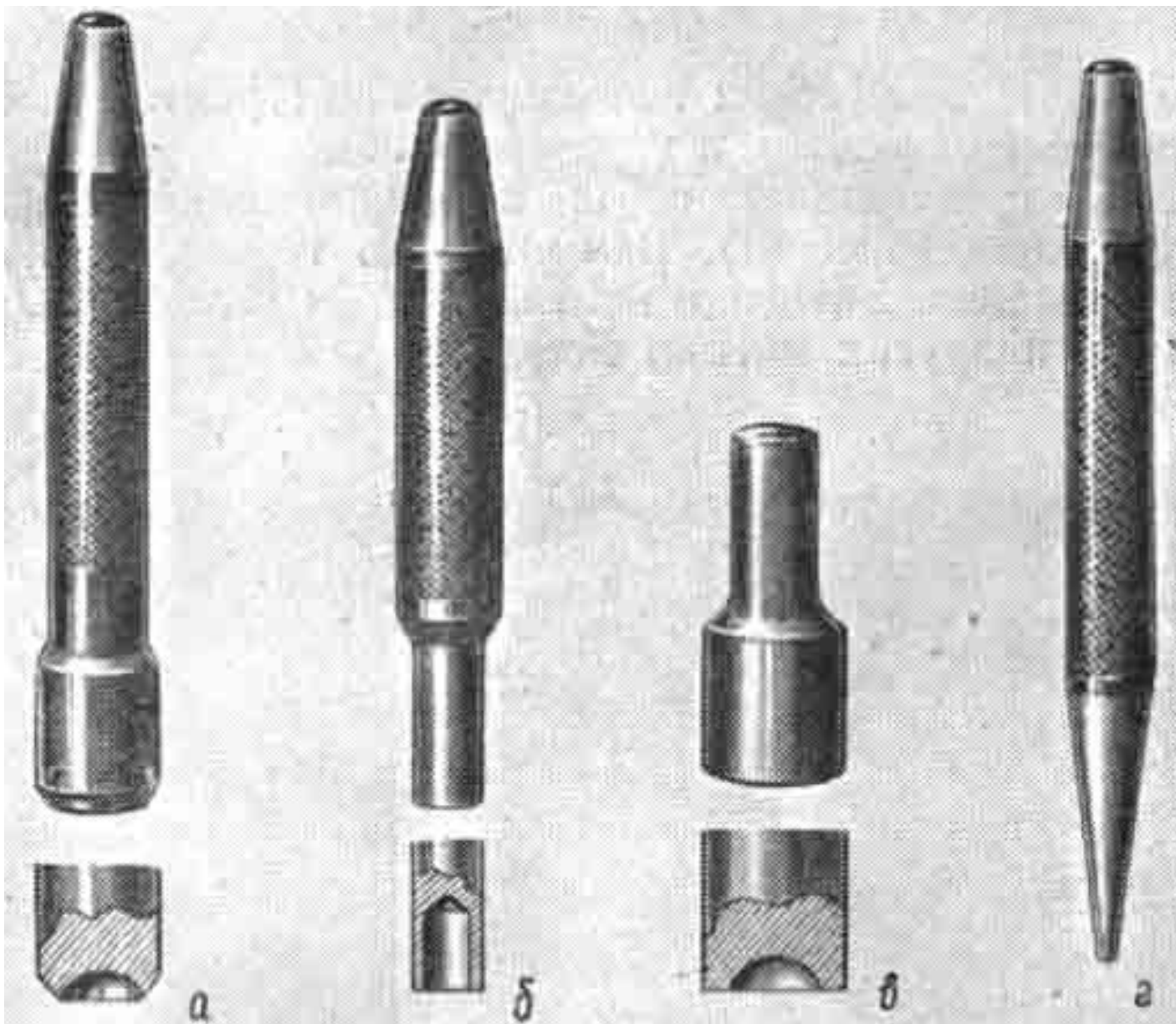


Рис. Приспособления для клепания:  
а – обжимка; б – натяжка; в – поддержка; г - бородок

## Выбор молотка при клепке

Диаметр стержня заклепки, мм	2...3	4...5	6...8
Масса молотка, г	200	400	500



На качество заклепочного соединения оказывает влияние вес молотка. Излишне тяжелый или легкий молоток приводит к снижению прочности шва и ухудшению гладкости склепываемой поверхности.

Рис. Виды поддержек, используемых при клепке

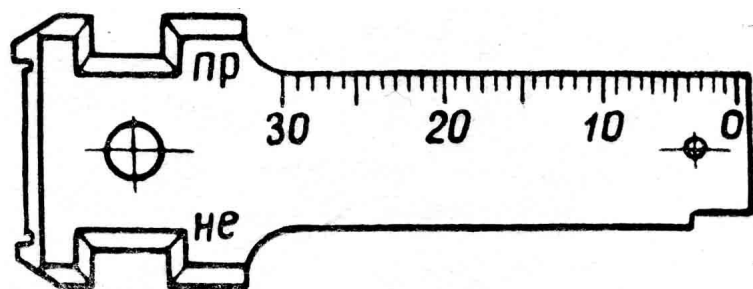


Рис. Шаблоны для  
контроля замыкающих  
головок заклепок

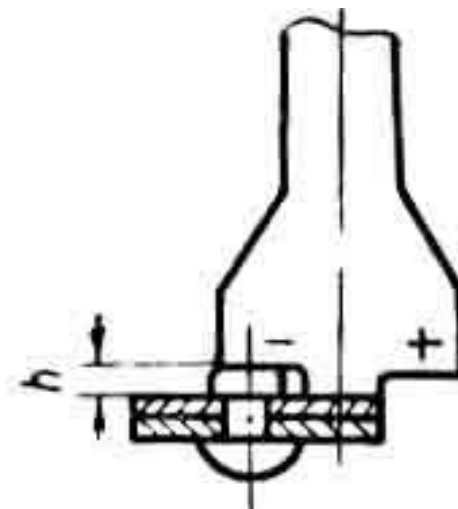


Рис. Проверка высоты  
замыкающей головки при помощи  
шаблона

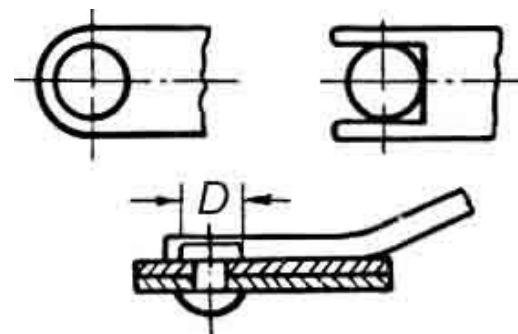
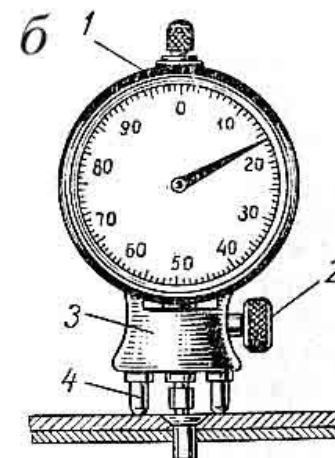
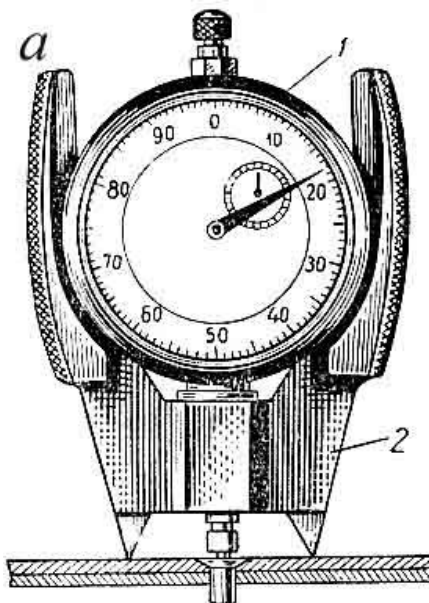


Рис. Проверка диаметра  
замыкающей головки при  
помощи шаблона



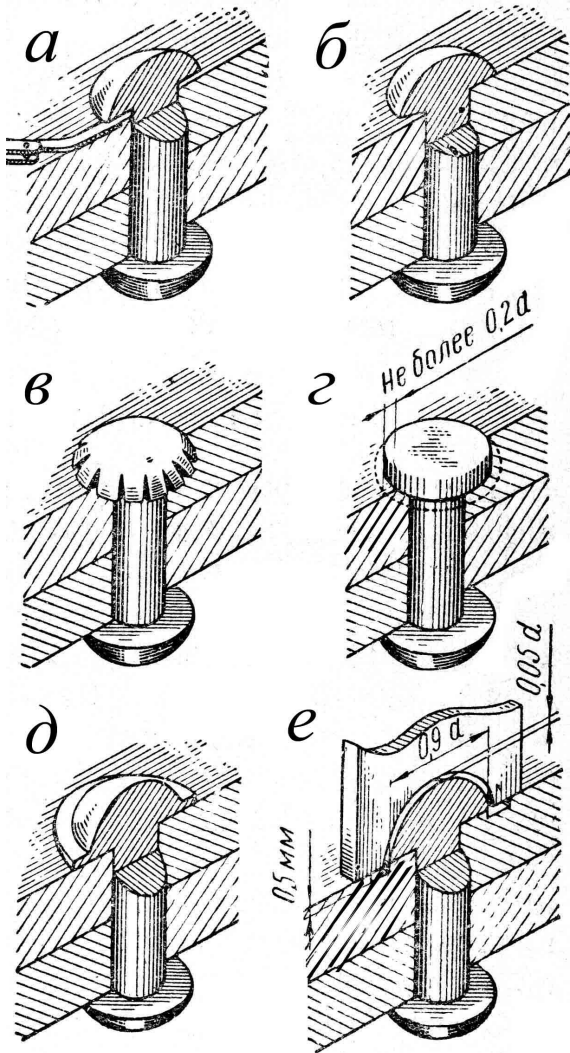


**Рис. Проверка выступания головок  
заклепок над поверхностью листа  
контрольными приборами КП-1 и КП-2:**

*а* – прибор КП-1: 1 – индикатор; 2 – корпус; *б* – прибор  
КП-2: 1 – малогабаритный индикатор; 2 – зажимной  
винт; 3 – корпус; 4 – ножка

Величины выступаний или провалов головок заклепок, глубины забоин и царапин, глубины вмятин и провалов или гофра на обшивке определяются специальными индикаторами (часового типа) со сменными ножками.

# Контроль заклепочного шва



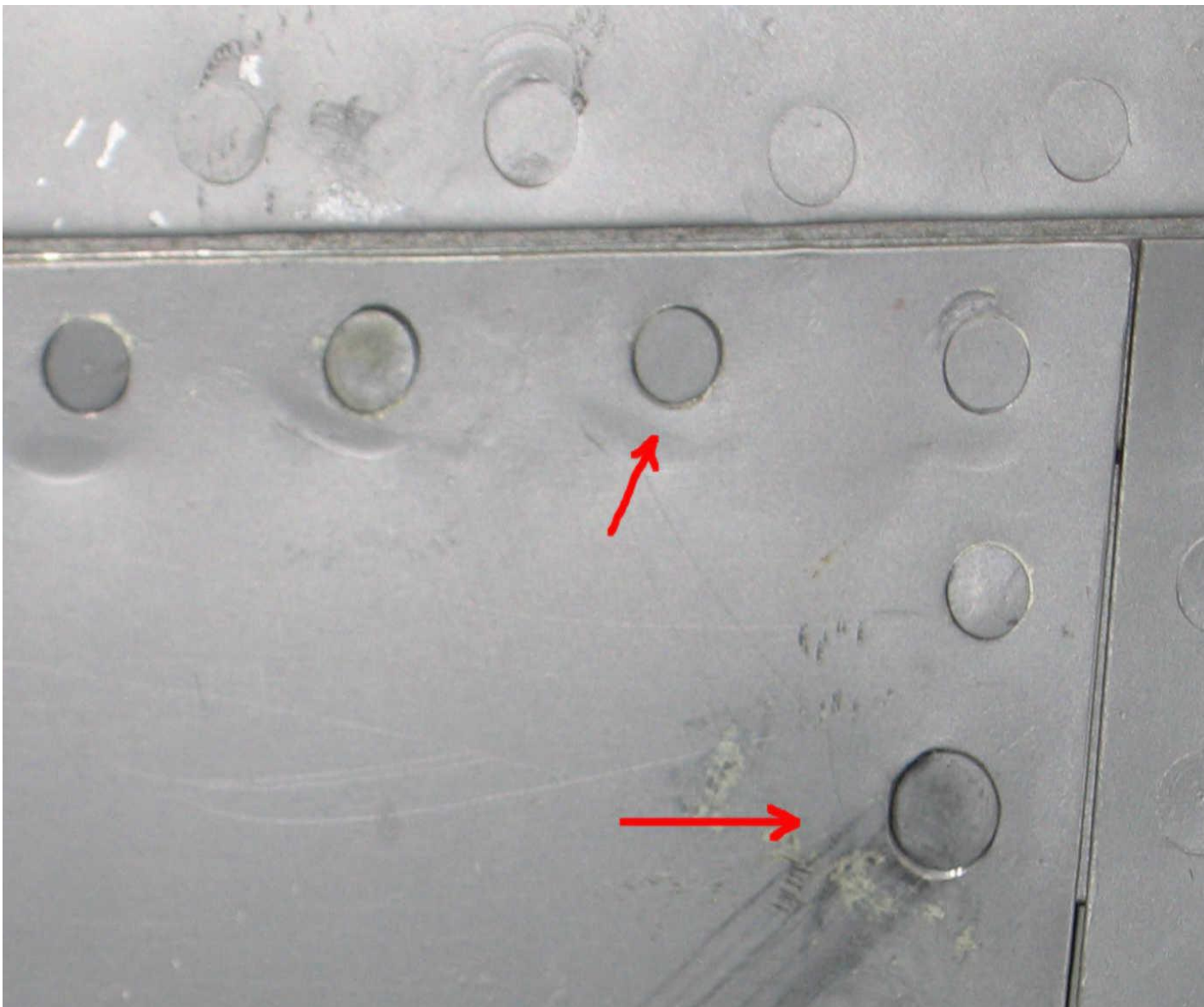
В эксплуатации состояние заклепочных соединений оценивается визуальным осмотром по внешним признакам:

- качание заклепки,
- образование венчика вокруг закладной головки и
- наличие перекоса закладной головки в гнезде.

Рис. Виды дефектов в заклепочных соединениях:

*a, б* – неплотное прилегание головки к склепываемой детали; *в* – трещины в головке; *г* – грибовидная головка; *д* – венчик излишнего металла вокруг замыкающей головки; *е* – малая (так называемая маломерная) головка





**Рис. Характерные признаки ослабления заклепок**



**Использованная литература:**

- 1. Ремонт летательных аппаратов: Учебник для вузов гражданской авиации. А. Я. Алябьев, Ю. М. Болдырев, В. В. Запорожец и др.; Под ред. Н. Л. Голего. – 2-е изд., перераб. и доп.- М: Транспорт, 1984. – 422 с.*
- 2. Бейлин. Л. А., Мейер А. А. Ремонт самолетов, вертолетов и авиационных двигателей. Учеб. пос. для сред. учеб. заведений ГА. – М.: Транспорт, 1966. – 428 с.*
- 3. Ингликов М. А. Ремонт технических систем. Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1978. – 322 с.*
- 4. Ремонт и техническая эксплуатация лесотехнического оборудования. – Л.: Агропромиздат. ленингр. отд-не, 1989. – 312 с.*
- 5. Горохов В. А., Лоцманов С. Н., Михайлов А. А., Петрунин И. Е. Авиационное ремонтное дело. Часть 1 и часть 2. Под ред. д.т.н. проф. А. А. Михайлова. М.: Военное издательство МО СССР, 1970.*

Якущенко В.Ф. Ремонт воздушных судов: Учебное пособие  
/ СПбГУГА. С.-Петербург, 2011.