**Тема: Клёпка. Клёпочные соединения**

***План лекции:***

1. ***ВВЕДЕНИЕ***
2. ***СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ И ГНЕЗД ПОД ЗАКЛЕПКИ***
3. ***ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗАКЛЕПКАМ***
4. ***ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАКЛЕПОК***
5. ***ТИПЫ ЗАКЛЕПОК И МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ***
6. ***СПОСОБЫ КЛЕПКИ***
7. ***МЕТОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАМЫКАЮЩИХ ГОЛОВОК ЗАКЛЕПОК***
8. ***СХЕМА ПРОЦЕССА УДАРНОЙ КЛЕПКИ***

**ВВЕДЕНИЕ**

При изготовлении узлов, панелей, агрегатов самолетов и вертолетов из легких сплавов клепка до настоящего времени является наиболее распространенным видом неразъемного соединения, т.к. она обеспечивает требуемые надежность и ресурс работы агрегата планера. Процесс изготовления клепаной конструкции включает в себя операции сборки и клепки, т.е. установки деталей в сборочное приспособление и соединения заклепками. Количество заклепок в самолетах и вертолетах среднего веса достигает 400 000 - 800000 шт., а в тяжелых и сверхтяжелых - до 1 500 000 - 2 000 000 шт.

При таком количестве заклепок трудоемкость сборочно-клепальных работ составляет 30-35% общей трудоемкости изготовления планера самолета (вертолета).

Высокие скорости полета, наличие герметичных клепаных швов и работающих обшивок, необходимость точного исполнения обводов внешней поверхности агрегатов и высокого качества их отделки вызывают повышенные требования к заклепочным соединениям и технологии сборки клепаных конструкций.

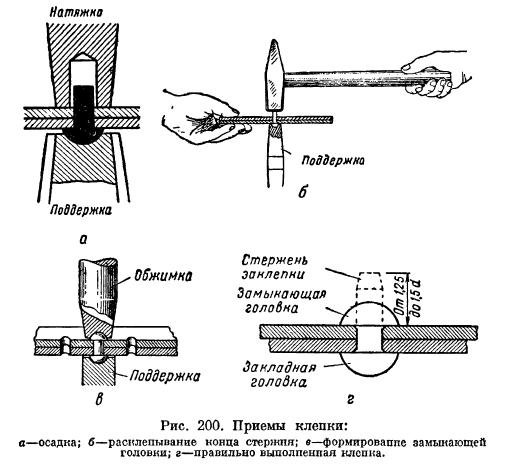
1. **СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ И ГНЕЗД ПОД ЗАКЛЕПКИ**

Технологический процесс выполнения соединений заклепками состоит из ряда последовательно выполняемых операций. Начинается этот процесс с образования отверстий под заклепки. Расположение отверстий в шве, размеры и качество поверхности отверстия в значительной степени определяет прочностные показатели и трудоемкость выполнения клепаного шва.

Отверстия в шве располагаются в соответствии с чертежом и техническими условиями на узлы и агрегаты. Диаметры отверстий, допуски на них и чистота поверхностей отверстий зависят от типа заклепки.

Для обычных - стержневых - заклепок отверстия образуют пробивкой или сверлением. Для заклепок с высоким сопротивлением срезу применяются три вида посадки стержня в отверстие (А/Пл, А3/C3, А4/С4); отверстия после сверления зенкуют, развертывают или протягивают.

Так же обрабатывают и отверстия под болт-заклепки и обычные болты. Метод образования отверстий в значительной степени влияет на прочность клепаных соединений при статических, повторно-статических и вибрационных нагрузках.



Характер распределения усилий по заклепкам зависит от механических свойств и толщины соединяемых элементов, характера размещения силовых точек в шве, технологического процесса выполнения соединения, а также от совпадения отверстий в соединяемых элементах.

Отверстия под силовые точки в соединяемых элементах можно сверлить раздельно для каждой детали или одновременно для всех соединяемых листов, т.е. пакета. В зависимости от способа образования отверстий, оснастки и оборудования получается различная точность размещения силовых точек по шагу и рядам. Так, например, при одновременном сверлении пакета отверстия во всех листах хорошо совпадают, при раздельном - добиться совпадения отверстий можно только при применении одинаковых высокоточных кондукторов или при последующей совместной протяжке или развертывании пакета. Даже незначительное несовпадение отверстий или волнистость в одном из соединяемых листов приводит к неравномерной работе силовых точек и понижению прочности соединения.

При установке заклепки диаметром 6 мм отверстие под нее согласно существующим нормалям выполняют сверлом диаметра dc = 6.1 мм, т.е. возможна сборка без подгонки отверстий. Зазоры S1 и S2 заполняются стержнем заклепки в процессе образования замыкающей головки. Деформация стержня заклепки при заполнении им зазора несколько компенсирует не соосность отверстий в соединяемых листах и выравнивает распределение усилий по заклепкам.

Степень концентрации напряжений около отверстий зависит не только от диаметра отверстия и расстояния между ними, но и от состояния поверхностного слоя стенок отверстия, обусловленного способом его образования. Состояние этого слоя характеризуется степенью наклепа (упрочнения), направлением штрихов - следов обработки, размером микронеровностей, наличием микро- и макротрещин.

Существует несколько технологических методов снижения концентрации напряжений в зоне отверстия: Снятие поврежденного слоя, упрочнение стенок отверстия или снятие и упрочнение фасок на кромках отверстия.

2. **ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЗАКЛЕПКАМ**

Заклепки должны соответствовать требованиям, установленным техническими условиями.

Поверхность заклепок должна быть гладкой, чистой, не иметь трещин, расслоений, плен, раковин, пузырей, коррозии и прочих дефектов.

По размерам и допускам заклепки должны удовлетворять требованиям соответствующих нормалей на заклепки. Стержни заклепок должны быть прямыми и круглого сечения.

На головках заклепок допускаются лыски, появляющиеся в результате неполного обжатия головок.

3**. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗАКЛЕПОК**

Процесс изготовления заклепок определяется их типом и материалом, из которого они изготовлены. Основными операциями изготовления заклепок являются:

· высадка

· галтовка

· термическая обработка

· нанесение защитных покрытий

· сборка (для заклепок, состоящих из нескольких деталей)

· испытание на расклепываемость и прочность.

Рассмотрим технологию изготовления применяемых в массовом масштабе обычных - стержневых заклепок.

Заклепки для конструкций из легких сплавов изготавливаются посредством высадки из проволоки в холодном состоянии. Диаметр проволоки берется немного меньше диаметра готовой заклепки, чтобы заготовка заклепки легко входила в отверстие высадочного инструмента (матрицы).

Заклепки изготавливаются на специальных высадочных автоматах. В процессе высадки с помощью втулки, калибра и скобы калибра проверяют, укладывается ли заклепка в поле допуска на высоту головки h .Если высота головки вышла из поля допуска, работу прекращают и производят переналадку автомата. После высадки заклепки поступают на галтовку для удаления заусенцев, образующихся в процессе высадки.

Заклепки вместе с дубовыми опилками засыпают в галтовочный барабан, при вращении которого заклепки очищаются от заусенцев.

После галтовки заклепки вынимают из барабана и просеивают, т. е. отделяют от опилок. Для очистки заклепок от масла и грязи их промывают в ванне с керосином, а после этого - в ванне с теплой водой. После промывки заклепки сушат в центрифуге.

Далее заклепки подвергают термообработке. Закалка и естественное старение являются окончательными операциями термической обработки дуралюминовых заклепок, после которых они приобретают высокие механические свойства.

Заклепки из сплавов АМг5 и АМц применяют в отожженном состоянии, производя отжиг при 350 - 4000 С в течение 60 мин. с последующим охлаждением в воде или на воздухе.

Заклепки, прошедшие термическую обработку, обладают повышенной прочностью и пластичностью. Это позволяет легко расклепывать их в конструкции.

После термической обработки на заклепки наносят защитные покрытия, вид которых зависит от марки материала заклепок.

Далее заклепки испытывают на срез и на расклепываемость. Временное сопротивление срезу ф зависит от температуры, при которой испытывается соединение. При повышении рабочей температуры ф снижается. После расклепывания на замыкающих головках не должно быть трещин и выкрашивания, а в плане они должны иметь форму круга.

**4. ТИПЫ ЗАКЛЕПОК И МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

В самолето- и вертолетостроении применяют большое количество различных типов заклепок. Для открытых мест конструкции, где возможен двусторонний подход в зону клепки, применяют обычные - стержневые - заклепки. Для закрытых мест, где подход к закладной или замыкающей головке возможен только с одной стороны, применяют заклепки для односторонней клепки.

Заклепки обычные - стержневые. Эти заклепки изготавливаются с выступающими и потайными закладными головками. Выступающие головки бывают плоскими, полукруглыми и плоско-выпуклыми. Заклепки с потайной головкой изготавливаются с углом конуса ? = 900 и 1200. Заклепки с выступающей плоской головкой наиболее широко используются при клепке элементов каркаса, так как позволяют производить групповую клепку. Заклепки же с полукруглой и плоско-выпуклой головками - на прессах одиночной клепки и при клепке элементов каркаса в местах расположения мягких - вставных - топливных баков. Заклепки с выступающими головками всех видов применяют для таких мест конструкции, в которых по условиям эксплуатации они допустимы, так как эти соединения имеют большую прочность и меньшую трудоемкость по сравнению с соединениями, выполненными потайными заклепками.

Технологический процесс установки заклепок с потайными головками отличается от установки заклепок с выступающими головками большим числом операций, необходимых для образования гнезд под потайные головки. Потайные заклепки в основном применяют для обтекаемых воздушным потоком поверхностей самолета.

Применяемые в самолето- и вертолетостроении заклепки нормализованы. Нормали имеют определенный шифр, классифицирующий заклепки по типу закладных головок, марке материала, диаметру и длине заклепок. Так, например, в чертеже конструкции изделия обозначение 3501А5-12 расшифровывается так: 3510 - заклепка с плоской закладной головкой, изготовленная из материала В65, А - авиационная нормаль, 5 - диаметр заклепки 5 мм,12 - длина заклепки 12 мм.

Заклепки изготавливают из алюминиевых сплавов, сталей, латуни, титана. В пакетах с сочетанием листов из легких сплавов, а также в пакетах, имеющих детали из легких сплавов и сталей, применяют заклепки из алюминиевых сплавов.

В пакетах с сочетанием деталей из неметаллических материалов применяют заклепки из легкодеформируемых материалов АД1, АМц, АМг5. В случае применения для клепки деталей из стеклотекстолитовых материалов заклепок из Д19П или стали 15 для уменьшения деформации материала в зоне отверстий под замыкающие головки устанавливают шайбы из Д19-Т или стали 45. В пакетах, имеющих детали из титановых сплавов, нержавеющих и жаропрочных сталей, применяют заклепки из сталей 20Г2, Х18Н9Т, 15 и 10. Для того чтобы по внешнему виду различать марку материала, из которого изготовлена заклепка, на головках заклепок ставят условные знаки в виде выпуклых или углубленных точек, крестиков и т. д.

В соответствие с принятыми диаметрами стержневых заклепок в нормалях указаны и диаметры отверстий под заклепки, которые имеют больший размер, чем диаметр стержня заклепки. Такое соотношение диаметров заклепок и отверстий под них позволяет легко вставить заклепку в отверстие и одновременно хорошо заполнить его стержнем заклепки в процессе образования замыкающей головки. Правильный подбор диаметра сверла в этом случае имеет большое значение, так как если отверстие меньше требуемого размера, то заклепка в такое отверстие не входит, и ее приходится забивать. При этом повреждается как сама заклепка, так и склепываемые детали. Кроме того, на эту операцию затрачивается время. Если же отверстие большего размера, чем требуется, то стержень заклепки при осадке изгибается в отверстии и неплотно его заполняет, что уменьшает прочность шва.

5. **СПОСОБЫ КЛЕПКИ**

В конструкциях, изготовляемых из легких сплавов, заклепочные соединения и способы их выполнения значительно отличаются от применяемых в общем машиностроении для черных металлов. Это объясняется рядом причин, из которых основными являются следующие.

1. Различие в физических и механических свойствах легких сплавов и черных металлов.

2. При расчете заклепочных соединений в конструкциях из легких сплавов и при холодной клепке принимают в первую очередь во внимание работу стержня заклепки на срез. При расчете же клепаных швов при горячей клепке учитывают главным образом увеличение сопротивления сдвигу соединяемых листов. Заклепки при холодной клепке должны полностью заполнять отверстие, не вызывая при этом излишнего напряжения в стенках отверстий склепываемых деталей.

3. Для установки заклепок из легких сплавов в холодном состоянии требуются другие методы работы, чем при горячей клепке.

4. На поверхностях деталей из легких металлов не должно быть никаких повреждений в зоне шва, возникающих в результате работы клепального инструмента и оборудования.

5. Если при изготовлении агрегатов самолета детали из легких сплавов соединяют с деталями из пластмассы, кожи, фибры и т. д., то требуется применение специальных заклепок и методов клепки.

Наличие перечисленных выше специфических особенностей привело конструкторов и технологов к разработке и применению в авиационной промышленности специальных видов клепального оборудования и способов клепки.

Клепальные процессы в самолетостроении можно классифицировать по ряду признаков. В зависимости от подхода к месту клепки различают виды клепки:

а) с двусторонним подходом - доступ к закладной и замыкающим головкам открыт с двух сторон;

б) с односторонним подходом - доступ с одной стороны, к замыкающей головке, закрыт, для клепки применяют специальные заклепки и инструмент.

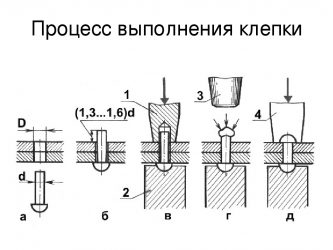
Клепка с двусторонним подходом является основным способом, применяемым при производстве самолетов и вертолетов.

Клепка с двусторонним подходом может выполняться с герметизацией или без герметизации шва.

При клепке с двусторонним подходом применяют различные типы закладных и замыкающих головок заклепок, различные методы образования замыкающей головки .

В клепанных соединениях, обтекаемых внешним воздушным потоком, обычно применяются заклепки с потайными головками, на современных самолетах такие заклепки составляют примерно 65-70% общего количества. В то же время необходимо иметь в виду, что потайные заклепки увеличивают трудоемкость соединения в сравнении с заклепками, имеющими выступающие закладные головки.

Учитывая эти соображения, потайную клепку(заклепочное соединение с потайными заклепками) следует применять только там, где это необходимо с точки зрения аэродинамики или по условиям работы того или иного агрегата.



В зависимости от сочетания в заклепочном шве толщин склепываемых деталей гнезда для головок заклепок можно изготовлять одним из следующих способов:

а) зенкованием, когда гнездо для головки заклепки получают механической обработкой с удалением части материала в виде стружки;

б) штамповкой, при которой углубление для головки заклепки получают без удаления материала;

в) зенкованием или штамповкой, причем гнезда для головок заклепок на внешних тонких деталях штампуют, а на внутренних, более толстых, зенкуют.

В соответствии со способами образования гнезд для головки заклепок существует несколько способов потайной клепки: A, B, C, D, и ПЗГ.

Способ А потайной клепки характеризуется тем, что гнездо для закладной головки штампуют матрицей и пуансоном. Применяется способ в тех случаях, когда толщина обшивки меньше высота головки заклепки и не допускает зенкования в обшивке гнезда, а суммарная толщина пакета склепываемых деталей не больше диаметра заклепки.

Способ Б потайной клепки, при котором гнездо для головки заклепки штампуют самой заклепкой, когда

Способ С потайной клепки характеризуется тем, что гнезда для головок заклепок в тонкой обшивке штампуют, а в более толстом каркасе - зенкуют.

Способ D потайной клепки, при котором гнездо для головки заклепки зенкуют, применяется при толщине обшивки, превышающей высоту головки заклепки. Зенкование гнезд при толщине обшивки приводит к снижению прочности и выносливости клепаного соединения.

Применение того или иного из описанных способов потайной клепки зависит от конструкции шва, сочетания в нем толщины деталей и требований, предъявляемых к соединению по качеству и производительности работ.

Применение потайной клепки со штамповкой гнезд для головок заклепок следует ограничивать, т. к. такой способ малопроизводителен, не допускает групповой клепки и требует разборки изделия после сверления отверстий для штамповки гнезд под головки потайных заклепок.

Необходимо учитывать также, что штамповка гнезд для головок потайных заклепок в прессованных профилях толщиной более 1 мм не рекомендуется из-за возникновения в них трещин. Для таких профилей процесс клепки осложняется вследствие необходимости нагрева штампуемой зоны материала.

Чтобы заменить штамповку гнезд под головки заклепок зенкованием, рекомендуется при малой толщине обшивки делать в ней утолщение в зоне шва Такую обшивку получают из толстого листа путем местного глубокого химического травления.

При образовании замыкающей головки стержень заклепки, заполняя отверстие, деформируется неравномерно, причем его диаметр со стороны закладной головки будет меньше, чем со стороны замыкающей. Неравномерное увеличение диаметра стержня вызывает коробление склепываемых деталей, которое можно уменьшить, располагая во всех возможных случаях закладные и замыкающие головки заклепок вразбежку с одной и другой сторон склепываемого пакета. Коробление деталей можно уменьшить, если замыкающие головки заклепок разместить на стороне более толстой детали или детали из более прочного материала.

Для образования замыкающей головки стержень заклепки деформируют (осаживают) ударами пневматических молотков или давлением под прессом.

Прессовая клепка характеризуется тем, что замыкающая головка заклепки формируется при равномерном сжатии стержня. Прессовую клепку различают одиночную и групповую. При одиночной клепке за один ход пресса расклепывается одна заклепка, а при групповой - несколько (см. рис.). При клепке ударом пневматическим клепальным молотком в зависимости от того, с какой стороны находится молоток по отношению к закладной головке, различают два метода клепки: прямой и обратный.

В процессе прямой ударной клепки массивная поддержка поджимается к поверхности детали и к закладной головке заклепки. При ударах молотка по стержню заклепки усилия направлены вдоль оси заклепки и передаются на поддержку, не вызывая при этом перемещений и деформаций склепываемых деталей.

Применение массивных с большой опорной поверхностью поддержек исключает местные деформации деталей при клепке и обеспечивает хорошее качество внешней обтекаемой воздушным потоком поверхности клепаного шва.

В процессе обратной ударной клепки обжимка молотка соприкасается с поверхностью обшивки и потайной головкой заклепки, причем одновременно с деформацией стержня заклепки удары вызывают местные деформации склепываемых деталей. Кроме того, при малейшем наклоне обжимки молотка на поверхности детали при ударах получаются вмятины и повреждается плакирующий слой. В результате чего качество поверхности клепаного потайного шва при обратной ударной клепке будет хуже, чем при прямой.

Развальцовка, как метод образования замыкающей головки заклепки, применяется при клепке деталей из неметаллических материалов. При развальцовке получают требуемые форму и размер замыкающей головки; в то же время при этом не возникает больших усилий на стенках отверстий, а усилия вдоль заклепки не вызывают напряжений и деформаций в соединяемых деталях. При развальцовке специальные обжимки приводятся во вращение специальными механизмами с требуемым крутящим моментом Мкр. В современных самолетах герметизация клепаных швов позволяет поддерживать требуемое давление воздуха в пассажирских кабинах при подъеме на высоту. Клепаные швы герметизируют и при изготовлении отсеков самолетов и вертолетов для непосредственной заливки в них топлива, когда нет специальных баков для него.

Кроме перечисленных способов клепки ее классифицируют и по степени механизации технологических операций. Установлены следующие виды процесса: ручной, механизированный, машинный и автоматический.

Ручной процесс, при котором операции производятся вручную без каких-либо механизмов и машин. Вручную при сборке-клепке выполняется ряд операций: установка деталей в сборочное положение, вставка заклепок и контрольных болтов в отверстия, укладка лент или нанесение кистью уплотнителя, закрепление-затяжка гаек ручными ключами и т. д.

Механизированный процесс, при котором операции процесса выполняются с помощью ручных механизированных инструментов и приспособлений. Исполнитель держит в руках инструмент и перемещает его, прилагая значительные физические усилия, так как руки рабочего воспринимают усилия от подачи инструмента и крутящих моментов. Качество работы, так же как и при ручных процессах, в основном зависит от квалификации исполнителя.

Механизированные процессы широко распространены во всех отраслях машиностроения. В самолето- и вертолетостроении механизированные инструменты в виде ручных пневматических и электрических дрелей и гайковертов, пневматических клепальных молотков, ручных переносных прессов применяются во всех операциях сборочно-клепальных работ.

Машинный технологический процесс, при котором операция выполняется машиной, управляющейся оператором. Работая на машине, оператор включает или выключает соответствующие механизмы, производит различные манипуляции руками по перемещению инструментов и механизмов машины. На управление машиной оператор затрачивает незначительные усилия. Качество работы при этом определяется качеством наладки машины. Производительность работы при работе на машине во многом зависит от квалификации исполнителя, совершенства машины и характеристики собираемого изделия.

Автоматический процесс, при котором операция или комплекс операций производится автоматом; задача оператора в этом случае состоит в загрузке автомата деталями и полуфабрикатами и разгрузке его.

В авиационной промышленности применяют автоматы для сверлильно-зенковальных операций, операций образования замыкающих головок и автоматы, производящие весь комплекс процесса клепки (сверление, Зенкование, вставку заклепок, образование замыкающей головки и обработку головки потайной заклепки).

При автоматическом процессе производительность и качество работы (изделия) полностью зависят от работы автомата; оператор в данном случае почти не влияет на эти показатели.

**6.** **МЕТОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАМЫКАЮЩИХ ГОЛОВОК ЗАКЛЕПОК**

Образование замыкающих головок - клепку - производят несколькими методами, наибольшее распространение из которых получили клепка ударом, прессованием, раскатыванием.

Клепка ударом выполняется, как правило, ручными или пневматическими клепальными молотками. Удары молотка А и А? наносит по замыкающей головке один рабочий, в то время как другой прижимает поддержку к закладной головке

Клепка прессованием выполняется на специальных клепальных прессах. При этом методе заклепку вставляют в отверстие и включают пресс При работающем прессе автоматически подводится верхний пуансон 5, пакет сжимается прижимом 6 и при помощи нижнего пуансона образуется замыкающая головка; инструменты отходят в исходное положение. Оператор выключает пресс, вставляет следующую заклепку, подводит заклепку под пресс, включает пресс в работу и цикл повторяется. При прессовой клепке работает один оператор, который непрерывно следит за процессом и управляет прессом.

Клепка раскатыванием производится на специальных раскатных станках. Также для этой цели используют универсальные сверлильные станки. Склепываемый пакет устанавливают на опорный пуансон 9 и включают станок. При работающем станке происходит сжатие пакета и раскатывание замыкающей головки заклепки специальным пуансоном-раскатником 8 (см. рис., в). Оператор в этом случае управляет работой станка и устанавливает изделие в станок.

При клепке указанными методами образуются замыкающие головки различной формы .Наиболее распространенные плоские замыкающие головки обеспечивают наибольшую прочность соединения, и для их образования можно использовать любой метод клепки. При применении таких головок возможна групповая клепка.

Полукруглую 2 и плоско-выпуклую 3 замыкающие головки используют при клепке резервуаров, узлов и панелей вертолетов на прессах одиночной клепки и пневматическими клепальными молотками. Потайная замыкающая головка 4 применяется при двусторонней потайной клепке, т. е. для законцовок крыла, элерона, триммеров и т. д. В ряде случаев потайная замыкающая головка 6 образуется на внешней поверхности панели, обтекаемой воздушным потоком. Выступающая часть такой потайной головки после клепки обрабатывается до требуемого размера Дh.

При клепке деталей из неметаллических материалов применяют полутрубчатые заклепки, у которых замыкающая головка образуется методом раскатывания При раскатывании диаметр стержня заклепки не форму замыкающей головки на рис увеличивается, и поэтому в соединяемых деталях трещины не образуются. При двойной ударной и прессовой клепке деталей из неметаллических материалов и образовании замыкающих головок остальных типов трещины могут образоваться.

Производительность процесса клепки, усилие, потребное для клепки, степень заполнения отверстий стержнем заклепки и другие характеристики процесса клепки, как прочность, жесткость и выносливость клепаных соединений, зависят от способа клепки и применяемого оборудования.

**7.** **СХЕМА ПРОЦЕССА УДАРНОЙ КЛЕПКИ**

В настоящее время в авиационной промышленности слесарные молотки для расклепывания заклепок заменены ручными пневматическими клепальными молотками или стационарными клепальными машинами и автоматами ударного действия.

В процессе клепки ударом панель 1 соединяют потайными заклепками с нервюрой 2. Заклепку вставляют со стороны обшивки, прижимают поддержкой 3 и расклепывают пневматическим клепальным молотком 4. Один рабочий держит поддержку, другой - клепальный молоток и управляет его работой. При включении молотка в работу поршень 8 перемещается внутри цилиндра 7 молотка и наносит удары по обжимке 6, осаживая при этом стержень заклепки 5.

После образования замыкающей головки заклепки наблюдается увеличение диаметра стержня заклепки, вследствие чего не только заполняется отверстие, но и увеличивается его диаметр. В результате увеличения диаметра стержня упрочняется материал соединяемых деталей, а это приводит к повышению выносливости и ресурса соединений. Диаметр стержня заклепки деформируется неравномерно по толщине склепываемого пакета. Стержень приобретает конусность 2-7%; вершина конуса обращена в сторону закладной головки. Неравномерная деформация стержня заклепки приводит к искажению формы соединяемых деталей.

При расположении замыкающих головок с одной стороны, относительно соединяемого пакета, детали деформируются в сторону расположения замыкающих головок. Поэтому рекомендуется там, где это допустимо, располагать закладные и замыкающие головки вразбежку с одной и другой сторон, что в значительной мере уменьшает общую одностороннюю деформацию склепываемых деталей. При склепывании пакета, состоящего из материалов различных марок или одой марки, но различной толщины, замыкающую головку следует располагать со стороны детали из твердого материала, а при одинаковой твердости - со стороны толстого листа.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Варианты технологического процесса выполнения сборочно-клепальных работ могут отличаться видом применяемого оборудования, оснастки и инструмента; характером подготовки деталей к сборке; формой организации производства и т. д.

Существует бесконечное число вариантов технологического процесса сборки-клепки узлов, панелей, отсеков и агрегатов.

Оптимальный вариант процесса сборки устанавливают на основании эффективности капиталовложений или технологической себестоимости. Если сравниваемые варианты значительно отличаются один от другого применением различного вида оборудования и оснастки, определяют сроки окупаемости оборудования, т. е. эффективность капиталовложений. Если же сравниваемые варианты незначительно отличаются по применяемому в процессе сборки оборудованию, оптимальный вариант выбирают по наименьшей технологической себестоимости процесса.

**Задание:**

1. Изучить материал лекции.

2. Просмотреть видео по ссылке

<https://www.youtube.com/watch?v=mGOiPPM6pKM3>.

1. Составить конспект.