ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ОАО «НИАТ»

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

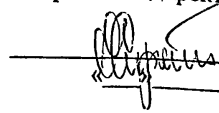
КЛЕПКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

ПИ 249-2000

2000г.

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор ОАО «НИАТ»



О.С. Сироткин
«___» _____ 2000г.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

КЛЕПКА
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

ПИ 249-2000
на 49 страницах
Взамен
ПИ 249-78

Дата введения 01.01.2001

Настоящая инструкция распространяется на выполнение неразъемных соединений заклепками по ГОСТ 14797 ÷ ГОСТ 14803, ОСТ 1 34072 ÷ ОСТ 1 34083, ОСТ 1 34084 ÷ ОСТ 1 34091, ОСТ 1 34093 ÷ ОСТ 1 34095, ОСТ 1 34096 ÷ ОСТ 1 34101, АН 1642 (3501А ÷ 3508А, 3515А ÷ 3525А, 3558А ÷ 3564А, 104 АТУ).

Инструкция устанавливает основные параметры операций выполнения негерметичных соединений заклепками диаметром от 2,6 мм до 8,0 мм в холодном состоянии на прессах и многоударными клепальными молотками.

К настоящей производственной инструкции отдельной книгой выпущено Приложение, содержащее рабочие чертежи обязательной и рекомендуемой к применению технологической оснастки при клепке металлических конструкций.

1.ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СБОРКИ

1.1. Подлежащие соединению заклепками элементы предварительно собранной конструкции должны плотно прилегать друг к другу.

1.2. Временные или постоянные, предусмотренные конструкторской документацией (для объектов клепки, не подвергающихся промежуточной разборке), средства предварительного крепления должны обеспечивать свободный доступ для средств механизации сверлильно-клепальных операций.

1.3. Для обеспечения беззазорной сборки и жесткости предварительно собранного узла выбор фиксаторов и болтов производить в соответствии с табл. 1.

Разрешается применение фиксаторов других типов, обеспечивающих качественное крепление деталей.

Таблица 1

Размеры в мм

Диаметр отверстия	Толщина пакета	Средства предварительного крепления деталей
До 4,1	До 4,0	Фиксаторы пружинные, винтовые (приложение 1 и 2*)
	Более 4,0	Болты
Более 4,1	До 10,0	Фиксаторы винтовые (приложение 2)
	Более 10,0	Болты

Установку и съем фиксаторов осуществлять ключами, указанными в приложениях 3 и 4.

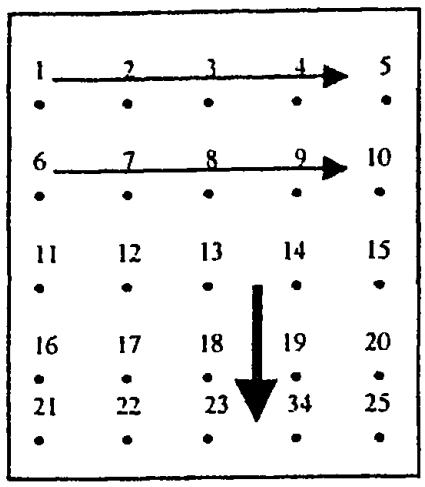
1.4. Под гайки и головки технологических болтов, контактирующие с поверхностью деталей, должны устанавливаться шайбы из неметаллических материалов или легких сплавов.

1.5. Последовательность установки средств предварительного крепления деталей, в зависимости от схемы сборки объекта, должна соответствовать одному из вариантов, показанных на черт. 1.

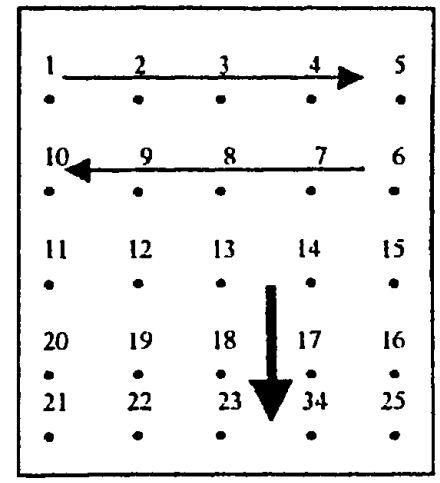
1.6. Расстояние между точками установки средств предварительного крепления должно быть не более:

- 500 мм для швов, расположенных на плоской поверхности или прямолинейной образующей поверхности одинарной кривизны;
- 300 мм во всех остальных случаях.

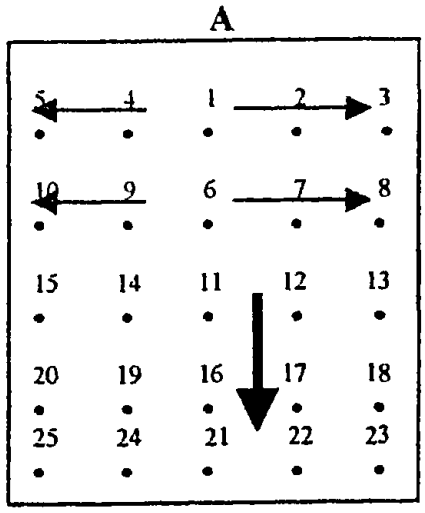
*- данное и последующие приложения находятся в «ПИ249-2000. Приложения» (отдельная книга).



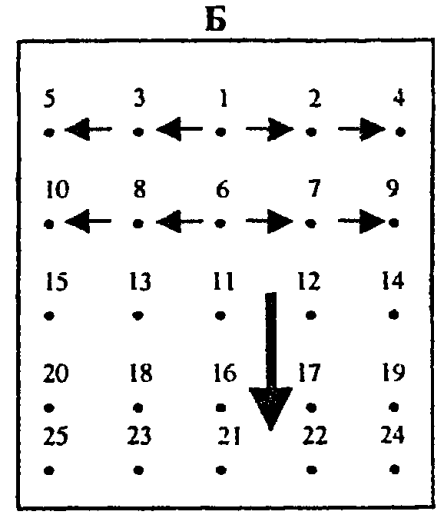
А



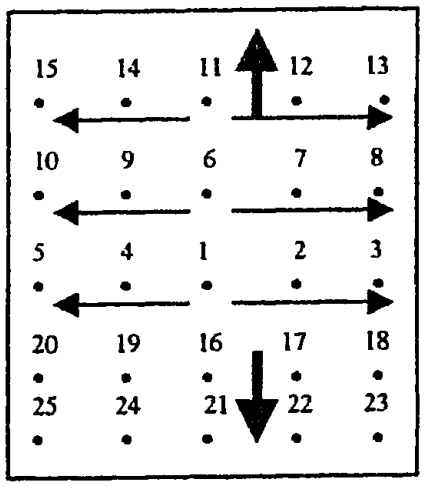
Б



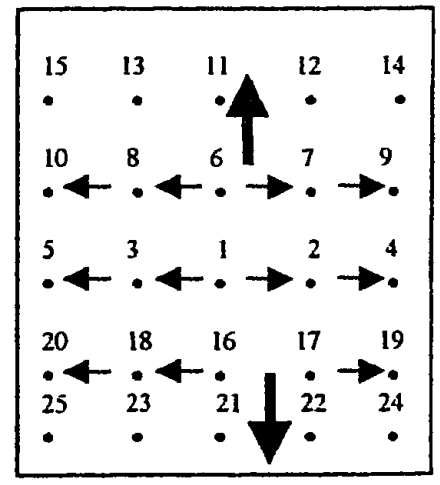
В



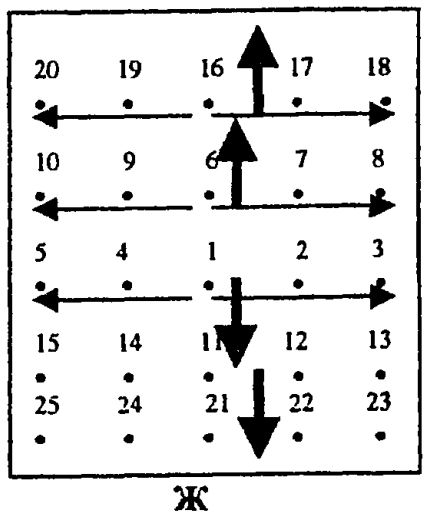
Г



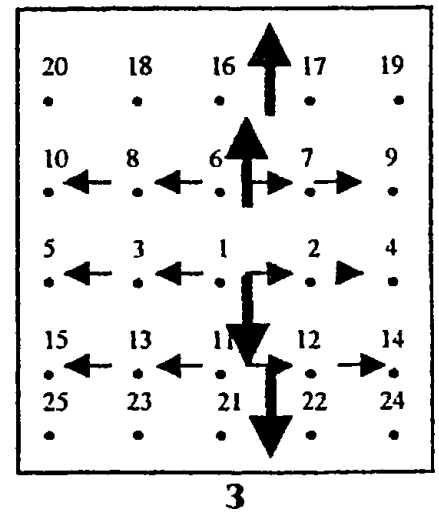
Д



Е



Ж



З

Черт. 1 Последовательность сверления отверстий, установки средств предварительного крепления и выполнения заклепочных соединений

При выполнении особо ответственных соединений с трудно сопрягаемыми поверхностями расстояние между точками установки средств предварительного крепления должно быть не более двух шагов заклепочного шва.

1.7. Перед образованием отверстий под заклепки произвести контроль качества предварительной сборки на соответствие требованиям чертежа и техническим условиям (ТУ) по следующим параметрам:

- точность контура;
- плотность прилегания деталей;
- правильность расположения средств предварительного крепления согласно п. 1.6.

2. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРОЦЕССА

Сверление отверстий, *
Цекование отверстий,**
Снятие заусенцев,
Образование гнезд под потайные головки заклепок,
Калибровка отверстий и гнезд, ***
Контроль качества отверстий и гнезд,
Вставка заклепок в отверстия,
Образование замыкающих головок заклепок,
Снятие выступающей над поверхностью детали части потайной головки заклепки, **
Контроль качества соединений.

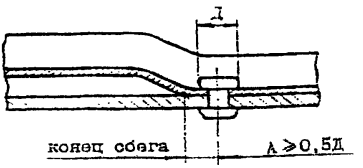
Примечания:
* - при невозможности обеспечения требуемой точности диаметра отверстия сверлением процесс может быть дополнен операцией развертывания
** - выполняется по требованию конструкторской документации (КД)
*** - при выполнении особо ответственных соединений заклепками по ОСТ 1 34072 .

3. СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ

3.1. Требования к качеству отверстий

3.1.1. Расположение отверстий должно соответствовать требованиям конструкторской документации.

3.1.2. Оси отверстий в зоне подсечки и местах скруглений не должны быть расположены на расстоянии "а", не меньшем половины диаметра закладной или замыкающей головками заклепки от конца сбега (черт. 2) или скругления.



Черт. 2 Расположение оси отверстия в зоне подсечки

3.1.3. Диаметры отверстий под заклепки должны соответствовать указанным в табл. 2.

Таблица 2

Размеры в мм

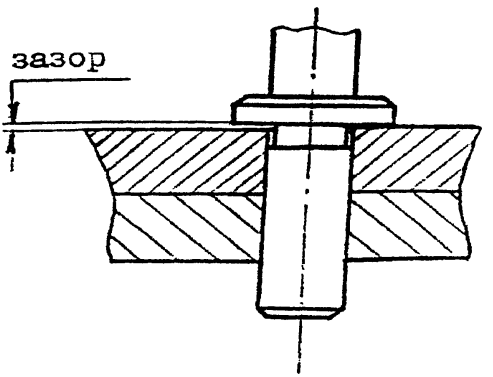
Диаметр заклепки		2,0	2,6	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр отверстия	Номинальный	2,1	2,7	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	6,1	7,1	8,1
	Допустимые отклонения по Н12	+ 0,10		+ 0,12					+ 0,15		

3.1.4. При замене дефектных заклепок, диаметр рассверливаемых отверстий (в случае превышения ими допускаемых размеров) должен быть равен ближайшему большему диаметру по ОСТ 1 34102. Количество таких отверстий, при отсутствии особых требований КД, не должно превышать 5% от общего количества в шве.

3.1.5. Овальность отверстий не должна превышать допустимые отклонения на их диаметр.

3.1.6. Оси отверстий должны быть перпендикулярны поверхности детали.

Допустимые отклонения, характеризуемые величиной одностороннего зазора между торцем буртика специальной калибр-пробки (прил. 5), установленной в отверстие, и поверхностью детали (черт.3), указаны в табл.3. В клиновидных пакетах оси отверстий должны быть перпендикулярны плоскости биссектрис угла (при отсутствии указаний в КД).



Черт. 3 Установка калибр-пробки для контроля положения оси отверстия относительно поверхности пакета.

Таблица 3

Размеры в мм

Диаметр заклепки	2,6	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
Величина зазора	0,10		0,15				0,20		0,25

3.1.7. При отсутствии в КД иных требований шероховатость поверхности отверстий по ГОСТ 2789 в пакетах из однородных или смешанных материалов должна быть не грубее показанной в табл. 4.

Таблица 4

Материал пакета	Толщина пакета			
	≤ 3d		> 3d	
	однородн пакет	смешан пакет	Однород Пакет	смешан пакет
Коррозионностойкие стали	Rz 40	Rz 40		
Титановые сплавы	Rz 40			
АК-6		Rz 40		
Д16, Д19	Rz 40			
		Rz 40		
В93, В95	Rz 20		2,5	
Конструкционные стали, титановые сплавы		Rz 20		
АК4-1	Rz 20	Rz 20	2,5	2,5
ВАД-23	Rz 20		2,5	

Примечание: для получения поверхности с шероховатостью 2,5 рекомендуется производить развертывание отверстий.

3.1.8. В отверстиях после сверления не допускаются граненость, трещины, рваные кромки.

3.1.9. Диаметр и глубина цековки определяются конструкторской документацией.

3.2. Способы сверления

3.2.1. Сверление отверстий машинным способом осуществлять в одну операцию с обеспечением сжатия пакета.

3.2.2. Сверление отверстий ручным механизированным инструментом выполнять в один, два и более переходов:

- сверление отверстий окончательного диаметра;
- сверление предварительных отверстий, рассверливание отверстий до окончательного диаметра;
- сверление предварительных отверстий, рассверливание отверстий до промежуточных диаметров, рассверливание отверстий до окончательного диаметра.

3.2.3. Точность координирования отверстий должна соответствовать требованиям КД. При необходимости ручной разметки (как исключение) использовать простой мягкий карандаш.

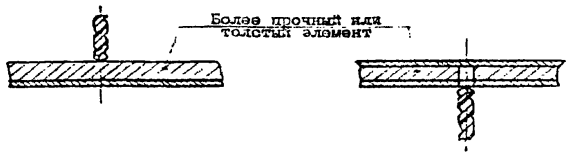
3.2.4. Сверление окончательных или предварительных отверстий производить со стороны более жесткого элемента пакета, рассверливание с противоположной стороны.

При отсутствии двухстороннего подхода разрешается сверление и рассверливание отверстий со стороны менее жесткой детали по накладным кондукторам или в несколько переходов с разницей диаметров при последнем переходе не более 2 мм.

3.2.5. В пакете, состоящем из трех деталей, при расположении более прочного или толстого элемента внутри него, отверстия сверлить до установки одной из наружных деталей (если позволяют условия сборки) со стороны более прочного или толстого элемента (черт. 4). После установки второй наружной детали отверстия в ней сверлить по отверстиям в двух элементах, как по кондуктору (черт. 4).

3.3. Средства образования отверстий.

3.3.1. Сверление отверстий осуществлять на специализированном, универсальном оборудовании или с помощью ручных пневматических сверлильных машин.



Черт 4. Порядок сверления пакета из трех деталей.

3.3.2. Модели отечественного специализированного оборудования и ручных сверлильных машин указаны в «Отраслевом типаже специализированного технологического оборудования и ручного механизированного инструмента для выполнения заклепочных, болтовых и болт-заклепочных соединений. ОТ-08»

3.3.3. Для обеспечения перпендикулярности оси отверстия к поверхности пакета ручные сверлильные машины должны быть оснащены специальными насадками типа указанных в приложениях 6 и 7.

3.3.4. Допускается применение насадок иных конструкций, кондукторов, угольников, призм и т.п. приспособлений, обеспечивающих перпендикулярность оси отверстия к поверхности обшивки.

Допускается сверление отверстий без насадок на поверхностях с радиусом кривизны менее 200 мм.

3.4. Режущий инструмент и режимы резания.

3.4.1. Для легких сплавов применяются сверла по ГОСТ 19543 (средняя серия), ГОСТ 19544 (длинная серя), ГОСТ 4010 (короткая серия), ГОСТ 19546 (для отверстий диаметром 6 мм и более), ГОСТ 19547 (для отверстий диаметром 6 мм и более, удлиненные). Технические условия на сверла - по ГОСТ 19548.

Для коррозионностойких, жаропрочных, высокопрочных конструкционных сталей и титановых сплавов применять сверла по ГОСТ 20694 ÷ ГОСТ 20698.

Разрешается использовать сверла зарубежного производства, аналогичные указанным.

3.4.2. Диаметры сверл при получении отверстий окончательного размера должны на 0,1 мм превышать номинальный диаметр заклепок. Для заклепок диаметром 6, 7, 8 мм, изготовленных по верхнему пределу допуска, разрешается производить сверление отверстий сверлами диаметром соответственно 6,2; 7,2; 8,2 мм при условии выдерживания допусков на диаметры отверстий согласно п. 3.1.3.

3.4.3. Геометрические параметры режущей части сверл при сверлении отверстий машинным способом рекомендуется выполнять согласно данным, приведенным в табл.5.

Таблица 5

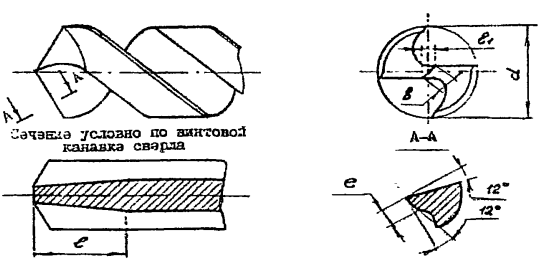
Обрабатываемый материал	Геометрические параметры режущей части сверла					Примечание
	Диаметр сверла d, мм	Угол при вершине 2φ, град	Передний угол(на фаске) γ, град	Задний угол α, град	Длина поперечной режущей кромки b, мм	
Алюминиевые сплавы	2 – 6	130±3	Без фаски	12 - 14	Без подточки	
	6 - 10	130±3	Без фаски	12 - 14	0,1d (для Д16 без подточки)	После подточки
Тонкие пакеты из алюминиевых сплавов (≤ 0,5 диаметра отверстия)	2 - 10	140±3	Без фаски	2 - 6	Без подточки	
Магниевые сплавы типа МЛ-5	2 -10	90±3	5 -12	2 - 6	Без подточки	
Коррозионностойкие и жаропрочные стали	3 – 10	125	10	12 – 14	(0,08-0,1)d	После подточки
Титановые сплавы	3 – 10	130 –135	5	12 – 14	(0,08-0,1)d	После подточки
Высокопрочные конструкционные стали	3 - 10	130 -135	0	12 - 14	(0,12-0,14)d	После подточки

3.4.4. Для уменьшения усилий подачи при сверлении отверстий ручными машинами геометрические параметры режущей части сверл допускается выполнять согласно данным, указанным в табл. 6.

Таблица 6

Обрабатываемый материал	Геометрические параметры режущей части сверла			
	Угол при вершине 2φ, град	Передний угол(на фаске) γ, град	Задний угол α, град	Длина поперечной режущей кромки (после подточки) b, мм
Алюминиевые сплавы	118	без фаски	6 – 8	(0,08-0,1)d
Коррозионно-стойкие, жаропрочные стали и титановые сплавы	110 - 115	5 - 10	12 – 14	0,1 d
Высокопрочные конструкционные стали	125 - 130	0 – 5	12 – 14	(0,1-0,12)d

Подточку поперечной режущей кромки производить согласно черт. 5; при этом канавка углубляется и на длине l_1 образуется прямолинейный участок. В осевом направлении подточка должна обеспечивать плавный переход к винтовой поверхности канавки сверла на длине $l = d$.



Черт 5. Подточка поперечной режущей кромки.

3.4.5. Для обеспечения стойкости инструмента рекомендуется применять сверла из материалов, аналогичных:

Р18Ф2К8М – при сверлении высокопрочных сталей с $\sigma_в \geq$

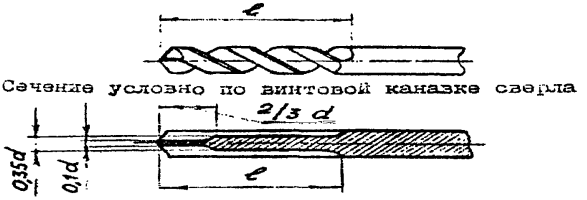
1,37 ГПа (140 кгс/мм²);

Р9К5, ЭП634 – при сверлении титановых сплавов;

Р18, Р9 – при сверлении алюминиевых сплавов.

3.4.6. Повышение стойкости инструмента обеспечивается также за счет применения сверл повышенной жесткости с увеличенной толщиной сердцевины согласно ГОСТ 20694 ÷ ГОСТ 20698 с обязательной подточкой сердцевины.

Благоприятные условия подточки перемычки обеспечиваются при использовании сердцевины ступенчатой формы (черт. 6)



Черт. 6 Сверло с сердцевиной ступенчатой формы.

3.4.7. Сверление отверстий затупленными сверлами не допускается. Сверла подлежат переточке при образовании заусенцев высотой более 0,3 мм.

3.4.8. Заусенцы, образующиеся со стороны выхода сверла, подлежат удалению зенковкой, имеющей угол при вершине 120° (приложение 8), с упором-ограничителем, обеспечивающим регулировку глубины фаски (приложения 9 и 10); величина фаски не должна превышать 0,2 мм.

В местах с затрудненным подходом допускается удаление заусенцев зенковкой без упора-ограничителя или сверлом большого диаметра, на деталях из алюминиевых сплавов – инструментом типа шпатель из неметаллических материалов, исключающих повреждение поверхности детали.

В труднодоступных местах, а также между соединяемыми деталями, не подлежащими разборке по технологическому процессу, заусенцы допускается не удалять; перечень таких мест устанавливается КД.

3.4.9. В деталях из высокопрочных сталей и титановых сплавов по кромкам отверстий со стороны закладных головок заклепок должна быть выполнена фаска $\angle$ 45° глубиной 0,1 ÷ 0,2 мм.

3.4.10. Режимы заточки и доводки сверл выбирать согласно РТМ 1204.

3.4.11. Режимы резания на сверление отверстий диаметром от 3 до 12 мм и глубиной до 2 диаметров сверла в высокопрочных сталях и

титановых сплавах без применения смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) и в алюминиевых сплавах определять по табл. 7 (см. ТР 584).

Режимы сверления отверстий в смешанных пакетах выбирать по наиболее трудно обрабатываемому материалу.

3.4.12. При образовании отверстий машинным способом с применением СОЖ режимы сверления выбирать:

- для алюминиевых сплавов – по «Нормативам режимов резания и времени на точение, фрезерование, сверление, зенкерование и развертывание цветных сплавов», НИАТ ;

- для высокопрочных сталей и титановых сплавов по «Нормативам режимов резания на механическую обработку высокопрочных, жаропрочных и титановых материалов», НИАТ.

3.4.13. Применение СОЖ допускается только при сверлении отверстий в объектах, где предусматривается последующая разборка и обеспечивается возможность полного удаления СОЖ с поверхности деталей. В качестве СОЖ применять 5%-ную эмульсию.

3.4.14. Усилие подачи при сверлении отверстий в смешанных пакетах определяется по более прочному элементу.

3.4.15. Усилия подачи при сверлении отверстий в высокопрочных сталях и титановых сплавах указаны в табл. 8 (см. ТР 584).

3.4.16. Усилия подачи при рассверливании отверстий в высокопрочных сталях и титановых сплавах приведены в табл. 9.

Таблица 9

Обрабатываемый материал		Диаметр отверстия , мм		Усилие подачи при рассверливании кН (кгс)
Марка	σв, ГПа (кгс/мм²)	предварительно рассверливаемого	рассверливаемого	
30ХГСА	1,62± 0,05 (165±5)	2,7	6,1	0,17 (17)
		2,7	8,1	0,20 (20)
		4,1	6,1	0,14 (14)
		4,1	8,1	0,20 (20)
ВНС –5	1,42 (145)	2,7	4,1	0,09 (9)
		2,7	6,1	0,15 (15)
		2,7	8,1	0,15 (15)
		4,1	6,1	0,15 (15)
		4,1	8,1	0,15 (15)
ВНС –2	1,18 (120)	2,7	4,1	0,09 (9)
		2,7	6,1	0,15 (15)
		2,7	8,1	0,12 (12)
		4,1	8,1	0,24 (24)
ВТ –20	0,93 (95)	2,7	6,1	0,15 (15)
		2,7	8,1	0,09 (9)
		4,1	8,1	0,20 (20)

Примечание: при работе ручным механизированным инструментом осевое усилие не должно превышать допустимое, равное 200 Н (20 кгс), согласно ГОСТ 14770.

Таблица 7

Обрабатываемый Материал	Материал сверла	Режимы сверления при диаметре сверла , мм								
		От 3 до 5			Св. 5 до 8			Св. 8 до 10		
		n об/мин	*V* м/с (м/мин)	*So* мм/об	*n* об/мин	*V* м/с (м/мин)	*So* мм/об	*n* об/мин	*V* м/с (м/мин)	*So* мм/об
Алюминиевые сплавы ($\sigma_в$ = 0,43 – 0,54 ГПа) (43,5 – 55,0 кгс/мм²)	Р18	3000 ÷ 4000	0,63 ÷ 0,78 (38÷47)	0,06 ÷ 0,09	2400 ÷ 2800	0,73 ÷ 1,00 (44÷60)	0,03 ÷ 0,05	1200 ÷ 2200	0,63 ÷ 0,92 (38÷55)	0,02 ÷ 0,03
Алюминиевые сплавы (тонкие пакеты)* ($\sigma_в$ = 0,43 – 0,54 ГПа) (43,5 – 55,0 кгс/мм²)	Р9	10000÷ 13000	2,00 ÷ 2,67 (120÷160)	0,07	-	-	-	-	-	-
Магниевые сплавы ($\sigma_в$ = 0,25 ГПа) (25 кгс/мм²)		3600 ÷ 4800	0,75 ÷0,93 (45÷56)	0,15 ÷ 0,20	2800 ÷ 3400	0,90 ÷1,17 (54÷70)	0,10 ÷ 0,15	1400 ÷ 2600	0,73 ÷1,08 (44÷65)	0,06 ÷ 0,09
Сталь 30ХГСА ($\sigma_в$ = 1,62± 0,05 ГПа) (165±5 кгс/мм²)	Р18Ф2К8М	300	0,05 ÷0,08 (3÷5)	0,03	250	0,07 ÷0,10 (4 ÷ 6)	0,03 ÷ 0,04	200	0,08 ÷0,10 (5 ÷ 6)	0,04 ÷ 0,05
Сталь ВНС - 5 ($\sigma_в$ = 1,42 ГПа) (145 кгс/мм²)		320 ÷ 380	0,07 ÷0,10 (4 ÷ 6)	0,03 ÷ 0,04	280 ÷ 300	0,08 ÷0,12 (5 ÷ 7)	0,04 ÷ 0,05	240	0,10 ÷0,12 (6 ÷ 7)	0,04 ÷ 0,06
Сталь ВНС - 2 ($\sigma_в$ = 1,18 – 1,32 ГПа) (120 – 135 кгс/мм²)	Р9К5	450 ÷ 530	0,08 ÷0,12 (5 ÷ 7)	0,04 ÷ 0,06	400 ÷ 500	0,13 ÷0,17 (8 ÷ 10)	0,07 ÷ 0,10	300 ÷ 400	0,15 ÷0,17 (9 ÷ 10)	0,10
Сталь СН 3 ($\sigma_в$ = 1,18 ГПа) (120кгс/мм²)		200 ÷ 250	0,03 ÷0,07 (2 ÷ 4)	0,03 ÷ 0,04	200	0,05 ÷0,08 (3 ÷ 5)	0,04 ÷ 0,05	160	0,07 ÷0,08 (4 ÷ 5)	0,05 ÷ 0,07
Титановые сплавы ОТ4-1 ($\sigma_в$ = 0,69 ГПа) (70 кгс/мм²) ВТ-20 ($\sigma_в$ = 0,88 – 0,98 ГПа) (90 - 100 кгс/мм²)	ЭП 634	800 ÷ 1000	0,17 ÷0,20 (10÷12)	0,05 ÷ 0,07	560 ÷ 760	0,20 ÷0,23 (12÷14)	0,07 ÷ 0,10	420 ÷ 560	0,22 ÷0,23 (13÷14)	0,08 ÷ 0,10
	Р9К5	300 ÷ 430	0,07 ÷0,08 (4 ÷ 5)	0,05 ÷ 0,07	180 ÷ 380	0,10 ÷0,12 (6 ÷ 7)	0,07 ÷ 0,10	240 ÷ 300	0,12 ÷0,13 (7 ÷ 8)	0,08 ÷ 0,10

* - тонкий пакет ≤ 0,5 диаметра выполняемого отверстия

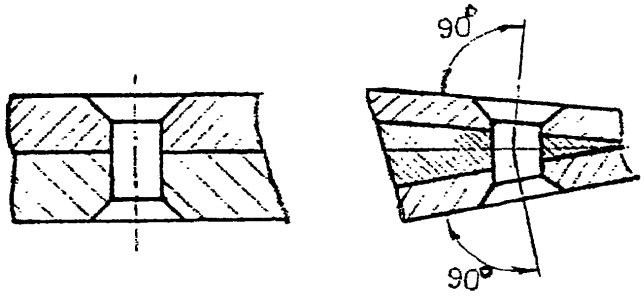
Таблица 8

Материал		Усилие подачи кН (кгс) при S_o, мм/об							
Марка	$\sigma_в$, ГПа (кгс/мм²)	0,034				0,075			
		и отверстиях диаметром, мм							
		2,7	4,1	6,1	8,1	2,7	4,1	6,1	8,1
30ХГСА	1,62 (165)	0,35÷0,42 (36÷43)	0,49÷0,59 (50÷60)	–	0,91 (93)	–	–	–	–
ВНС –5	1,42 (145)	0,36 (37)	0,81 (83)	0,88 (90)	0,94÷1,06 (96÷108)	–	–	–	–
ВНС –2	1,32 (135)	0,34÷0,36 (35÷37)	0,46 (47)	0,55 (56)	–	–	–	–	–
ЭИ696А	1,08 (110)	0,43 (44)	0,58 (59)	–	–	–	–	–	–
ВЖ –100	0,83 (85)	0,39 (40)	0,49 (50)	–	–	–	–	–	–
СН 3	1,18 (120)	0,25÷0,27 (25÷28)	0,45÷0,49 (46÷50)	–	–	0,42 (43) (S_o = 0,06)	–	–	–
ВТ –20	0,93 (95)	0,25÷0,27 (25÷28)	0,36 (37)	0,51 (52)	0,77 (78)	0,42 (43)	0,54 (55)	0,78 (80)	1,16 (118)
ОТ4 –1	0,69 (70)	–	0,26 (26) (S_o = 0,045)	–	–	–	0,42÷0,46 (43÷47)	–	–
ВНС –1	1,18 (120)	0,27÷0,30 (28÷31)	0,41 (42)	0,57 (58)	0,88 (90)	0,39 (40)	0,64 (65)	0,93 (95)	1,39 (142)

4. ОБРАЗОВАНИЕ ГНЕЗД ПОД ПОТАЙНЫЕ ГОЛОВКИ ЗАКЛЕПОК

4.1. Требования к качеству гнезд

4.1.1. Оси гнезд под потайные головки заклепок в плоских пакетах должны совпадать с осями отверстий, в пакетах клиновидной формы должны быть перпендикулярны поверхности (см. черт. 7)



Черт. 7. Расположение осей гнезд.

4.1.2. Гнезда под закладные головки по форме и размерам должны соответствовать потайным головкам устанавливаемых заклепок; наибольшая глубина гнезд должна быть на 0,02 мм меньше минимальной высоты головки заклепки, а наименьшая – определяется требованиями КД на выступание головок заклепок над поверхностью пакета (с учетом их «подсадки» при клепке на ≈ 0,02 мм).

Для уменьшения деформации узлов при клепке с образованием потайных замыкающих головок конструкторской документацией могут быть предусмотрены гнезда меньшей глубины, но не менее 0,3 диаметра заклепки.

Глубина зенкованного гнезда в каркасной детали при штампованном гнезде в листовой детали должна определяться из условия беззазорной сборки склепываемых деталей.

4.1.3. Угол конуса гнезд под замыкающие потайные головки заклепок должен быть равен 90°.

При образовании гнезд для выполнения соединений с двухстороннем потаем заклепками, закладные головки которых имеют угол 120°, рекомендуется чередовать гнезда под закладные и замыкающие головки заклепок.

4.1.4. Овальность гнезд не должна превышать 0,2 мм для заклепок диаметром до 5,0 мм и 0,3 мм для заклепок диаметром более 5,0 мм.

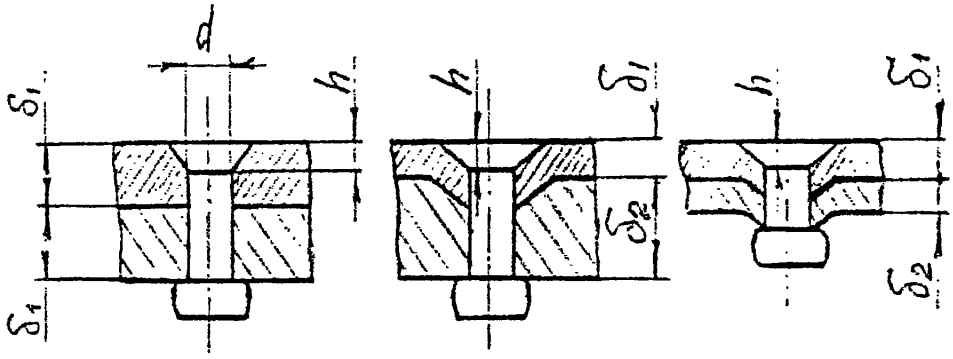
4.1.5. Шероховатость поверхности зенкованных гнезд должна быть не грубее Rz 20.

4.1.6. Способ образования гнезд устанавливается КД. Для обеспечения максимальной работоспособности соединения с потайными головами заклепок, в зависимости от толщины склепываемых деталей, гнезда выполнять одним из следующих способов:

зенкованием – при толщине детали, не менее чем на 0,1 диаметра заклепки превышающей глубину гнезда (черт. 8а) и под головки заклепок ОСТ 1 34072;

штампованием в листовой детали и зенкованием в детали каркаса – при толщине первой меньшей или равной глубине гнезда (но не более 1,2 мм) и толщине второй больше глубины гнезда (черт. 8б);

штампованием в обоих элементах пакета – при толщине пакета или каждой из деталей меньше или равной глубине гнезда (но не более 1,2 мм) (черт. 8в).



а б в

а – зенкование; $\delta 1 \geq h + 0{,}1\ d$

б – штампование в листовой детали и зенкование в детали каркаса; $1{,}2 \geq \delta 1 \leq h$; $\delta 2 > h$

в – штампование в обеих деталях; $1{,}2 \geq \delta 1 \leq h$; $1{,}2 \geq \delta 2 \leq h$

Черт. 8 Способы образования гнезд под потайные головки заклепок

4.1.7. Не допускаются :

- грани и задиры на поверхности зенкованных гнезд,

- трещины и рваные кромки у штампованных гнезд после рассверливания отверстий.

4.1.8. На листовых деталях пакета допускаются:

- следы от упора - ограничителя зенковальной насадки и инструмента для штампования гнезд, не нарушающие защитного покрытия,

- утяжки до 0,2 мм вокруг штампованных гнезд.

4.2. Образование гнезд зенкованием

4.2.1. При наличии условий зенкование гнезд осуществлять совместно со сверлением сверлом – зенковкой типа указанной в приложении 11.

4.2.2. При раздельном выполнении операций зенкование гнезд осуществлять зенковками с направляющими штифтами типа указанных в приложении 12. Зенкование гнезд в клиновидных пакетах выполнять зенковками с укороченными направляющими штифтами.

4.2.3. Угол при вершине зенковки должен быть равным углу конуса потайной головки заклепки.

4.2.4. Для обеспечения требуемых размеров гнезд зенкование выполнять с применением регулируемых упоров – ограничителей, базирующихся на поверхности зенкуемой детали, типа указанных в приложениях 9 и 10.

В местах, исключающих применение насадок, допускается зенкование гнезд без упоров – ограничителей.

4.2.5. Перед зенкованием произвести регулировку упора – ограничителя насадки для обеспечения заданной глубины зенкования. Для этого необходимо :

а) предварительно установить упор – ограничитель насадки на глубину зенкования, меньшую требуемой;

б) произвести пробное зенкование (с плавным нажатием зенковки) на образце, материал которого соответствует материалу обрабатываемого изделия;

в) проверить глубину гнезда с помощью калибр – заклепки (прил. 13) и индикаторного приспособления (прил. 14) ;

г) откорректировать настройку упора – ограничителя в соответствии с замеренной величиной выступания калибр – заклепки относительно поверхности образца;

д) дозенковать гнездо и проверить его глубину;

е) повторить операции регулировки , указанные в пп. «в», «г», «д», до получения требуемой глубины зенкования;

ж) зенковать 3 – 5 гнезд в обрабатываемом изделии насадкой с отрегулированным упором-ограничителем, после чего глубина гнезд должна быть проверена рабочим и контролером.

Упор-ограничитель считается отрегулированным правильно, когда калибр-заклепка выступает над поверхностью изделия на 0,01 мм больше половины максимального выступания потайной головки заклепки после клепки, заданного КД.

Утопание калибр-заклепки не допускается.

4.2.6. При зенковании отверстий в каркасе под штампованные без подчеканки гнезда в листовой детали упор-ограничитель зенковальной насадки настраивать на глубину зенкования, обеспечивающую утопание калибр-заклепки относительно поверхности каркаса на величину $0{,}15\delta$ для заклепок с углом конуса головки 120°, где δ - толщина листовой детали.

4.2.7. Образование гнезд затупленными зенковками не допускается.

4.3. Образование гнезд штампованием

4.3.1. Штампование гнезд осуществлять на клепальных прессах. Использование многоударного метода не рекомендуется.

4.3.2. Параметры процесса штампования гнезд в листовых деталях из коррозионностойкой стали или титанового сплава должны отвечать требованиям действующей нормативно-технической документации, из алюминиевых сплавов Д16АТ, Д19АТ, В95АТ – требованиям п.п. 4.3.3. – 4.3.13 настоящей инструкции.

4.3.3. Перед штамповкой гнезд произвести сверление отверстий под ловитель инструмента; диаметры сверл – в соответствии с табл.10. Сверление выполнять в собранном пакете с обеспечением перпендикулярности осей отверстий к поверхности листовой детали.

Заусенцы должны быть удалены.

Таблица 10

Размеры в мм

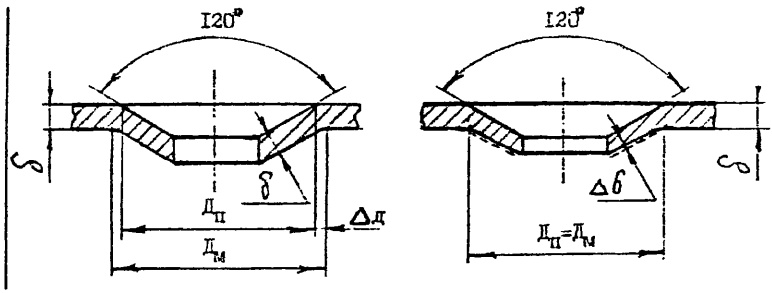
Диаметр заклепки	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
Диаметр сверла	2,3	2,6	3,0	3,5	4,5	5,3

4.3.4. Штампование гнезд выполнять одним из двух способов:

«без подчеканки», т.е. практически без уменьшения толщины листа в зоне гнезда;

«с подчеканкой» – с уменьшением , относительно исходной, толщины стенок гнезда.

Штампование «с подчеканкой» инструментом с одинаковыми диаметрами конической части пуансона и матрицы обеспечивает лучшую собираемость деталей, точность размеров гнезд, минимальную номенклатуру инструмента (черт. 9).



а б

а) без подчеканки: Дм > Дп; δг ≈ δл;

б) с подчеканкой: Дм = Дп; δг < δл

(Дм – диаметр матрицы, Дп – диаметр пуансона, δл – исходная толщина листа, δг – толщина стенки штампованного гнезда)

Черт. 9 Схема штампования гнезд

4.3.5. Штампование гнезд в деталях из алюминиевых сплавов Д16 АТ, Д19АТ производить в холодном состоянии, сплава В95АТ – с нагревом зоны деформации. Оксидное покрытие на нагреваемые детали из В95АТ наносить после штампования гнезд.

4.3.6. Штампование гнезд в деталях пакета производить:

совместно – при толщине пакета до 1,2 мм;

раздельно – при толщине пакета более 1,2 мм и толщине каждой детали до 1,2 мм.

Поверхность деталей перед штампованием гнезд должна быть очищена от пыли.

4.3.7. Усилия штампования гнезд с подчеканкой в деталях из Д16АТ и В95АТ (с нагревом) назначать в соответствии с табл. 11

Таблица 11

Диаметр заклепки , мм		2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
Усилия штампования гнезд, Н (кгс) при толщине детали или пакета до 1,2 мм из сплавов	Д16 АТ	14715÷ 19620 (1500 ÷ 2000)	19620÷ 29430 (2000÷ 3000)	29430÷ 39240 (3000 ÷ 4000)	39240÷ 58860 (4000÷ 6000)	58860÷ 78480 (6000÷ 8000)	81423÷ 89271 (8300÷ 9100)
	В95АТ (с нагревом)	19620÷ 24525 (2000÷ 2500)	24525÷ 29430 (2500÷ 3000)	29430÷ 34335 (3000÷ 3500)	34335÷ 39240 (3500÷ 4000)	44145÷ 49050 (4500÷ 5000)	-

4.3.8. Выбор усилия штампования должен исключать коробление детали. При недостаточном усилии штампования четкое гнездо не образуется и деталь изгибается в сторону пуансона. Избыточное усилие изгибает деталь в сторону матрицы.

4.3.9. При штамповании гнезд в деталях из сплава В95АТ прессы должны быть оснащены приспособлениями для нагрева инструмента и контроля режима нагрева.

4.3.10. Температура нагрева деформируемой зоны в деталях из сплава В95АТ 140°±10°С.

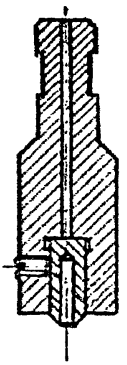
Диаметр нагреваемой зоны должен превышать диаметр гнезда на 1 – 2 мм. Длительность нагрева материала детали толщиной 0,6 ÷ 1,0 мм при температуре инструмента 165°±5°С – 5 ÷ 10 с.

Контактное усилие нагретого инструмента и нагреваемой детали должно исключать начало деформирования до достижения требуемой температуры нагрева.

4.3.11. Для исключения трещин рекомендуется штампование гнезд осуществлять инструментом, обеспечивающим поджатие материала по кромкам предварительных отверстий в деталях (приложения 15 и 16).

4.3.12. Поджатие осуществляется прижимом матрицы посредством пружины, которую следует регулировать с помощью шайб до получения четкого отпечатка от прижима на внутренней стороне гнезда. Не следует допускать излишнего вдавливания прижима.

4.3.13. Для штампования гнезд можно применять пуансоны разборной конструкции (черт.10).



Черт. 10 Пуансон разборной конструкции

4.3.14. Рабочие части инструмента должны быть очищены от загрязнений. Хранение матриц и пуансонов в сомкнутом состоянии, а также их смыкание на прессе в отсутствие обрабатываемого объекта запрещается.

4.3.15. После образования гнезд предварительные отверстия (под ловитель инструмента) рассверлить в собранном пакете до окончательных размеров под соответствующий диаметр заклепки (см. раздел 3).

4.3.16. В зенкованных под штампованные гнезда деталях следует образовывать фаску глубиной 0,1 – 0,2 мм зенковкой, имеющей угол при вершине 150° (приложение 8).

4.3.17. Перед штамповкой гнезд проверить правильность настройки оборудования, инструмента и выбора режимов процесса на контрольных образцах, марка материала, толщина и шаг отверстий в которых должны соответствовать аналогичным характеристикам обрабатываемых деталей.

4.3.18. Технологический процесс штампования гнезд с подогревом на прессе одиночной клепки включает в себя следующие операции:

- настройку терморегуляторов на заданную температуру;
- настройку реле времени на заданную длительность нагрева;
- нагрев инструмента до требуемой температуры;
- установку детали на ловитель штампа;
- сжатие детали между пуансоном и матрицей, нагрев деформируемой зоны детали с включением реле времени;
- штампование гнезда после срабатывания реле времени;

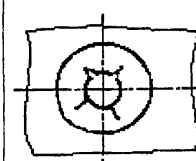
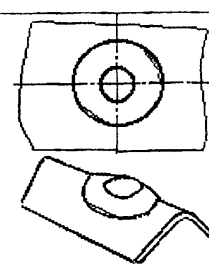
- отвод пуансона;
- снятие детали с отштампованным гнездом.

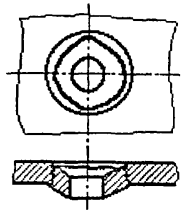
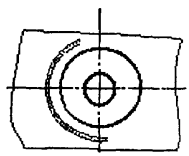
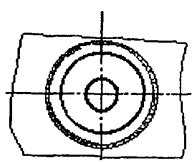
4.3.19. Не допускаются :

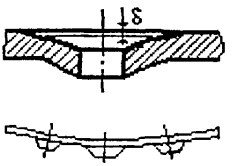
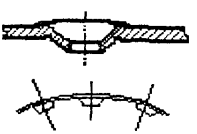
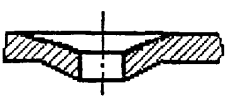
- трещины на поверхности или в зоне штампованных гнезд, видимые невооруженным глазом или выявляемые при изгибе детали,
- ступенчатые утолщения или утонения стенок гнезда,
- вмятины вокруг гнезда от инструмента,
- риски, вмятины на стенках гнезд,
- провалы или выпучивание материала вокруг гнезда, вызывающие коробление листовой детали,
- эксцентричность гнезда и отверстия,
- облой на кромках отверстий,
- несовпадение осей отверстий в сопрягаемых деталях,
- пережоги материала при штамповании гнезд с нагревом деформируемой зоны.

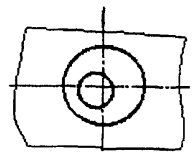
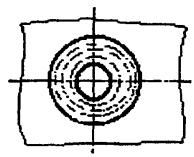
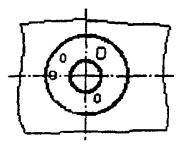
Основные дефекты и причины их возникновения приведены в таблице 12.

Таблица 12

Наименование дефекта	Эскиз	Причина дефекта
1. Радиальные трещины на кромках отверстий , видимые невооруженным глазом или выявляемые при изгибе контрольного образца		Недостаточны: -усилие на прижиме нижнего инструмента; -температура нагрева инструмента; -длительность нагрева деформируемой зоны. Перекос оси отверстия. Занижен диаметр отверстия. Наличие заусенцев на кромках отверстий.
2. Трещины по окружности основания гнезда, видимые невооруженным глазом или выявляемые при изгибе контрольного образца.		Недостаточны: -температура нагрева инструмента; -длительность нагрева деформируемой зоны. Диаметр и (или) угол конической части пуансона меньше диаметра и (или) угла конической части матрицы.

Наименование дефекта	Эскиз	Причина дефекта
3. Периферические кольцевые трещины сдвига, видимые невооруженным глазом или выявляемые при изгибе контрольного образца		Недостаточна температура нагрева деформируемой зоны. Отсутствие закруглений на матрице. Велика толщина обрабатываемой детали. Диаметр конической части пуансона больше диаметра конической части матрицы.
4.Ступенчатое утолщение стенки гнезда с внутренней стороны		Недостаточно усилие на прижиме нижнего штампа
5.Ступенчатое утонение стенки гнезда с внутренней стороны		Велико усилие на прижиме нижнего штампа.
6.Вмятины на поверхности детали от рабочих частей инструмента		Перекос оси отверстия. Несоосная установка пуансона и матрицы.
7.Кольцевые вмятины на поверхности детали от рабочих частей инструмента.		Велико усилие штампования. Угол φ пуансона больше угла φ матрицы.

Наименование дефекта	Эскиз	Причина дефекта
8.Утяжки материала вокруг гнезда (δ), вызывающие коробление детали.		Недостаточно усилие штампования. Недостаточна величина угла φ пуансона и матрицы. Угол φ пуансона меньше угла φ матрицы.
9.Выпучивание материала вокруг гнезда, вызывающее коробление детали.		Велико усилие штампования. Велики углы φ пуансона и матрицы.
10.Резкий переход между конической частью гнезда и поверхностью детали со стороны пуансона.		Велико усилие штампования. Угол φ пуансона меньше угла φ матрицы. Угол конической части пуансона больше угла конической части матрицы.
11.Большой радиус перехода между конической частью гнезда и поверхностью детали		Недостаточно усилие штампования. Диаметр конической части пуансона меньше диаметра конической части матрицы. Угол φ пуансона больше угла φ матрицы. Угол конической части пуансона меньше угла конической части матрицы.

Наименование дефекта	Эскиз	Причина дефекта
12.Эксцентричность гнезда относительно оси отверстия.		Ось отверстия неперпендикулярна к поверхности детали. Несоосная установка пуансона и матрицы. Завышен диаметр направляющего отверстия.
13.Образование облоя на кромках отверстий.		Велико усилие на прижиме нижнего штампа при завышенном зазоре между ловителем прижима и отверстием в пуансоне.
14.Мелкие риски на поверхности гнезда		Наличие следов механической обработки на конической части пуансона или матрицы.
15.Вмятины на поверхности гнезда.		Загрязнение поверхности рабочих частей штампа.
16.Несовпадение осей гнезд после раздельного штампования.		Неперпендикулярность осей отверстий под ловитель матрицы.

Примечание: величины углов φ матриц и пуансонов приведены в приложениях 15 и 16.

5. КАЛИБРОВКА ОТВЕРСТИЙ И ГНЕЗД

5.1. При выполнении особо ответственных соединений заклепками ОСТ 1 34072 с потайной закладной головкой после зенкования гнезд острые кромки сопряжения конической и цилиндрической поверхностей притупить нанесением 3-4 ударов пневмомолотка, используя приспособление для калибровки отверстий (приложение 17).

Скругление острых кромок после калибровки контролировать визуально (в спорных случаях с применением лупы) в 100% отверстий.

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОТВЕРСТИЙ И ГНЕЗД

6.1. Контролируемые параметры.

6.1.1. Контроль качества отверстий и гнезд под потайные головки заклепок должен включать обязательную проверку

- правильности расположения отверстий,
- формы, размеров и шероховатости поверхности отверстий,
- перпендикулярности оси отверстия относительно поверхности пакета,
- отсутствия заусенцев по кромкам отверстий и глубины фаски после снятия заусенцев,
- отсутствия граненности, трещин и рваных кромок в отверстиях,
- формы, размеров и шероховатости поверхности зенкованных гнезд,
- отсутствия граней и задиров на поверхности зенкованных гнезд,
- отсутствия нарушений защитного покрытия деталей упором зенковальной насадки,
- формы и размеров штампованных гнезд,
- отсутствия трещин, рваных кромок после рассверливания отверстий,
- местных провалов (утяжек) вокруг штампованных гнезд,
- отсутствия нарушений защитного покрытия деталей инструментом для штамповки гнезд,
- отсутствие пережога материала при штамповке гнезд с нагревом деформируемой зоны,
- правильности сопряжения поверхностей деталей со штампованными гнездами и зенкованными гнездами в деталях каркаса.

6.2. Способы и средства контроля.

6.2.1. Правильность расположения отверстий под заклепки контролировать универсальными мерительными инструментами (масштабными и шаговыми линейками, штангенциркулями и пр.).

6.2.2. Соответствие качества отверстий и гнезд требованиям пп.3.1., 4.1. устанавливается контролем 10% их количества в шве при выполнении соединений заклепками ОСТ 1 34073 ÷ ОСТ 1 34101 и 100% - заклепками ОСТ 1 34072.

6.2.3. Диаметры отверстий под заклепки проверять со стороны входа сверла специальными калибр – пробками (приложение 5).

6.2.4. Овальность отверстий проверять доработанной непроходной стороной специальной калибр – пробки (приложение 5), устанавливаемой в отверстие в двух взаимно перпендикулярных положениях. При необходимости для определения величины овальности отверстий применять нутромеры.

6.2.5. Перпендикулярность осей отверстий относительно поверхности детали контролировать путем измерения щупом зазора между торцем буртика специальной калибр – пробки (приложение 5) и поверхностью детали (черт. 3). Отверстия, расположенные на поверхности с радиусом кривизны менее 400 мм и в клиновидных пакетах контролю не подлежат.

6.2.6. Шероховатость поверхности, граненость отверстий, качество кромок, отсутствие заусенцев и трещин на кромках отверстий, наличие фаски контролировать визуально.

В спорных случаях шероховатость поверхности отверстий проверять сравнением с эталонами шероховатости.

6.2.7. Контроль глубины зенкованных и штампованных гнезд под потайные головки заклепок осуществлять с помощью калибр – заклепки или заклепки используемой партии и индикаторного приспособления (приложение 13 и 14). В случаях, исключающих возможность применения индикаторного приспособления, контроль глубины гнезд производить ощупыванием по выступанию головок заклепок. Для контроля глубины гнезд в клиновидных пакетах применять калибр – заклепку, указанную в приложении 18.

6.2.8. Овальность гнезд и «венчик» вокруг потайных головок заклепок контролировать визуально по вставленной калибр – заклепке, в спорных случаях – с применением лупы с визирами.

6.2.9. Шероховатость поверхности, задиры, граненость зенкованных гнезд контролировать визуально. В спорных случаях шероховатость поверхности проверять сравнением с эталонами шероховатости.

6.2.10. Нарушение защитного покрытия упором зенковальной насадки контролировать визуально.

6.2.11. Качество кромок отверстий и наличие трещин после рассверливания отверстий в деталях со штампованными гнездами, нарушения защитного покрытия инструментом для штампования гнезд контролировать визуально, в спорных случаях применять лупы с 4-х кратным и более увеличением.

6.2.12. Наличие выпучивания или провалов материала в листовых деталях вокруг штампованных гнезд контролировать щупом и лекальной линейкой, в спорных случаях проверять специальным приспособлением типа указанного в приложении 19.

6.2.13. Правильность сопряжения поверхностей деталей со штампованными гнездами определять визуально по отсутствию зазоров между деталями.

6.2.14. Отсутствие пережогов , ведущих к изменению физико – механических свойств материала, при штамповании гнезд с нагревом обеспечивается правильностью выбранных режимов, соблюдением технологического процесса, настройкой оборудования и инструмента.

Контроль правильности режима штампования осуществлять проверкой структуры материала образца – свидетеля в зоне гнезда металлографическим анализом.

7. ВСТАВКА ЗАКЛЕПОК В ОТВЕРСТИЯ

7.1. Заклепки

7.1.1. Заклепки по ГОСТ14798, ГОСТ 1 4799, ОСТ 1 34084 ÷ ОСТ 1 34091, ОСТ 1 34096 ÷ ОСТ 1 34101, ОСТ 134073 ÷ ОСТ 1 34083 могут быть заменены на заклепки соответствующих типоразмеров по ОСТ 1 34037, ОСТ 1 34038, ОСТ 1 34054 (для автоматической клепки).

7.1.2. Качество заклепок должно соответствовать требованиям ГОСТ 14803, ОСТ 1 34104.

7.1.3. Заклепки устанавливаются в конструкцию в состоянии поставки по ГОСТ 14803, ОСТ 1 34104. Заклепки из сплава Д19П перед клепкой должны подвергаться закалке; допустимое количество закалок и режим закалки – по отраслевой инструкции № 904.

7.2. Выбор длин и вставка заклепок.

7.2.1. Длина заклепки должна назначаться в зависимости от толщины склепываемого пакета:

- при клепке с образованием плоских замыкающих головок – по ГОСТ 14802, ОСТ 1 34102 (при использовании заклепок для автоматической клепки – по ОСТ 1 34041);

- при клепке с образованием потайных замыкающих головок (с последующим удалением гарантированно выступающей над поверхностью пакета части замыкающей головки) – по табл. 13, 14;

- при клепке пакетов со штампованными во всех соединяемых деталях гнездами – по ГОСТ 14802, ОСТ 1 34102 с увеличением на высоту потайной закладной головки.

7.2.2. Вставка заклепок должна производиться без нарушения защитного покрытия заклепки и стенок отверстия и гнезда.

7.2.3. При вставке заклепок в отверстия визуально контролировать:

- отсутствие внешних дефектов,
- выступание потайных головок над поверхностью пакета,
- отсутствие односторонних зазоров между закладной головкой и поверхностью пакета.

7.2.4. Контроль вставки заклепок осуществлять визуально. При необходимости проверку величины выступания потайных головок заклепок производить с помощью индикаторного приспособления (приложение 14); проверку перпендикулярности оси отверстия к поверхности пакета – щупом с помощью калибр – пробки (приложение 5).

8. ОБРАЗОВАНИЕ ЗАМЫКАЮЩИХ ГОЛОВОК ЗАКЛЕПОК

8.1. Требования к качеству соединений

8.1.1.Плоские замыкающие головки заклепок должны иметь бочкообразную форму; диаметр и высота головок - по ГОСТ 14802, ОСТ 1 34102, ОСТ 1 34072; овальность головок не должна превышать допускаемых отклонений от номинального диаметра, указанных в табл. 15.

Таблица 15

в мм

Диаметр заклепки		2,0	2,6	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
Диаметр замыкающей головки	номинальный	3,0	3,9	4,5	5,2	6.0	6,8	7,5	8,7	10,2	11,6
	допустимое отклонение	± 0,20	± 0,25	±0,30		±0,40		±0,50			± 0,80
Высота замыкающей головки (наименьшая)		0,8	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,2

8.1.2. Замыкающие головки заклепок должны плотно прилегать к поверхности пакета.

Подбор длин заклепок по ОСТ 1 34073 ÷ ОСТ 1 34101 для клепки с образованием потайных замыкающих головок.

Таблица 13

в мм

Толщина пакета S	Диаметр заклепки, d				Толщина пакета S
	3,0	3,5	4,0	5,0	
	Длина заклепки, L				
2					2
3	5				3
4	6	6	6		4
5	7	7	7	8	5
6	8	8	8	9	6
7	9	9	9	I0	7
8	I0	I0	I0	II	8
9	II	II	II	I2	9
I0	I2	I2	I2	I3	I0
II	I3	I3	I3	I4	II
I2		I4	I4	I5	I2
I3		I5	I5	I6	I3
I4		I6	I6	I7	I4
I5			I7	I8	I5
I6			I8	I9	I6
I7				20	I7
I8				2I	I8
				22	
				23	

1. Требуемая длина заклепки L определяется числами в прямоугольниках, пересекаемых прямой, которая соединяет деления шкалы S, соответствующие толщине склепываемого пакета.
2. Пунктиром показан пример выбора длины заклепки; для толщины пакета S = 5 мм следует брать заклепки при d=3,0 мм L=7мм; при d=3,5 мм L=7 мм; при d=4,0 мм L=8,0 мм.

Подбор длин заклепок ОСТ 1 34072 при двусторонней потайной клепке

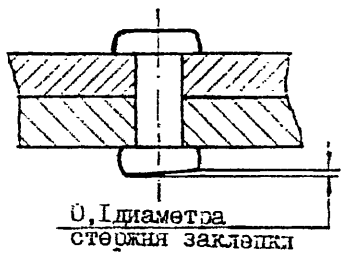
Таблица 14

в мм

Толщина пакета, δ	Длина заклепки, L
3	
4	7
5	8
6	9
7	I0
8	II
9	I2
I0	I3
II	I4
I2	I5
I3	I6
I4	I7
I5	I8
	I9

8.1.3. Непараллельность торца плоской замыкающей головки относительно поверхности пакета – до 0,1 диаметра стержня заклепки на диаметре замыкающей головки (черт.11).

При ударном способе клепки допускается непараллельность до 0,15 диаметра стержня заклепки, но не более чем у 10% заклепок от их количества в шве.



Черт.11 Непараллельность торца плоской замыкающей головки относительно поверхности пакета.

8.1.4. Потайная замыкающая головка должна заполнять весь объем гнезда и выступать над поверхностью пакета в пределах 0,2 – 0,3 диаметра стержня заклепки. Шероховатость поверхности головки после удаления выступающей части – не грубее Rz 20.

8.1.5. Выступание потайных головок заклепок после клепки должно быть не менее 0,01 мм; утопание их относительно поверхности пакета не допускается ; наибольшая величина выступания определяется требованиями конструкторской документации.

Допускаются:

- непараллельность поверхности потайной головки относительно поверхности пакета в пределах допуска на выступание головки;
- нарушение плоскостности («закатывание») головок заклепок при многоударной клепке по форме поверхности с радиусом кривизны до 300 мм.

8.1.6. Венчик (зазор между кромками потайной головки и гнезда) не должен превышать :

- 0,25 мм при диаметре заклепок 2,6 – 6,0 мм,
- 0,4 мм для заклепок 7,0 и 8,0 мм с потайной головкой с углом конусности 90° ,
- 0,45 мм для головок с углом конусности 120 °.

8.1.7. Закладные выступающие головки заклепок после клепки должны плотно прилегать к поверхности пакета.

Односторонне неприлегание головок не должно превышать :

- 0,05 мм для заклепок диаметром 2,6 – 5,0 мм;
- 0,10 мм для заклепок диаметром более 5,0 мм.

Количество таких заклепок устанавливается конструкторской документацией.

8.1.8. Высота закладной плоско-скругленной головки (при непараллельности головки относительно поверхности пакета – минимальная высота) после клепки должна быть не менее 0,37 диаметра стержня заклепки.

8.1.9. Трещины, подсечки, зарубки, расслоения материала на замыкающих или закладных головках заклепок не допускаются.

Допускается отпечаток кромки лунки обжимки на выступающих закладных головках заклепок.

8.1.10. Зазоры после клепки между элементами пакета в местах постановки заклепок не допускаются.

Допустимые зазоры вне зоны, ограниченной радиусом замыкающей головки заклепки, должны быть указаны в конструкторской документации; при этом они не должны превышать

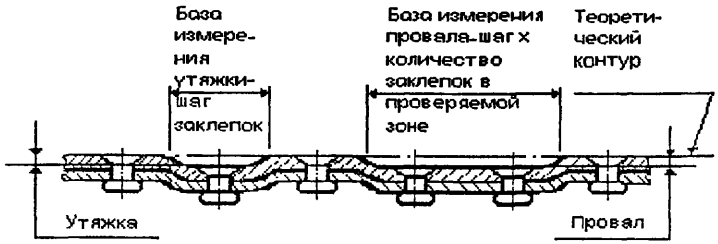
в около заклепочной зоне по кромочным швам при соединении тонких (до 2,0 мм) элементов с толстыми (свыше 10,0 мм) – 0,1 мм, но не более чем у 15% заклепок в шве;

между заклепками:

- 0,5 мм при клепке листовых деталей толщиной до 1,5 мм и шаге шва более 40 мм;
- 0,3 мм при клепке листовых деталей толщиной до 2,0 мм и шаге шва до 40 мм;
- 0,2 мм при клепке листовых деталей толщиной свыше 2,0 мм.

8.1.11. Для обеспечения качества поверхности последовательность расклепывания заклепок должна соответствовать одному из вариантов, указанных на черт. 1.

8.1.12. Расположение осей заклепочных швов, заклепок в швах, минимальные перемычки, тип, размер и материал заклепок, утяжки вокруг головок заклепок, провалы заклепочных швов (см. черт. 12), наибольшее выступание потайных головок заклепок должны удовлетворять требованиям КД. Хлопуны на листовых деталях не допускаются.



Черт. 12 Схема измерения утяжек и провалов.

8.1.13. На поверхности деталей допускаются (без нарушения защитного покрытия) :

- следы от сжатия пакета со стороны замыкающих головок заклепок;

- следы от обжимок пневмомолотков вокруг выступающих закладных головок заклепок.

8.2. Способы образования замыкающих головок заклепок

8.2.1. Способ образования замыкающих головок должен обеспечивать целостность материала заклепки и склепываемых деталей, требования к работоспособности соединения и качеству поверхности объекта клепки.

8.2.2. Способ клепки статическим приложением усилий (прессовая клепка) предпочтителен.

Многоударный способ клепки применять в случаях, когда использование прессовой клепки исключено; при выполнении соединений заклепками ОСТ 1 34072 – только в случаях, разрешенных конструкторской документацией.

8.3. Прессовый способ клепки

8.3.1.Образование замыкающих головок заклепок производить одиночным или групповым способом. Усилия клепки для образования одной замыкающей головки с характеристиками, указанными в п. 8.1.1., приведены в табл. 16.

Усилия клепки для образования потайной (с углом конусности 90° и высотой 0,4 диаметра стержня заклепки) головки в 1,5 – 2,0 раза больше указанных в табл.16.

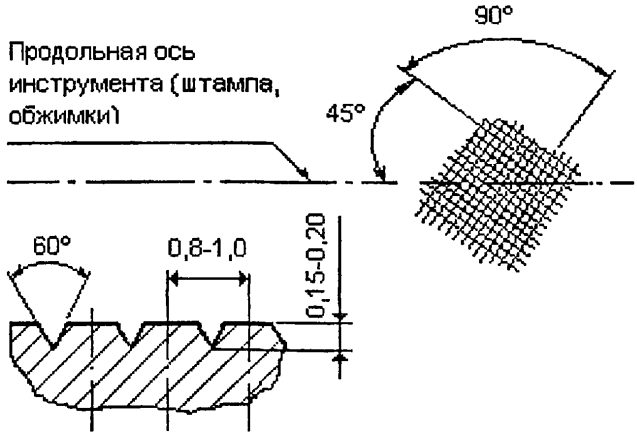
Таблица 16

Диаметр заклепки в мм			2,6	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
Усилие клепки, Н (кгс), для заклепок из	алюминиевых сплавов		7850 (800)	10790 (1100)	14720 (1500)	20600 (2100)	26490 (2700)	33350 (3400)	38260 (3900)	52970 (5400)	71610 (7300)
	сталей	10 15	10790 (1100)	16680 (1700)	19620 (2000)	27470 (2800)	-	41200 (4200)	51010 (5200)	71610 (7300)	-
		20Г 2	-	-	33350 (3400)	42180 (4300)	-	56900 (5800)	78480 (8000)	-	-
		12Х 18Н 9Т	21580 (2200)	31390 (3200)	44150 (4500)	56900 (5800)	-	86330 (8800)			

8.3.2. Типы и основные размеры штампов для групповой клепки должны соответствовать ОСТ 1 51082 – ОСТ 1 51087, для одиночной клепки – приложениям 20 и 21 к настоящей инструкции.

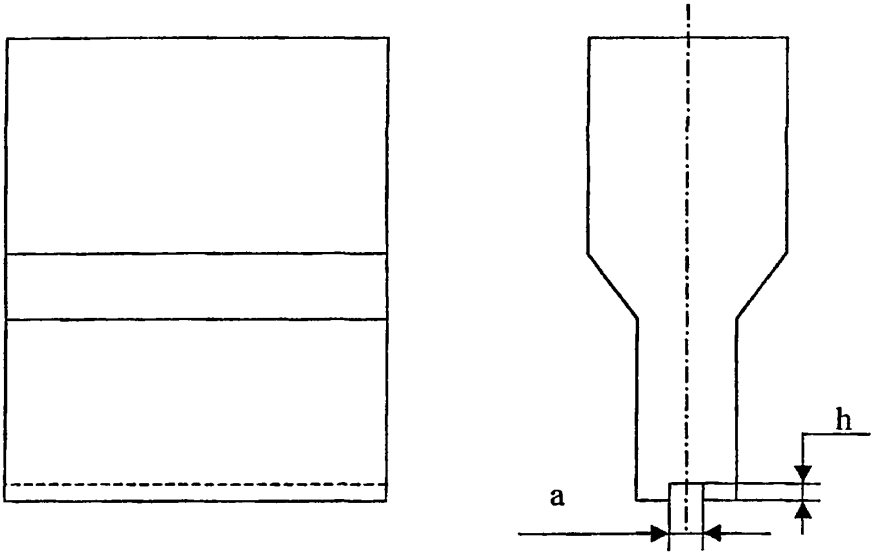
8.3.3. Рабочая поверхность штампа, образующая замыкающую головку, должна иметь шероховатость Rz 40.

При клепке клиновидных , с углом до 6°, пакетов на скошенной поверхности штампа, образующего замыкающую головку заклепки, допускается нанесение насечки глубиной 0,15 – 0,20 мм (см. черт. 13).



Черт. 13 Размеры насечки

8.3.4. В случае невыполнения условий ОСТ 1 34102 по допускаемому уменьшению высоты закладной плоско-скругленной головки заклепки (см. п. 8.1.8.) при клепке плоским штампом разрешается (если головка расположена на деталях из алюминиевого сплава толщиной более 2,0 мм и стальных или титановых сплавов толщиной более 1,5 мм) доработка поверхности поддержки штампа групповой клепки в соответствии с черт. 14, табл. 17.



Черт.14 Доработка поддержек групповых штампов

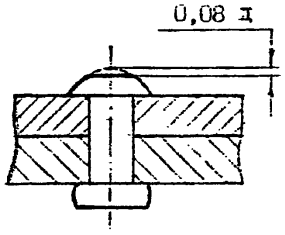
Таблица 17

в мм

Диаметр заклепки		2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
а (не менее)		9,0	10,0	11,0	12,0	14,0	16,0
h	номинальное значение	1,05	1,20	1,40	1,60	2,00	2,40
	допустимое отклонение	± 0,01					

8.3.5. При групповой клепке заклепок с плоско-выпуклыми головками допускается подмятие последних (черт. 15) не более, чем на 0,08 диаметра стержня заклепки. Высота закладных головок после клепки должна быть не менее наименьшей высоты замыкающих головок заклепок. С целью уменьшения величины подмятия головок штамп может быть доработан (при расположении головок на деталях, указанных в п. 8.3.4.) в соответствии с черт.14 и табл. 18

Для выполнения тех же требований при одиночной клепке использовать штампы с лункой по приложениям 24, 25, 27, 30, 32, 35.



Черт. 15 Подмятия плоско-выпуклых заклепок при групповой клепке.

Таблица 18

в мм

Диаметр заклепки		2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
а (не менее)		10,0	11,0	12,0	13,0	16,0	18,0
h	номинальное значение	1,10	1,25	1,55	1,60	2,00	2,40
	допустимое отклонение	± 0,01					

8.3.6. Правильность выбора сменного инструмента, настройки клепального оборудования должны быть подтверждены клепкой контрольного образца с характеристиками пакета, аналогичными объекту клепки.

8.4. Многоударный способ клепки

8.4.1. Клепку осуществлять многоударными клепальными молотками , отвечающими требованиям ГОСТ 17770 к параметрам вибрации, обратным методом.

Возможность использования прямого метода клепки (для малоресурсных соединений) оговаривается КД.

8.4.2. Определение потребных энергетических параметров клепальных молотков (энергии единичного удара) для обратного метода клепки производить по табл. 19.

Таблица 19

Толщина склепываемого пакета в долях диаметра заклепки	Материалы расклепываемых заклепок																							
	Алюминиевые сплавы									Стали 10 и 15							Стали 12Х18Н9Т и 20Г2							
	Диаметры расклепываемых заклепок (мм)																							
	2,6	3,0	3,5	4.0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0		
	Энергия единичного удара клепального молотка , кг и (в скобках для справки) масса жесткой поддержки, обеспечивающая качественную клепку, минимальная, кг																							
0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0		0,25 (1)			0,5 (2)		(3)	1,3 (5)		0,25 (1)			0,5 (2)	1,0 (3)		1,3 (5)	0,25 (1)		0,5 (2)	1,0 (3)		1,3 (5)		
	Масса жесткой поддержки, удовлетворяющая требованиям к виброрежиму процесса, минимальная, кг																							
0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0	4	8	5		9		12	14		4	5	8	9	10	12	14	4	9		12	14			

8.4.3. Для выполнения соединений использовать виброгасящие поддержки по ОСТ 1 52863 ÷ ОСТ 1 52866. В случае, когда использование поддержек с виброгашением невозможно, массу жестких поддержек для обратного метода клепки , удовлетворяющих требованиям к виброрежиму процесса, определять по табл. 19; допускается, как исключение , использование поддержек меньшей (но не более чем в 2 раза) массы.

Массы поддержек для прямого метода клепки в 2 ÷ 6 раз больше минимальных, обеспечивающих качественную обратную клепку (табл. 19).

8.4.4. Типы и размеры обжимок к пневматическим молоткам для клепки обратным и прямым методами приведены в приложениях 22 ÷ 27.

Допускается использование обжимок другой конструкции с сохранением соосности хвостовика и лунки под головку заклепки.

(Примечание: увеличение массы обжимок снижает энергию единично удара клепального молотка)

8.4.5. Форма и размеры поддержек определяются условиями доступа к месту клепки. Рабочая поверхность поддержки для обратной клепки должна иметь шероховатость Rz 40, остальные поверхности рекомендуется протектировать.

Рабочую поверхность поддержки для прямого метода клепки полировать, остальные протектировать.

8.4.6. Поддержки массой более 5 кг рекомендуется подвешивать на балансирах или иных приспособлениях.

8.5. Снятие выступающей части потайной головки заклепки

8.5.1. Удаление выступающей над пакетом части закладной или замыкающей потайной головки заклепки производить способами и средствами , обеспечивающими требования п.п. 8.1.4., 8.1.5. и исключающими повреждения соединения и поверхности пакета.

8.5.2. Защиту от коррозии обработанной поверхности головки заклепки выполнять в соответствии с требованиями КД.

9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ

9.1. Контролируемые параметры

После выполнения соединений должны контролироваться :

- соответствие расположения заклепок требованиям КД;
- соответствие материалов, типов, размеров заклепок требованиям КД;

- формы, размеры и состояние поверхности замыкающих и закладных головок заклепок;
- величины выступания потайных головок заклепок над поверхностью пакета, плотность прилегания к пакету закладных выступающих головок заклепок;
- состояние поверхности соединяемых элементов и объекта клепки в целом.

9.2. Способы и средства контроля

9.2.1. Контроль расположения заклепок на соответствие требованиям КД производить с помощью универсального мерительного инструмента.

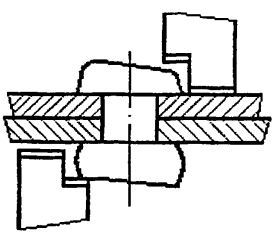
9.2.2. Соответствие типоразмеров установленных заклепок требованиям КД контролировать визуально.

9.2.3. Диаметр и высоту замыкающих головок заклепок контролировать предельными шаблонами типа указанных в приложении 38 .

Диаметр контролировать в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, высоту головки контролировать проходной стороной шаблона. Контролю подвергать не менее 10% заклепок ГОСТ 14797 ÷ ГОСТ 14803, ОСТ 1 34073 ÷ ОСТ 1 34101 в шве; в недоступных для контроля местах размеры замыкающих головок разрешается не контролировать.

В особо ответственных соединениях, выполненных заклепками по ОСТ 1 34072 контролировать все головки заклепок.

9.2.4. Форму и состояние поверхности замыкающих и закладных головок заклепок контролировать визуально. В случае перекоса выступающих головок заклепок наименьшую их высоту контролировать шаблоном (прил.38), используя уступ на торце линейки (черт. 16)



Черт. 16 Контроль высоты замыкающих и закладных (плоскоскругленных и плоских) головок заклепок, имеющих перекосы.

9.2.5. Выступание потайных головок заклепок относительно поверхности пакета контролировать индикаторным приспособлением (приложение 14) не менее чем у 10% заклепок ГОСТ 14797 ÷ ГОСТ 14803, ОСТ 1 34073 ÷ ОСТ 1 34101 и 100% у заклепок ОСТ 1 34072 в шве; при невозможности использования индикаторного приспособления - ощупыванием.

9.2.6. Плотность прилегания закладных выступающих головок заклепок к поверхности пакета контролировать с помощью щупа у 5% заклепок в шве.

9.2.7. Общее состояние поверхности узла, агрегата или изделия контролировать визуально, в спорных случаях – с применением лупы.

9.2.8. Глубину царапин на поверхности склепываемых элементов контролировать с помощью индикаторного приспособления типа указанного в приложении 39.

9.2.9. Провалы и утяжку обшивки (черт. 12) контролировать щупом и базовой линейкой или рейкой. В спорных случаях для контроля на прямолинейных поверхностях применять специальные приспособления с индикатором типа указанного в приложении 19.

9.2.10. Величину зазора между соединяемыми деталями в доступных местах контролировать с помощью щупов.

10. ДЕФЕКТЫ ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Основные дефекты заклепочных соединений, обусловленные нарушением технологического процесса, в зависимости от их характера, устранять следующими способами:

- доклепыванием заклепок,
- заменой дефектной заклепки на заклепку того же диаметра,
- заменой дефектной заклепки на заклепку ближайшего большего диаметра,
- дополнительным удалением выступающей части потайной головки заклепки,
- легкой правкой склепанных деталей,
- введением дополнительных элементов жесткости,
- заменой детали клепаного объекта.

10.2. Качество отверстий при замене дефектных заклепок должно отвечать требованиям п. 3.1. настоящей инструкции.

10.3. Замену более 5% заклепок в шве производить по согласованию с разработчиком КД.

10.4. Доклепыванием (дополнительным осаживанием замыкающей головки) устранять следующие дефекты:

- уменьшенный диаметр замыкающей головки при ее высоте, превышающей минимальную,

- зазор между потайной замыкающей головкой и кромкой гнезда при нормальной глубине зенкования и правильно выбранной длине заклепки.

10.5. Заменой на заклепки того же диаметра (без рассверливания отверстий, удовлетворяющих требованиям п. 3.1. настоящей инструкции) устранять следующие дефекты:

- завышенное выступание головки заклепки над поверхностью детали вследствие занижения глубины гнезда,

- неплотное прилегание закладной выступающей головки заклепки к поверхности детали в следствие несогласованности действий клепальщика и подручного,

- заниженный диаметр замыкающей головки при недостаточной длине заклепки,

- завышенный диаметр замыкающей головки заклепки ,

- неправильная форма замыкающей головки заклепки,

- трещины на головках заклепок,

- зарубки и подсечки на головках заклепок,

- зазор между замыкающей потайной головкой заклепки и кромкой гнезда вследствие недостаточной длины заклепки или несоосности головки и стержня заклепки,

- превышение диаметра потайной замыкающей головки заклепки размера гнезда,

- недостаточность чистоты поверхности потайной головки заклепки после удаления ее части, выступающей над поверхностью детали.

10.6. Заменой на заклепку ближайшего большего диаметра устранять следующие дефекты:

- утопание потайной закладной головки относительно поверхности детали,

- неплотное прилегание потайной закладной головки заклепки к стенкам гнезда вследствие завышения его глубины или несоответствия угла конусности гнезда углу головки заклепки,

- одностороннее неприлегание закладной выступающей головки к детали, одностороннее, сверх допустимого, выступание потайной закладной головки заклепки над поверхностью детали или односторонний зазор между замыкающей потайной головкой заклепки и кромкой гнезда в следствие неперпендикулярности оси отверстия поверхности пакета,

- уменьшенный диаметр замыкающей головки при высоте равной или меньшей минимально допустимой вследствие завышения диаметра отверстия.

10.7. Дополнительным удалением выступающей части потайной головки заклепки устранять дефект завышенного выступания головки над поверхностью детали после зачистки.

10.8. Легкой правкой склепанных деталей с последующим «подтягиванием» заклепок допускается устранение превышающих допустимые значения утяжек и провалов. Правка деталей из чувствительных к ударным нагрузкам алюминиевых сплавов, из высокопрочных сталей и титановых сплавов не допускается.

10.9. Введением в конструкцию дополнительных деталей (только по решению разработчика КД) допускается устранение хлопунов на листовой детали и зазоров между элементами склепываемого пакета.

11. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

11.1 При выполнении заклепочных соединений в узлах, агрегатах и изделиях соблюдать «Правила по безопасности труда при сборке летательных аппаратов».

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей ПИ использованы ссылки на следующие стандарты и нормативно-технические документы:

ГОСТ 14797-85	Заклепки с полукруглой головкой (повышенной точности). Конструкция и размеры.
ГОСТ 14798-85	Заклепки с потайной головкой (угол 90° повышенной точности). Конструкция и размеры.
ГОСТ 14799-85	Заклепки с потайной головкой (угол 120° повышенной точности). Конструкция и размеры.
ГОСТ 14800-85	Заклепки с плоско-выпуклой головкой (повышенной точности). Конструкция и размеры.
ГОСТ 14801-85	Заклепки с плоской головкой (повышенной точности). Конструкция и размеры.
ГОСТ 14802-85	Заклепки (повышенной точности). Диаметр отверстия под заклепки. Размеры замыкающих головок и подбор длин заклепок.
ГОСТ 14803-85	Заклепки (повышенной точности). Общие технические условия.
ГОСТ 17770-86	Машины ручные. Требования к вибрационным характеристикам.
ГОСТ 19543-74	Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком для обработки легких сплавов. Средняя серия. Конструкция.
ГОСТ 19544-74	Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком для обработки легких сплавов. Длинная серия. Конструкция.
ГОСТ 19546-74	Сверла спиральные с коническим хвостовиком для обработки легких сплавов. Конструкция.
ГОСТ 19547-74	Сверла спиральные удлинённые с коническим хвостовиком для обработки легких сплавов. Конструкция.
ГОСТ 19548-88	Сверла спиральные для обработки легких сплавов. Технические условия

ГОСТ 20694-75	Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком для труднообрабатываемых материалов. Короткая серия. Конструкция и размеры.
ГОСТ 20695-75	Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком для труднообрабатываемых материалов. Средняя серия. Конструкция и размеры.
ГОСТ20696-75	Сверла спиральные с коническим хвостовиком для труднообрабатываемых материалов. Короткая серия. Конструкция и размеры.
ГОСТ 20697-75	Сверла спиральные с коническим хвостовиком для труднообрабатываемых материалов. Средняя серия. Конструкция и размеры.
ГОСТ 20698-75	Сверла спиральные для обработки труднообрабатываемых материалов. Технические условия.
ГОСТ 2789-73	Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
ГОСТ 4010-77	Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Короткая серия. Основные параметры.
ОСТ 1 34037-78	Заклепки с потайной головкой ∠90°. Конструкция и размеры.
ОСТ 1 34038-78	Заклепки с потайной головкой ∠120°. Конструкция и размеры.
ОСТ 1 34041-79	Соединения заклепками для автоматической клепки. Подбор длин заклепок.
ОСТ 1 34054-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой из алюминиевого сплава В65 для автоматической клепки. Конструкция и размеры.
ОСТ 1 34072-85	Заклепки с потайной головкой ∠90° из алюминиевого сплава В65 для воздухозаборников. Конструкция.
ОСТ 1 34073-85 ÷ ОСТ 1 34083-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой. Конструкция и размеры.
ОСТ 1 34084-80 ÷ ОСТ 1 34091-80	Заклепки с потайной головкой ∠90°. Конструкция и размеры.
ОСТ 1 34093-80 ÷ ОСТ 1 34095-80	Заклепки с потайной головкой ∠90°. Конструкция и размеры.
ОСТ 1 34096-80 ÷ ОСТ 1 34101-80	Заклепки с потайной головкой ∠120°. Конструкция и размеры.
ОСТ 1 34102-80	Заклепки. Диаметры отверстий под заклепки, размеры замыкающих головок и подбор длин.
ОСТ 1 34104-80	Заклепки. Технические условия.

ОСТ 1 42120-81	Система стандартов безопасности труда. Сборка планера самолетов. Общие требования безопасности.
ОСТ 1 51082-71	Штампы к стационарным прессам групповой клепки с прижимом двумя щеками. Основные размеры.
ОСТ 1 51083-71	Штампы к стационарным прессам групповой клепки с прижимом штырями. Основные размеры
ОСТ 1 51084-71	Штампы к стационарным прессам групповой клепки с прижимом торцевыми пластинами. Основные размеры
ОСТ 1 51085-71	Штампы к стационарным прессам групповой клепки с прижимом центральными планками. Основные размеры
ОСТ 1 51086-71	Штампы к стационарным прессам групповой клепки с двумя откидными обжимками. Основные размеры
ОСТ 1 51087-71	Штампы к стационарным прессам групповой клепки с прижимной планкой и центрирующим устройством. Основные размеры
ОСТ 1 52863-89	Поддержки виброзащитные с двумя пружинами. Конструкция.
ОСТ 1 52864-89	Поддержки виброзащитные с воздушной полостью. Конструкция.
ОСТ 1 52865-89	Поддержки виброзащитные с двоякотелескопической пружиной. Конструкция.
ОСТ 1 52866-89	Поддержки виброзащитные. Общие технические требования.
АН-1642	Заклепки.
ТР 584-71	Силы резания при сверлении отверстий диаметром до 12 мм в труднообрабатываемых материалах. НИАТ 1973
	Нормативы режимов резания и времени на точение , сверление, зенкование и развертывание цветных металлов. НИАТ 1973
	Нормативы режимов резания на механическую обработку высокопрочных, жаропрочных и титановых материалов. НИАТ 1974

	Правила по безопасности труда при сборке летательных аппаратов.
ОТ-08	Отраслевой типаж специализированного технологического оборудования и ручного механизированного инструмента для выполнения заклепочных, болтовых и болт-заклепочных соединений. НИАТ 1991÷ 1995 гг.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Требования к качеству сборки 3
2. Основные операции процесса 5
3. Сверление отверстий 5
3.1. Требования к качеству отверстий 5
3.2. Способы сверления 8
3.3. Средства образования отверстий 8
3.4. Режущий инструмент и режимы резания 9
4. Образование гнезд под потайные головки заклепок 16
4.1. Требования к качеству гнезд 16
4.2. Образование гнезд зенкованием 18
4.3. Образование гнезд штампованием 19
5. Калибровка отверстий и гнезд 27
6. Контроль качества отверстий и гнезд 27
6.1. Контролируемые параметры 27
6.2. Способы и средства контроля 28
7. Вставка заклепок в отверстия 29
7.1. Заклепки 29
7.2. Выбор длин и вставка заклепок 29
8. Образование замыкающих головок заклепок 32
8.1. Требования к качеству соединений 32
8.2. Способы образования замыкающих головок заклепок 35
8.3. Прессовый способ клепки 35
8.4. Многоударный способ клепки 38
8.5. Снятие выступающей части потайной головки заклепки 40
9. Контроль качества соединений 40
9.1. Контролируемые параметры 40
9.2. Способы и средства контроля 41
10. Дефекты заклепочных соединений и способы их устранения 42
11. Требования безопасности при выполнении заклепочных соединений 44

Нормативные ссылки 45

gost.e-ecolog.ru