

Раздел 1. ОСНОВЫ КЛЕПАЛЬНЫХ, СВАРОЧНЫХ И ПАЯЛЬНЫХ РАБОТ

Основы клепальных работ

Заклепочные соединения широко применяются в самолетостроении и при ремонте самолета. Детали при клепке соединяются внахлестку (листы накладываются друг на друга) или с помощью дополнительных накладок встык.

1. Процесс клепки представляет собой соединение двух или большего числа деталей посредством деформирования (расклепывания) стержней заклепок, вставленных в предварительно просверленные в деталях отверстия.

Применяются заклепки, имеющие следующие стандартные диаметры в мм: 1; 1,4; 1,6; 2; 2,6; 3; 3,5; 4; 5; 6; 7; 8; 10. Заклепки диаметром свыше 10 мм в самолетостроении почти не применяются из-за невозможности вести холодную клепку. Заклепки, применяемые на самолетах Ан-24, Ан-26 и Ан-30, отражены в табл. 1.1 и 1.2, помещенных на вклейке № 1 в конце книги.

Примечание. Допускается применение заклепок \varnothing 4,5 и 5,5 мм, предусматриваемых в нормальх предприятий.

2. Для заклепок применяются следующие марки алюминиевых сплавов: АМг5П, Д-18, Д-19П, АМц, В65, В94; стальных: 10, 15А, 20Г2, 12Х18Н10Т, 20А, 1Х18Н9Т; медных — М2; латунных — Л63. Состояние материала заклепок при постановке их в конструкцию (согласно техническим условиям 104 АТУ и 93 АТУ57) должно быть таким, как указано в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Материал		Состояние заклепок при постановке в конструкцию
Алюминиевые сплавы	В65	Закаленные и состаренные
	Д18П	
	АМг5П	Отожженные
	АМц	Без термообработки
	АЛ1	
	Д-19П	После закалки в течение не более 6 ч для заклепок диаметром от 2,6 до 5 мм, 4 ч для заклепок диаметром 6 мм, 2 ч для заклепок диаметром 7 и 8 мм
Стали	15; 10	После отпуска
	20 ГА	После закалки и отпуска
	Х18Н9Т	Закаленные
	(1Х18Н9Т)	
Медь	М2	Отожженные
Латунь	Л63	

Наиболее важными заклепочными сплавами являются Д18 и В65, способные расклепываться в любое время после старения.

3. Прочность материала заклепок на срез для сплавов В65, Д18, АМг5П и АМц составляет соответственно 27; 20; 17; 7,5 кгс/мм²; для сталей 20Г2, 1Х18Н9Т (Я1Т), 15А-55, 44 и 35 кгс/мм².

Разрушающие усилия на срез заклепок приведены в табл. 1.2.

4. Диаметр стержней заклепок подбирается из условия равнопрочности элементов соединения и приблизительно должен быть равен толщине наиболее тонкого из скрепляемых листов, поделенной на 0,8 ($\sim \frac{\pi}{4}$) и умноженной на отношение сопротивлений: ли-

ста — смятию и заклепки — срезу. Так, например, для герметичного шва диаметр заклепки из Д18П при толщине обшивки из

Д16АТ 2 мм должен быть равен $\frac{2}{0,3} \cdot \frac{30}{19} = 4$ мм. При меньшем

диаметре заклепки листы будут недогружены, при большем — перегружены. Диаметр заклепки также можно подбирать и по эмпирической формуле $d = 2 \sqrt{S}$, где d — диаметр заклепки, мм; S — суммарная толщина соединяемых деталей, мм (см. табл. 1.1).

5. Для обеспечения достаточной прочности заклепочного соединения добиваются, чтобы замыкающие головки имели выгодные размеры: диаметр замыкающей головки $D = (1,5 \div 1,6)d$ и высота $h = (0,4 \div 0,6)d$, где d — диаметр стержня заклепки, мм. Для определения диаметра и высоты замыкающей головки руководствуйтесь табл. 1.6.

Длина заклепки выбирается с таким расчетом, чтобы стержень заклепки заполнял зазор в заклепочном отверстии, а металла выступающей части стержня было бы достаточно для образования замыкающей головки:

$$L = S + 1,3 d,$$

где L — длина стержня заклепки, мм;

d — диаметр заклепки, мм;

S — суммарная толщина соединяемых деталей (листов), мм.

Подбор длин заклепок для самолета Ан-24 приводится в табл. 1.1.

6. При ручной клепке применяются молотки массой 150—200 г для заклепок диаметром до 2,5 мм; 200—350 г для заклепок диаметром до 3 мм; 350—400 г для заклепок диаметром до 4 мм и 400—450 г для заклепок диаметром до 5 мм.

Поддержки должны иметь массу в 4—5 раз большую массы молотков.

Вес поддержек, применяемых для клепки самолетов Ан-24, указан в табл. 1.2.

Конец клепки определяется по звуку ударов — они становятся приглушенными.

7. При сверлении отверстий под заклепки руководствуйтесь табл. 1.6.

После сверления отверстий необходимо снять заусенцы.

8. Шаг заклепочного соединения t (в мм) определяется по приближенным формулам:

$t=3d$ — минимально допустимый шаг (для односрезного шва) и $t=5d$ мм (для двухсрезного шва). Расстояние оси заклепки от края листа $a=2d+2$ мм, где d — диаметр заклепки в мм.

При ремонте герметических кабин применяют двухрядный заклепочный шов, шаг которого определяется по формуле $t=(4-5)d$, а расстояние между рядами по формуле $t_0=(0,6-0,8)t$.

9. Клепку ведут от середины шва к краям для предотвращения выпучивания листов. Поставив первую заклепку, следует ставить четвертую от нее в одну сторону и четвертую в другую сторону, затем две соседние с первой, далее — две оставшиеся.

После этого ставят пятую, шестую и т. д. заклепки в каждую сторону.

Количество заклепок в шве определяется по формуле $n \geq \frac{P}{P_0}$,

где P — усилие на узел, кгс;
 P_0 — усилие, приходящееся на одну заклепку.

$$P_0 = Z \frac{\pi D^2}{4} (\tau)_{\text{ср.}}$$

где Z — число одновременно срезающихся сечений;

D — диаметр отверстий под заклепку, см;

$(\tau)_{\text{ср.}}$ — допустимое напряжение на срез, кгс/см².

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

$$n \geq \frac{P}{S_{\text{min}} \cdot d (\sigma)_{\text{см}}}$$

где $(\sigma)_{\text{см}}$ — допустимое напряжение на смятие, кгс/см²;

S_{min} — наименьшая толщина соединительных листов, см;

d — диаметр заклепки, см.

10. Чертежное обозначение заклепки состоит из четырехзначного числа, содержащего информацию о форме головки и материале заклепки, и добавляемых к нему индекса «А» и цифр, обозначающих диаметр и длину стержня заклепки.

Так, например, обозначение 3517А-5-10 имеет заклепка из дюралюминия Д-18 с полукруглой головкой диаметром 5 мм, длиной 10 мм.

В чертежах встречаются также обозначения заклепок:

ЗК — полукруглая, ЗУ — потайная; ЗДК — потайная двухконусная и ЗВ — плоско-выпуклая.

11. Для того чтобы отличить стержневые заклепки друг от друга по материалу, их маркируют.

На головках заклепок в процессе изготовления на посадных автоматах ставят условные обозначения в виде выпуклых или углубленных крестиков, точек, черточек (см. табл. 1.4).

Кроме того, иногда для отличия заклепок по диаметру и длине их окрашивают в разные цвета. Обшивочные заклепки с потайными головками маркируются, как правило, углубленным знаком. Это даст возможность контролировать заклепочный шов. Заклепки из сплава В65 и сталей 10, 15А не маркируются, отличить их можно по весу и цвету. Так же не маркируются заклепки из материалов 1Х18Н9Т, медные и лагунные.

Маркировка заклепок, применяемых на самолете Ан-24, Ан-26 и Ан-30, указана в табл. 1.2.

12 Несмотря на широкое применение на самолете заклепочных соединений, они имеют ряд существенных недостатков, которые необходимо учитывать при выполнении ремонтных работ.

Первым недостатком заклепочных соединений является отсутствие постоянства показателей его прочности. Причиной этого служат недостаточная, либо чрезмерная посадка стержня заклепки. И в первом, и во втором случае прочность заклепочного соединения оказывается пониженной. Вторым недостатком заклепочных соединений является неравномерность распределения нагрузки по отдельным заклепкам в направлении действия усилия. Наиболее нагруженными оказываются крайние заклепки и в меньшей степени — заклепки середине. При этом, чем больше число заклепок в заклепочном шве, чем жестче соединение и больше шаг заклепок, тем большей будет неравномерность распределения нагрузки по отдельным заклепкам.

Вследствие неравномерного распределения нагрузки по заклепкам соединение способно выдерживать меньшую нагрузку. Нормальным считается число заклепок или рядов в направлении действия основного усилия не более 12. При увеличении числа заклепок в ряду до 25 суммарная прочность всего заклепочного соединения снижается до 18%. Третьим недостатком является трудность контроля заклепочных соединений в процессе производства. О качестве заклепочного соединения можно судить только по внешнему виду заклепок, по плотности прилегания головок к соединяемым деталям и по плотности прилегания деталей друг к другу.





13. При кленке применяются подкладки, натяжки и обжимки.

Подкладка имеет на поверхности лунки, в которые устанавливаются закладные головки заклепок для того, чтобы они при расклепывании стержней (для образования замыкающей головки) не сминались.

Натяжка служит для того, чтобы плотно прижать друг к другу и к закладной головке склепываемые детали. Для этого натяжка вставляется в торце отверстием надевается на стержень заклепки, вставленной в склепываемые детали, и по ее головке наносится удары молотком.

Таблица 1.4

Материал заклепок и их маркировка

Алюминиевые сплавы								Стали	Медь и латунь
В94	В65	Д18	Д19П	АМг5П	АМц	АД1	20 ГА	10, 15 1Х18Н9Т	М-2, Л63
	Без маркировки							Без маркировки	

Обжимка применяется для отделки замыкающей головки. Изготавливается обжимка из углеродистой инструментальной стали У8. Рабочий конец обжимки закаливается.

Герметизация заклепочных и болтовых соединений

Герметичность характеризуется количеством воздуха, вытекающего из замкнутого контура в единицу времени, или интенсивностью падения избыточного давления в герметичном объеме (термокабине, отсеке).

Герметичность заклепочного шва зависит от его конструктивных параметров, типа заклепок, способа клепки и средств герметизации.

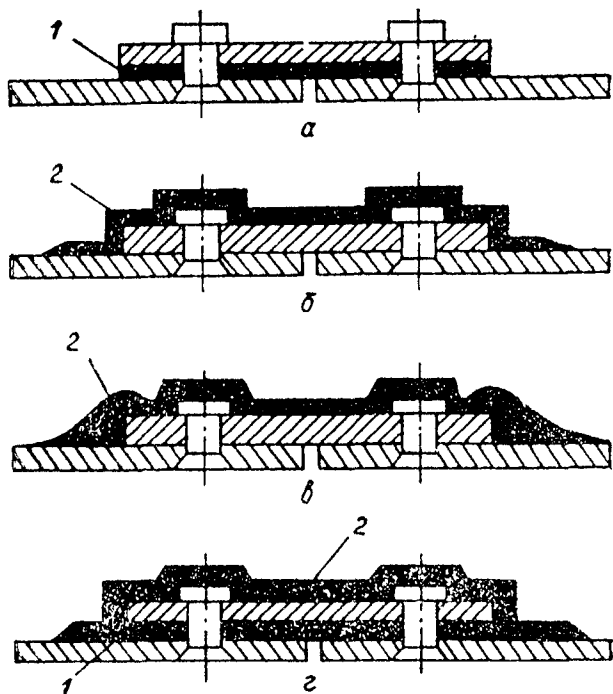


Рис. 1.1. Типовые схемы герметизации заклепочных соединений:

а — внутришовная — прочноплотное соединение; *б, в* — поверхностная — герметичные соединения с непроницаемым покрытием; *г* — комбинированная — прочноплотное соединение с внутренними пленками — прокладками.

1 — прокладка шва; *2* — герметизирующее покрытие (пленка) с внутренней стороны.

Лучшая герметичность соединения при прочих равных условиях достигается при соблюдении следующих размеров швов: шаг закле-

лок в ряду 15—20 мм, расстояние между рядами 10—12 мм, расстояние от кромки профиля 10—12 мм. Целесообразно применять двухрядные швы, так как трехрядные швы мало повышают плотность соединения.

Прессовая клепка обеспечивает более плотное соединение, чем ударная.

Исследования герметичности элементов заклепочного соединения показали, что большая утечка происходит через закладные половки и поверхности контакта элементов пакета. На рис. 1.1 показаны основные принципиальные схемы герметизации заклепочных швов, получивших распространение в самолетостроении.

При прочноплотной клепке диаметр крепежных элементов (заклепок, болтов) определяется из данных их расчета на прочность. Для лучшей герметизации соединений рационально уменьшать диаметр заклепок (болтов) и увеличивать толщину соединяемых элементов (пакета). При прочноплотной клепке диаметр отверстия под заклепку на 0,1—0,2 мм больше, чем диаметр заклепки. Герметичные болтовые соединения выполняются по 3-му классу точности, а в некоторых случаях и по 2-му.

Внутринишковые пленки — прокладки герметика должны быть тонкие (не более 0,3 мм). Перед установкой прокладки герметика прилегающая поверхность должна быть смазана техническим вазелином. Хорошие упругие свойства прокладки обеспечивают заполнение зазора при его увеличении, вызванном деформацией конструкции. Жгуты, используемые для внутринишковой герметизации, бывают ленточные и в виде валиков. Они обычно располагаются или в специальных канавках (рис. 1.2 а), или в полостях, образованных элементами герметизируемого соединения (рис. 1.2 б), или же по кромкам соединений (рис. 1.2 в). Для герметизации заклепочных соединений наносят пленку на отдельные элементы соединения — закладные половки и стыки. Для улучшения условий работы герметика в процессе пленкообразования на замыкающие головки и стыки предварительно наносятся пасты и замазки для сглаживания углов и острых кромок.

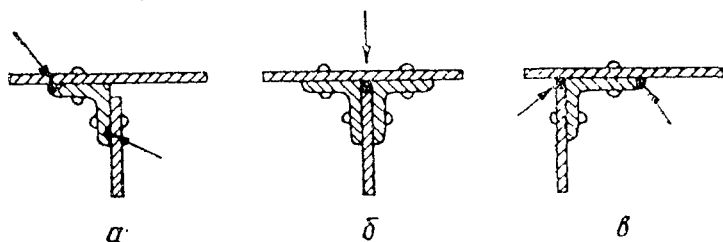


Рис. 1.2. Способы герметизации заклепочных швов с помощью жгутов:

а — в специальных канавках; б — в полостях, образованных элементами соединения; в — по кромкам соединений

Применяются также различные способы герметизации непосредственно заклевок. Наносится слой герметика на заклепке и стенках отверстия, пленка — на закладной головке. Ставится специальная уплотнительная прокладка или уплотнительный буртик на головке заклепки или уплотнительная шайба-прокладка.

Герметизация разъемных соединений, осуществляемых болтами, во многом аналогична герметизации заклепочных швов. Широко используется способ прокладок, которые располагаются на поверхности шайб или заключены в специальные выточки.

Анкерные гайки герметизируются с помощью уплотнительных колец, помещаемых в канавки, имеющиеся на винте или корпусе гайки. В герметичных отсеках применяют глухие анкерные гайки.

Соединения малых диаметров обычно уплотняются с помощью прокладок или жгутов.

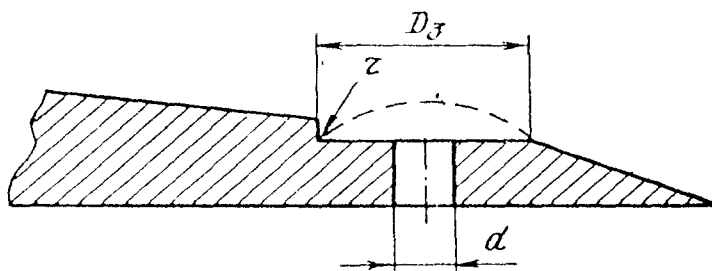
Герметизация глиновых соединений фюзеляжа самолетов Ан-24, Ан-26 и Ан-30 показаны на рис. 1.3.

Указания по клепальным работам на самолетах Ан-24, Ан-26 и Ан-30

Весь процесс кленки при ремонте подразделяется на ряд технологических операций:

- керновка и высверливание головок заклепок;
- удаление стержней заклепок;
- разметка и сверление отверстий под вновь устанавливаемые заклепки;
- образование гнезд под головку заклепки при потайной клепке;
- установка заклепок в отверстие;
- натяжка склеиваемого пакета;
- образование замыкающей головки;
- контроль качества кленки.

Примечание. В технологическом процессе предусматривать операцию цекования, если в чертежах изделия или ремонта имеются указания о выполнении цековки под закладные или замыкающие головки заклепок. При цековании отверстий под закладные и замыкающие головки заклепок диаметр торцевого зенкера выбрать в зависимости от диаметра заклепки по табл. 1.5.



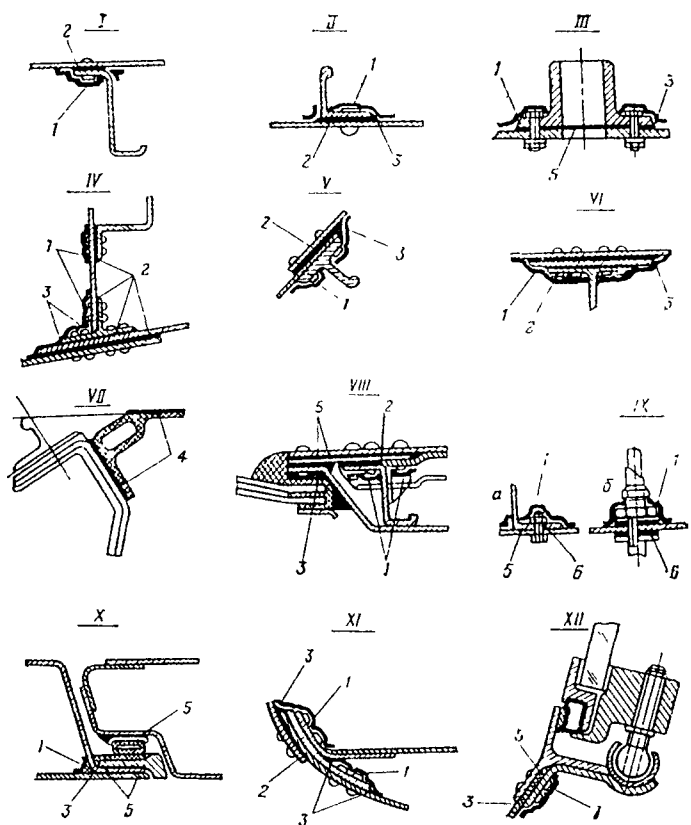


Рис. 13. Герметизация типовых соединений фюзеляжа:
 I — стык шпангоута с обшивкой; II — стык стрингера с обшивкой; III — фланцевое соединение; IV — соединение шпангоута 40; V — продольный стык обшивки без подкладной ленты; VI — стык обшивки по шпангоуту 17 и 20; VII — стык центроплана; VIII — уплотнение в проеме окна; IXa — крепление кронштейнов; IXб — штуцерное соединение; X — уплотнение проемов дверей и люков; XI — соединение скуловой балки; XII — уплотнение форточек
 1 — кистевой герметик У30МЭС-5; 2 — герметик ВГК-18 № 3;
 3 — шпательный герметик У30МЭС-5, 4 — клей КР-5-18;
 5 — уплотнительная лента У20-А; 6 — шайба из уплотнительной ленты У20-А

Таблица 15

Диаметр заклепки, мм	2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
Диаметр сверла, DЗ, мм	12	14	18	20	22			
r, мм	1,5	2,0	3,0					

Керновка и высверливание головок заклепок. Перед высверливанием заклепки необходимо накернить. Керновка дает возможность высверливать заклепку строго по центру и сводить до минимума смещение сверла, что предохраняет обшивку от возможных повреждений.

Диаметр сверла для проведения этой операции выбирается на 0,1—0,2 мм больше номинального диаметра стержня заклепки. Высверливать заклепку следует на глубину высоты головки.

Удаление стержней заклепок. Стержень заклепки следует удалять с помощью пробойника диаметром на 0,1—0,2 мм меньше номинального диаметра заклепки и слесарного молотка. Со стороны замыкающей головки следует устанавливать поддержку во избежание деформации пакета.

Разметка и сверление отверстий под вновь устанавливаемые заклепки. При постановке новой усиливающей накладки разметку выполняют простым карандашом согласно ремонтному эскизу. При разметке части обшивки разметку ее следует выполнять, используя старые отверстия в каркасе. Диаметр отверстия под заклепку выбирается согласно табл. 1.6.

Примечание. Овальность замыкающей головки заклепки должна находиться в пределах допуска на диаметр

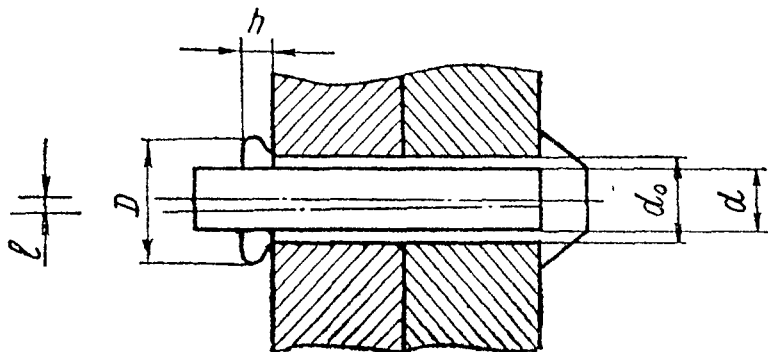


Таблица 1.6

Определение диаметра отверстия под заклепку и замыкающей головки заклепки в мм

Номинальный диаметр заклепки	2	2,6	3	3,5	4	5	6	7	8	10
Диаметр отверстия под заклепку, d_1	$2,1^{+0,1}$	$2,7^{+0,1}$	$3,1^{+0,1}$	$3,6 \pm 0,15$	$4,1^{+0,15}$	$5,1^{+0,15}$	$6,1^{+0,2}$	$7,1^{+0,2}$	$8,1^{+0,2}$	$10,1^{+0,2}$
Диаметр замыкающей головки заклепки, D	$3 \pm 0,2$	$3,9 \pm 0,25$	$4,5 \pm 0,3$	$5,2 \pm 0,3$	$6 \pm 0,4$	$7,5 \pm 0,5$	$8,7 \pm 0,5$	$10,2 \pm 0,5$	$11,6 \pm 0,8$	$14,5 \pm 1,0$
Высота замыкающей головки заклепки, h_{min}	0,8	1,1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	2,8	3,2	4
Допустимое смещение замыкающей головки относительно оси стержня, l_{max}	0,1	0,2		0,3		0,4	0,5	0,6		0,7

Для клепки по имеющимся (старым) отверстиям в элементах конструкции применяют заклепки, аналогичные высверленным, если диаметр отверстия под заклепку не превышает 0,2 мм номинала для заклепок диаметром до 5 мм и 0,3 — свыше 5 мм. В любом случае применяйте заклепки следующего по величине диаметра:

расположение отверстий в швах (шаги, минимальные перемычки и др.) должно соответствовать требованиям чертежа или эскиза и удовлетворять технические условия на узлы и агрегаты;

не допускается расположение отверстий в зоне подсечки (на ее сбеге);

отверстия под заклепки должны иметь размеры, указанные в табл. 1.6;

величина овальности отверстий не должна выходить за пределы допускаемых отклонений на их диаметры, указанные в табл. 1.6;

положение осей отверстий под заклепки относительно поверхности детали должно обеспечивать плотное прилегание закладных болтов заклепок после клепки.

Допустимая величина одностороннего неприлегания калибра пробки к поверхности детали не должна превышать данных, указанных в табл. 1.7.

Таблица 1.7

Диаметр за- клепки, мм	2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
Величина зазо- ра, мм	0,1	0,15			0,2		0,25	

Чистота обработки поверхности отверстий под заклепки после сверления должна быть не ниже $\nabla 5$ в однородных пакетах из сплавов В93 или В95 в сочетании со сталью или титановыми сплавами, $\nabla 4$ — в смешанных пакетах из Д16 и высокопрочных сплавов В93 или В95. Не допускаются грани, рваные кромки и трещины в отверстиях. В зависимости от толщины пакета и выбранной технологии сверление следует выполнять в одну или две операции:

сверление отверстий в окончательный размер;

предварительное сверление отверстий со стороны каркаса с последующим рассверлением до окончательного размера со стороны обшивки.

В пакетах из материалов различной прочности или толщины при двухстороннем подходе к месту обработки отверстия следует сверлить со стороны более прочного или толстого элемента, обеспечивая прижим тонкого или менее прочного элемента.

При сверлении отверстий со стороны обшивки рекомендуется применять насадку для обеспечения перпендикулярности отверстия к поверхности детали.

Сверление отверстий затупленными сверлами не разрешается. О затуплении сверла свидетельствует появление заусенцев на выходе сверла высотой более 0,3 мм, а также налипание стружки на его режущие кромки. Заусенцы, образующиеся на выходе сверла, следует удалять зенковкой с ограничителем, имеющей угол при вершине 120°. Глубина фаски не должна превышать 0,2 мм.

В местах с ограниченным подходом разрешается применять зенковки без насадки, сверлом большего диаметра или неметаллическим шпательем.

Образование гнезд под головку заклепки при потайной клепке. Для клепки впотай гнезда под головки заклепок должны быть глубиной меньше высоты головки заклепки. Допустимое выступание такой головки в гнездах относительно поверхности детали не более 0,15 мм; по внутренним каналам воздухозаборников силовой установки — не более 0,1 мм (рис. 1.4).

Гнезда для клепки впотай образуют тремя способами: зенкованием, штамповкой и комбинированным способом. Гранистость и задиры на поверхности гнезд не допускаются. Штампованные гнезда применяются для клепки впотай тонких листов (до 0,8 мм). Для получения требуемых глубин гнезд, соответствующих размерам расклепываемых заклепок, применяются регулируемые зенковальные насадки и специальные штамповочные подержжки, муансоны (рис. 1.5). Штампованные гнезда после рассверливания отверстий не должны иметь трещин и рваных кромок. Вокруг штампованных гнезд в пределах до 0,2 мм допускается местное вспучивание и провалы обшивки. При образовании гнезда под заклепку штамповкой отверстие под заклепку сверлят в два перехода:

предварительное сверление;

сверление в окончательный размер.

Диаметр сверл следует выбирать в зависимости от диаметра заклепок по табл. 1.8

Таблица 1.8

Диаметр заклепки, мм		2,0	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр сверла, мм	при предварительном сверлении	—	2,3	2,6	3,0	3,5	—	—	—	—
	при сверлении в окончательный размер	2,1	2,7	3,1	3,6	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1

Штампование гнезд в отверстиях, выполненных в окончательный размер, не разрешается.

Рекомендуется вести штампование гнезд на стационарных прессах и с помощью переносных прессов инструментом, обеспечивающим подчеканку. На готовых изделиях и при условиях ограниченного подхода разрешается выполнять штамповку с помощью подержжек с матрицей и муансонов.

Образование гнезд штамповкой в сплаве В95 АТн, магниевых сплавах производится с обязательным нагревом деформированной зоны и инструмента.

Чистота обработки поверхности зонкованных гнезд должна быть не ниже $\nabla 5$.

Величина овальности гнезд не должна превышать 0,2 мм для заклепок диаметром до 5 и 0,3 мм для заклепок от 6 мм и выше.

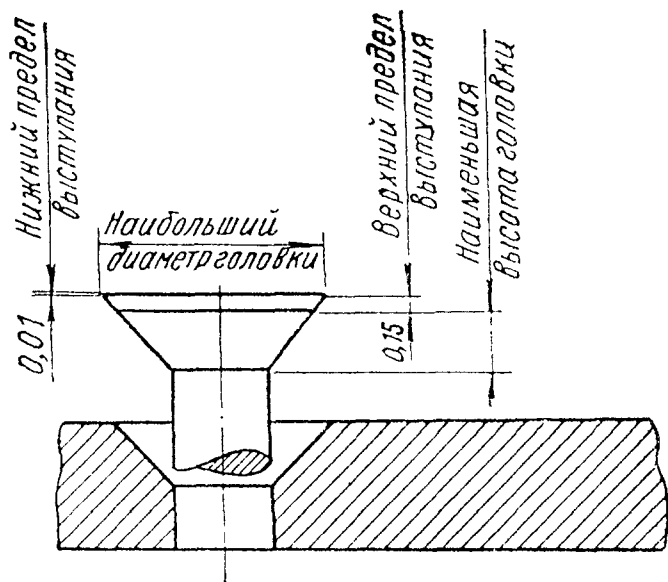


Рис. 1.4. Установка заклепки с потайной головкой

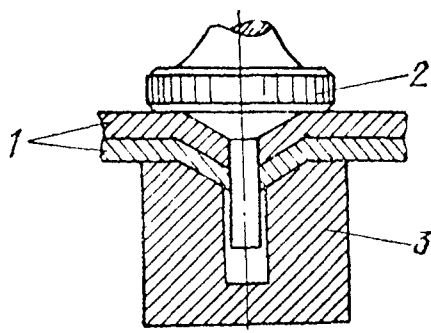


Рис. 1.5. Образование гнезд под головки потайных заклепок способом подштамповки:
1 — тонкая обшивка; 2 — специальный пуансон; 3 — специальная под-
держка

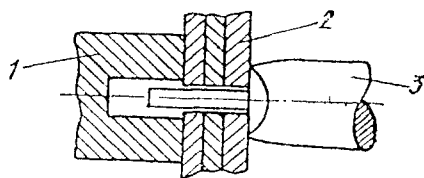


Рис. 1.6. Натяжка склепываемого пакета:
1 — поддержка; 2 — склепываемый пакет; 3 — обжимка

Натяжка склепываемого пакета. Для получения качественной и прочной клепки необходимо непосредственно перед образованием замыкающей головки произвести натяжку склепываемого пакета поддержками (рис. 1.6).

Образование замыкающей головки. Закладные головки заклепок после клепки должны плотно прилегать к поверхности соединяемых деталей. Неплотность прилегания в шве закладных головок заклепок допускается до 0,05 мм у 10% заклепок.

Забойны, трещины и другие механические повреждения на поверхности закладной и замыкающей головок заклепок не допускаются.

Клепка выполняется двумя методами: прямым и обратным.

При прямом методе клепки удары слесарным молотком наносятся непосредственно по стержню заклепки, а поддержка ставится под закладную головку.

Этот метод применим при клепке толстых пакетов, к которым обеспечен хороший подход. Прямой метод клепки обеспечивает более прочный шов и гладкую внешнюю поверхность.

При обратном методе клепки удары для образования замыкающей головки наносятся по закладной головке, а замыкающая головка образуется за счет осадки стержня при его ударах о поверхность поддержки. При использовании методом обратной клепки достигается большая производительность.

Рекомендуется применять этот метод и в тех случаях, когда суммарная толщина соединяемых деталей не превышает 5 диаметров заклепки, а диаметр заклепки не превышает 8 мм.

Метод обратной клепки дает возможность клепать в труднодоступных местах. Это обстоятельство особенно важно при выполнении ремонтных работ в условиях эксплуатации, когда затруднены подходы к ремонтируемому месту.

Для получения качественной клепки без утяжек, во всемости прочного соединения и хорошей гладкой поверхности швов склепываемых деталей большое значение имеет взаимодействие клепальника и подручного. В первый момент клепки клепальник нажимает на курок молотка, а подручный небольшим усилием — на поддержку, что способствует постепенной осадке стержня заклепки. По мере нарастания частоты ударов молотка подручный все сильнее должен прижимать поддержку.

При постановке усиливающих накладок выбор диаметра и количества заклепок следует производить исходя из условий равнопрочности соединения. Условие равнопрочности состоит в равенстве площади поперечного сечения усиливающей накладки сумме площадей поперечных сечений заклепок с одной стороны стыка.

Листы обшивки, идущие для ремонтных накладок, при бесцветном лаковом покрытии должны быть анодированы бесцветно. Покрывать их наружную поверхность надо лаком АК-113Ф горячей сушки, внутреннюю сторону — грунтом АК-069 или ФЛ-086.

Клепать следует пневматическим молотком (рис. 1.7) с применением обжимок и поддержек или переносными клепальными прессами. Зависимость между заклепками и шифрами обжимок приведена в табл. 1.9

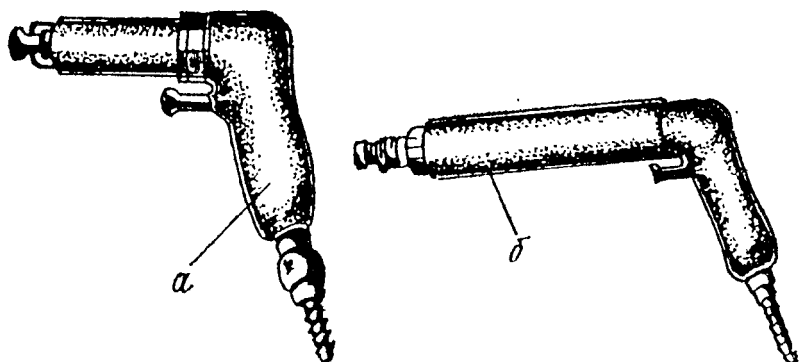


Рис. 1.7. Пневматические молотки:
а — 56 КМП-3; б — 57 КМП-4

Таблица 1.9

Шифр заклепки	Шифр обжимки
3501А-2,6	64300/Д-023
3501А-3	64300/Д-024
3501А-3,5	64300/Д-025
3501А-4	64300/Д-026
3501А-5	64300/Д-027

При потайной клепке тонких обшивок рекомендуется применять наконечник со специальной пластиной (рис. 1.8).

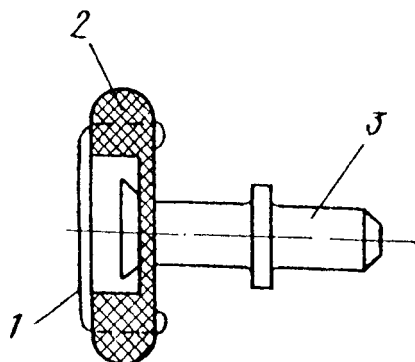


Рис. 1.8. Наконечник для потайной клепки:

1 — стальная пластина; 2 — резиновое кольцо; 3 — стержень

Пневматический молоток для клепки подбирайте по табл. 1.10.

Типы пневматических молотков для заклепок различных диаметров

Наименование	Диаметр заклепки, мм			
	2—3	3,5—5	5—6	7—8
Тип пневматического молотка	2КМ М-1 2КМН	5КМ, 57КМП-4 5КМП, 57КМП-5 4КМ, 56КМП-3 КБ-5, КМ-14 МА-1К, КМУ-13 КМП-24, КМП-13 КМП-23, КМП-31	6КМ М-3 МА-3 57КМП-6 КМП-31 КМП-24	7КМ РБ-54 РБ-58 КМ-42

Форму и размеры обжимок и поддержек выбирайте в зависимости от удобства подхода (рис. 1.9). Вес поддержки для прямого и обратного методов клепки в зависимости от материала и диаметра заклепки приведен в табл. 1.2.

Применение поддержек, вес которых меньше указанного в таблице, снижает качество заклепочного соединения, вызывая появление дефектов в виде вмятин и забовн.

Основная масса поддержки должна быть сосредоточена как можно ближе к оси стержня заклепки.

При ремонте применяются три основных вида клепки: открытая, закрытая (потайная) и двухсторонняя потайная.

При открытой и закрытой клепке для получения замыкающей головки не требуется дополнительной обработки пакета и заклепки. Особенную трудность представляет двухсторонняя потайная клепка, применяемая при склепывании клиновидных пакетов (клепка законцовок СЧК и центроплана). Сверление таких пакетов производится перпендикулярно их хордам, а гнездование — гнезду под головки заклепок перпендикулярно поверхности обшивки.

Длина заклепки в зависимости от ее диаметра и толщины склепываемого пакета подбирается по табл. 1.1.

Для двухсторонней потайной клепки применяйте заклепки с потайными головками и доработанными стержнями (рис. 1.10).

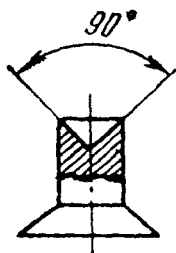


Рис. 1.10. Заклепка для двухсторонней потайной клепки

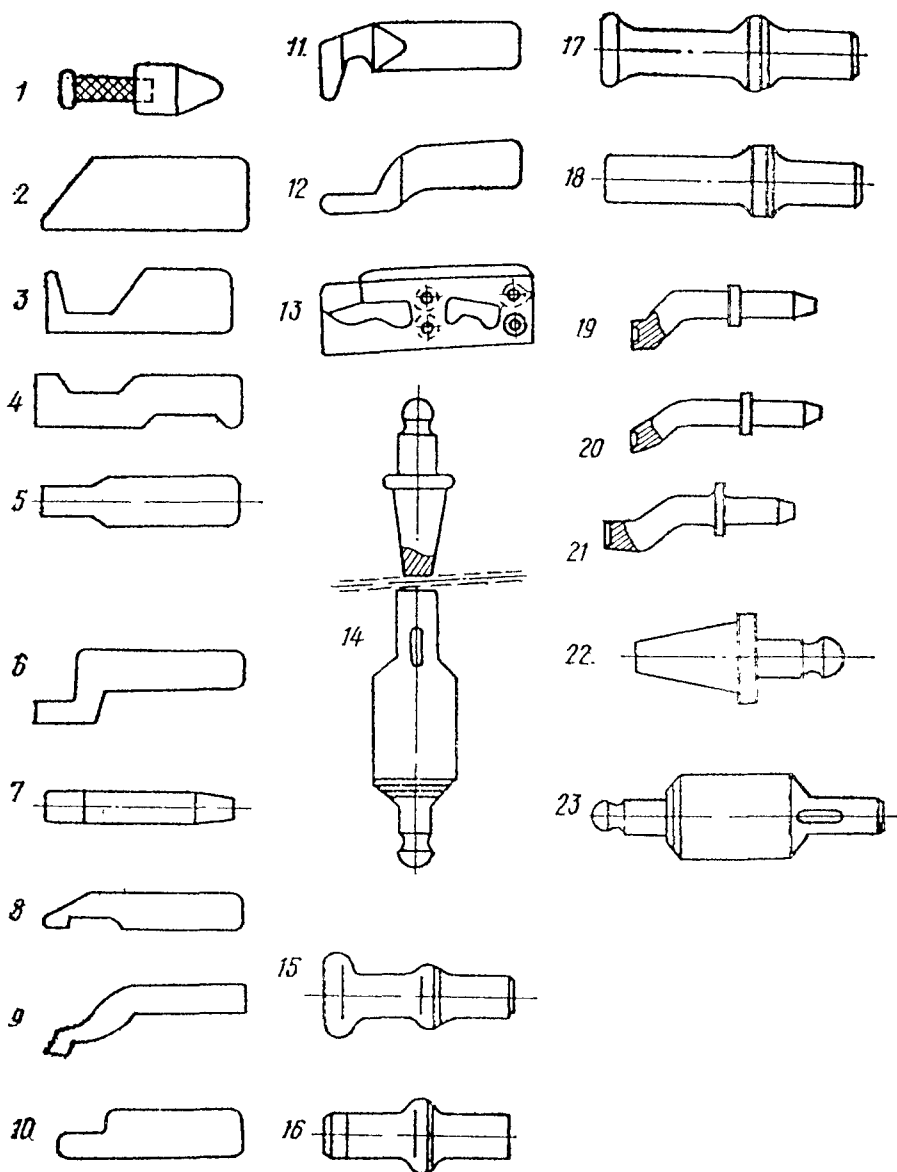


Рис. 1.9. Типовые поддержки и обжимки, применяемые при клепке (принятые на киевском авиазаводе):

Позиция на рисунке	Метод клепки	тип поддержки (обжимки)
1	прямой	54350-08
2	обратный	54350-10
3	обратный	I 54350-11
4	обратный	II 54350-12
5	обратный	III 54350-13
6	обратный	IV 54350-14
7	обратный	VIII 54350-18
8	обратный	V 54350-15
9	обратный	VI 54350-16
10	обратный	VII 54350-17
11	обратный	IX 54350-19
12	обратный	X 54350-20

13 — поддержка нажимная для клепки замкнутых профилей диаметром от 27 до 33 мм — 54354-02; 14 — инструмент для клепки заклепок с потайной головкой к прессу КП-204М — 999.1963—7011—999.1963—7012 и для клепки заклепок с полукруглой головкой к прессу КП-204М — 999.1963—7013—999.1963—7019, а также для клепки заклепок с плоско-выпуклой головкой к прессу КП-204М — 999.1963 — 7020—999.1963 — 7026; 15 — обжимки для клепки заклепок с потайной головкой к пневмомолоткам 56КМП-3, 57 КМП-4, 57 КМП-5, КМП-13, КМП-31, КМП-14, КМУ-13, КМП-24 — 999.1962—7000 — 999.1962 — 7002; к пневмомолоткам 62КМ-6; 62КМ-7 и КМ-42 — 999.1962—7003 — 999.1962—7004; 16 — обжимки для клепки заклепок с полукруглой головкой к пневмомолоткам 56КМП-3, 57КМП-4, 57КМП-5, КМП-13, КМП-23, КМП-31, КМП-14, КМУ-13, КМП-24 — 999.1962—7005 — 999.1962—7013; к пневмомолоткам 62КМ-6, 62КМ-7, КМ-42 — 999.1962—7014 — 999.1962—7019; обжимки для клепки заклепок с плоско-выпуклой головкой к пневмомолоткам 56КМП-3, 57КМП-4, 57КМП-5, КМП-13, КМП-23, КМП-31, КМП-14, КМУ-13, КМП-24 — 999.1962 — 7020 — 999.1962—7028 и 999.1962—7035 — 999.1962—7043; к пневмомолоткам 62КМ-6; 62КМ-7, КМ-42—999.1962—7029 — 999.1962—7034 и 999.1962—7044 — 999.1962—7049; 17 — обжимки для прямого метода клепки к пневмомолоткам 56 КМП-3, 57 КМП-4, 57 КМП-5, КМП-13, КМП-23, КМП-31, КМП-14, КМУ-13, КМП-24 — 999.1962-7050 — 999.1962—7052; к пневмомолоткам 62КМ-6, 62КМ-7, КМ-42 — 999.1962—7053 — 999.1962—7054; 18 — обжимки для клепки заклепок с высоким сопротивлением срезу к пневмомолоткам 57КМП-5, 62КМП-6, КМП-31, КМП-24, КМ-42 — 999.1962—7055 — 999.1962—7057; 19 — обжимки изогнутые к пневмомолоткам для заклепок с полукруглой головкой — 54313-05; 20 — обжимки изогнутые к пневмомолоткам для заклепок с плоско-выпуклой головкой — 54313-06; 21 — обжимка изогнутая к пневмомолоткам для заклепок с плоской головкой — 54313-07; 22 — обжимка верхняя к прессу КП-204М — 999.1963—7011/001 — 999.1963—7012/001; обжимка верхняя для клепки заклепок с полукруглой головкой к прессу КП-204М — 999.1963—7013/001 — 999.1963—7019/001; обжимка для клепки заклепок с плоско-выпуклой головкой к прессу КП-204М — 999.1963—7020/001 — 999.1963—7026/001; 23 — обжимка нижняя к прессу КП-204М — 999.1963—7011/100

Длина заклепки в этом случае определяется по формуле $l=S+0,8d$, где l — длина заклепки; S — толщина пакета; d — диаметр заклепки.

Прочность заклепочного соединения должна соответствовать следующим требованиям:

- перекос отверстий под заклепки допускается до 0,1 мм при толщине пакета до 5 мм и 0,15 мм при толщине пакета более 5 мм;
- расстояние от центра заклепки до края листа должно выдерживаться с точностью до ± 1 мм и определяется по формуле $a=2d$, где d — диаметр заклепки.

Диаметр заклепки выбирайте по формуле $d=2\sqrt{S}$, где S — толщина пакета.

Шаг заклепочного соединения при ремонте силовых элементов планера определяется по формуле $t=3d+2$.

Число рядов и шаг клепок при замене участков обшивки выбирайте методом конструктивной аналогии; число заклепок в заклепочных швах при соединении профилей определяется путем расчета на равнопрочность.

Отклонение шага клепок при разметке допускается в пределах ± 2 мм

Герметическая клепка

В самолете герметичными выполнены пассажирская кабина, кабина экипажа, средняя часть крыла (СЧК), служащая для размещения топлива в межлонжеронном пространстве, и нижняя панель центроплана над кабиной.

Герметичность достигается внутришовой, поверхностной и комбинированной герметизацией уплотнительной лентой У20А-л и герметиком У30МЭС-5.

Герметизация накладок производится в два этапа:

первый этап — внутришовная герметизация заклепочных швов уплотнительной лентой У20А-л;

второй этап — поверхностная герметизация герметиком У30МЭС-5 (кистевой).

Технологический процесс герметической клепки состоит из следующих операций:

- заготовка накладки, обшивки;

- разметка, сверление и зенкование отверстий;

- разборка соединений, удаление заусенцев с отверстий;

- обезжиривание и наложение уплотнительной ленты или герметика;

- установка на контрольные болты и клепка обшивки или накладки;

- проверка герметичности;

- дополнительная герметизация.

Накладки или обшивки заготавливаются согласно чертежу или при помощи старой снятой обшивки. При замене отдельных листов обшивки следите, чтобы она плотно прилегала к каркасу. Сверле-

ние и зенкование отверстий под заклепки производится после соединения деталей контрольными болтами

Зенковать отверстия следует зенкером с упором, гарантирующим правильную по глубине посадку головки заклепки: головка заклепки должна выступать над поверхностью обшивки в пределах 0,01—0,15 мм. Утопание головки не допускается. После сверления и зенкования отверстий удалите заусенцы, поверхность обшивки тщательно очистите от пыли и стружки, обезжирьте с помощью чистых салфеток, смоченных в бензине «Калоша» или Б-70.

После высыхания бензина, но не позже чем через 10 мин на обшивку наложите уплотнительную ленту. Лента должна лежать без складок и морщин и быть плотно прикатаана с помощью полированного ролика, промытого бензином Б-70.

Соединение уплотнительных лент делайте встык, без зазоров; стык располагайте между заклепками.

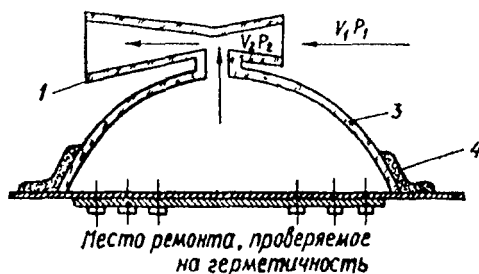
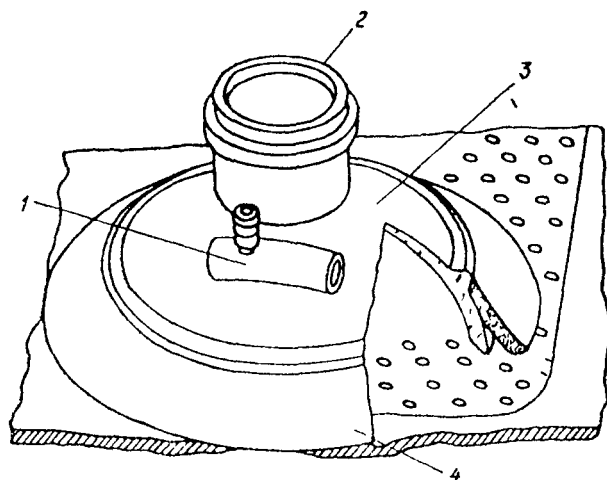


Рис. 1.11. Схема местной проверки на герметичность
1 — эжекторный насос; 2 — вакуумметр; 3 — колпачок
из органического стекла; 4 — окантовка из губчатой
резины

Следите, чтобы пыль и стружка не попали на поверхность уплотнительной ленты.

Листы обшивки устанавливайте аккуратно, не сдвигая уплотнительную ленту, на контрольные болты или фиксаторы.

Прокалывайте отверстия в уплотнительной ленте через отверстия в обшивке при помощи полированного шила. Шило в процессе работы смачивайте водой и периодически протирайте бензином для удаления прилипшего герметика.

Перед клепкой нанесите на заклепки слой герметика УЗ0МЭС-5, кистевого. После клепки выполните поверхностную герметизацию ремонтируемого участка герметиком УЗ0МЭС-5 шпательным и кистевым.

После ремонта герметических кабин рекомендуется предварительно определить местную герметичность отремонтированного участка методом отсасывания воздуха, а в случае ремонта участка обшивки периметром более 2 м — общую герметичность кабины. Для определения герметичности шва методом отсасывания воздуха можно пользоваться колпачком с эжекторным насосом (рис. 1.11).

Перед испытанием проверяемый участок шва следует покрыть раствором нейтрального мыла. От баллона с сжатым воздухом через редуктор или от компрессора воздух под давлением 2—5 кгс/см² (в зависимости от размеров колпачка) подводится к эжекторному насосу. При проходе воздуха по эжекторному насосу воздух отсасывается из-под колпачка и создается разрежение.

По достижении разрежения в течение 1—2 мин ведите наблюдение за мыльной пеной. Наличие мыльных пузырей свидетельствует о негерметичности соединения. Негерметичность заклепочных соединений, вызванная некачественной клепкой, устраняется дополнительной герметизацией или заменой дефектных заклепок.

В ряде случаев заклепки дополнительно подтягивают или ставят заклепки большего диаметра.

Мелкие дефекты герметизации, вызывающие незначительные утечки воздуха, устраняются дополнительным нанесением герметика УЗ0МЭС-5 после обезжиривания негерметичных мест. Перед нанесением герметика на поверхность обшивку тщательно протрите бензином. Интенсивные утечки воздуха устраняются повторной герметизацией и, как исключение, установкой заклепок большего диаметра. Ранее нанесенный герметик срежьте и счистите с металла ножом, изготовленным из текстолита.

Прессовой способ клепки

Образование замыкающих головок прессованием производится на стационарных прессах для групповой и одиночной клепки, а также переносными клепальными прессами.

Тип пресса следует выбирать с учетом формы и габаритных размеров изделия, подлежащего клепке, а также усилий, потребных на образование замыкающих головок.

При групповой клепке применяются прессы типов КП-602, КП-503М, КП-403М и КП-405М; при одиночной — пресс КП-204.

Прессы КП-503М, КП-403М, КП-204М должны быть оснащены поддерживающими или поддерживающе-выравнивающими устройствами для клепки панелей и узлов, имеющих большие табаритные размеры и вес.

В зависимости от материала и диаметра заклепки, величины усилий прессования, потребные для образования одной замыкающей головки бочкообразной формы, приведены в табл. 1.11.

При групповой клепке следует применять штампы с прижимами.

При выборе формы и размеров штампа исходите из удобства подхода к местам клепки. Рабочие поверхности нижнего штампа должны иметь чистоту обработки $\nabla 4$ по ГОСТ 2789—59, достигаемую обработкой на пескоструйной установке.

Групповое расклепывание заклепок с плоско-выпуклыми головками (при толщинах обшивок более 2 мм из алюминиевых сплавов и более 1,5 мм из стали и титановых сплавов) рекомендуется производить штампами с доработкой рабочей поверхности поддержек согласно рис. 1.12, обеспечивающей уменьшение величины подмятия закладных головок.

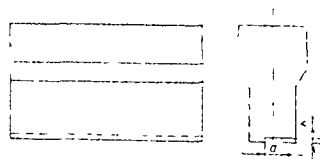


Рис. 1.12. Доработка поддержек 54389-11 групповых штампов для клепки заклепок с плоско-выпуклыми головками

Диаметр заклепок	2,6	3	3,5	4	5	6
а	10	11	12	13	16	18
h (дов. откл. $\pm 0,01$)	1,1	1,25	1,55	1,6	2,0	2,4

Контроль качества клепки

В процессе ремонта самолета обязательно проверяйте заклепочные соединения, правильность подгонки накладок, плотность прилегания обшивки к каркасу, разметку и расположение отверстий, форму и диаметр отверстий под заклепки, тип и материал установленных заклепок.

После окончания ремонта проверьте состояние закладных и замыкающих головок, величину выступания закладных головок заклепок над поверхностью обшивки и западания потайных головок заклепок (контроль осуществляйте в легкодоступных местах визуально либо при помощи лупы или индикатора), плотность прилега-

Величины усилий прессования в зависимости от материала и диаметра заклепки

Диаметр заклепки, мм			2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
Усилия прессования (кгс) для заклепок	Из алюминиевых сплавов		800	1100	1500	2100	3400	3900	5400	7300
	из сталей марок	15 10	1100	1700	2000	2800	4200	5200	7300	—
		20ГА	—	—	3400	4300	5800	8000	—	—
		12Х18Н10Т	2200	3200	4500	5800	8800	—	—	—

Примечание. При групповой клепке для определения количества одновременно расклепываемых заклепок необходимо разделить величину усилия, развиваемого данным прессом, на указанную в таблице.

нения закладных и замыкающих головок заклепок к поверхности соединяемых деталей (проверку производите щупами), форму и размеры замыкающих головок (с помощью шаблонов), общее состояние поверхностей деталей, нет ли вмятин, забоин, царапин, утяжки, волнистости на поверхностях деталей по заклепочным швам.

Клепка может осложниться следующими дефектами: западание или выступание потайной головки заклепки выше допустимого, вмятины в зоне клепки, нарушение контура обшивки, повреждение защитного покрытия, механические повреждения на головках заклепок.

Дефекты могут быть исправимые и неисправимые. Исправимые дефекты устраняются заменой дефектных заклепок с выполнением и некоторых случаях дополнительных технологических операций. При неисправимых дефектах требуется замена отдельных деталей или узлов.

Основными причинами, вызывающими те или иные дефекты, являются:

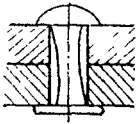
- несоответствующая термообработка заклепок;
- неудовлетворительная подготовка стержня заклепки перед установкой в ремонтируемый агрегат;
- неправильная подготовка ремонтируемой детали или агрегата к ремонту;
- нарушение операций сверления заклепочных отверстий;
- несоответствие инструмента выполняемым клепальным операциям;
- неумелые приемы клепки.

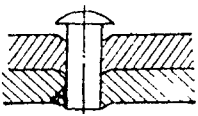
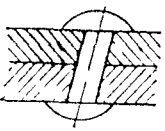
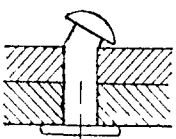
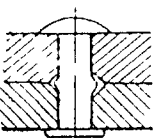
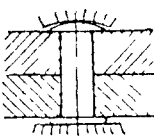
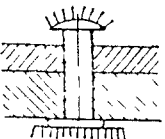
Виды и причины брака при клепке указаны в табл. 1.12.


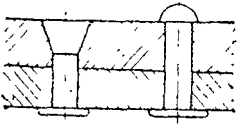
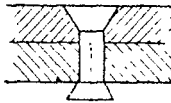
При ремонте гермовыводов обязательно проверяйте их герметичность. Герметичные выводы тяг и тросов управления проверяйте на плавность хода и величину усилия, необходимого на их перемещение. Допускаемое усилие для тросов не более 0,5—0,9 кгс.

Таблица 1.12

Виды и причины брака при клепке

Эскиз	Характеристика брака	Причина брака
	Изгиб стержня в отверстии	Диаметр отверстия чрезмерно велик

Эскиз	Характеристика брака	Причина брака
	Прогиб материала	Диаметр отверстия мал
	Смещение закладной головки	Отверстие просверлено косо
	Изгиб замыкающей головки	Длинный стержень заклепки, поддержка установлена не по оси заклепки
	Расклеивание стержня между листами	Листы не уплотнены натяжкой
	Подсечка листа	Лунка обжимки больше головки заклепки
	Несдвинутая головка	Закладная головка отошла при клепке

Эскиз	Характеристика брака	Причина брака
	Потайные головки выступают над поверхностью детали	Недостаточная глубина гнезда под потайные головки заклепок
	Трещины на головках заклепок	Недостаточная пластичность материала заклепок
	Неправильная форма закрывающих головок	Малая мощность клепально-го молотка. Недостаточный вес подержки

Сварочные работы

1. В ремонте широко применяются сварные соединения. Хорошо поддаются сварке пержавляющие и конструкционные стали 12Х18Н10Т, 30ХГСА и другие, алюминиевые сплавы (АМц, АМг2 и др.), магниевые сплавы (МА-2, МА-8 и др.). Для титановых сплавов, которые плохо поддаются механической обработке (в частности сверлению), сварка является одним из основных видов соединений.

2. Для обеспечения качества сварки рекомендуется применять соотношение толщин свариваемых деталей от 1 : 1 до 1 : 2.

3. По способу соединений элементов различают сварные швы встык, сварные швы внахлестку — фланговые и торцовые, а также швы угловых и тавровых соединений. Сварной шов встык работает на разрыв, шов внахлестку — на срез. Наиболее распространенными являются сварные швы, работающие на срез, из них наиболее надежными являются фланговые швы.

В конструкциях баков (топливных, масляных, гидрожидкостей и др.) целесообразно применять сварку листов в отбортованном виде (рис. 1.13,а) до полного оплавления отбортовок (рис. 1.13,б). При сварке по кромке (рис. 1.13,в) без оплавления отбортовки, чтобы избежать коррозии, следует тщательно удалять остатки флюса на сварном шве.