

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Р С Ф С Р

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени авиационный
институт им. С.П.Королева

М.И.РАЗУМИХИН

КЛЕПКА УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ САМОЛЕТА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Часть II

Рассмотрен и утвержден советом института
28 апреля 1966 года

Куйбышев
1967

Л е к ц и я 3-я

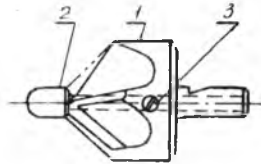
ЗЕНКОВАНИЕ И ШТАМПОВКА ЛУНОК ДЛЯ ПОТАЙНОЙ КЛЕПКИ

В подготовку отверстий для потайной клепки, кроме сверления, входит также операция образования лунок для закладных головок заклепок.

Если толщина обшивки равна или больше высоты закладной головки заклепки (практически больше 1 мм), то применяют зенкование лунки; в противном случае (для обшивок толщиной 0,6-0,8 мм) лунку образуют штамповкой.

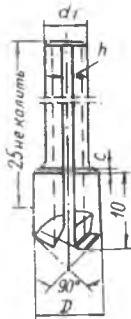
Это весьма ответственная операция в процессе потайной клепки, т.к. от нее во многом зависит качество поверхности обшивки и прочность заклепочного соединения. Зенковать лунки можно одновременно со сверлением или в виде отдельного перехода. При сверлении по направляющим отверстиям с одновременным зенкованием значительно снижается трудоемкость и повышается производительность труда, поэтому одновременное сверление и зенкование должно применяться во всех случаях, когда сверление в полный размер ведут со стороны обшивки.

Резущими инструментами для зенкования являются протыночные зенковки с направляющими штифтами (фиг.21) и комбинированные сверла-зенковки, цельные или насадные.



Фиг. 21. Зенковка с направляющим штифтом.

1 - зенковка; 2 - штифт;
3 - винт.



Фиг. 22. Насадная разрезная зенковка.

Насадные зенковки более выгодны, т.к. при поломке сверла (которые ломаются чаще, чем зенковки) его сменяют и работают с той же зенковкой.

На фиг. 22 приведен чертеж насадной разрезной зенковки.

Зенковки изготавливают из углеродистой или быстрорежущей стали. Для зенкования дуралюмина их делают трехперыми, для зенкования магниевых сплавов - двухперыми. Для зенкования отверстий в нержавеющей стали и титановых сплавах зенковки выполняют с ребрами из твердого сплава.

Как и всякий режущий инструмент, зенковки должны быть правильно и остро заточены, канавки полируют для лучшего удаления стружки. При работе с затупившимися зенковками получают заусенцы, нечистая поверхность гнезда. Заточка затупившихся зенковок должна производиться централизованно. Установленную в дрель зенковку следует проверить на биение с помощью индикатора, наконечник которого приводится в соприкосновение с поверхностью

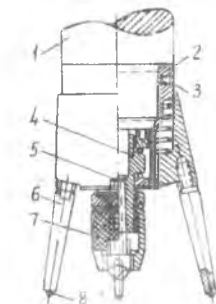
направляющего штифта или сверла; величина биения не должна превышать 0,02-0,03 мм.

Важнейшим параметром правильно изготовленной лунки является ее глубина. Чтобы получить глубину лунок, соответствующую высоте головок заклепок с точностью в пределах $\pm 0,03$ мм, зенкование ведут при помощи ограничительных (упорных) насадок, которые применяются как при сверлении дрелями, так и при сверлении на станках.

Насадки можно разделить на две группы: закрепляемые на корпусе дрели и закрепляемые на шпинделе и в патроне дрели (станка).

Вторая группа насадок проще по конструкции, имеет небольшие габариты и вес, но биение насадок больше, чем у первой группы; поэтому точность их работы меньше и применять их можно в таких местах конструкции, к которым не предъявляют высоких требований гладкости поверхности.

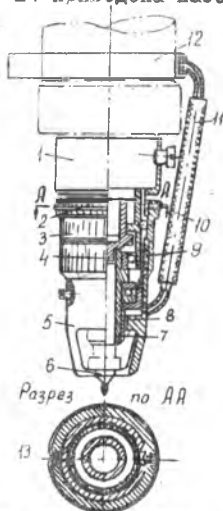
На фиг. 23 показана насадка ЗН-I, закрепляемая на корпусе дрели. Корпус насадки 2 крепится на корпусе дрели с помощью винта 3; шпindel насадки 4 при этом насаживается на шпindel дрели. По корпусу насадки скользит втулка 6, в которую ввинчены три опорные ножки. Они обеспечивают установку дрели перпендикулярно к поверхности зенкуемого листа. На концах ножек завальцованы текстолитовые шарики, предохраняющие поверхность листа от повреждения. Втулка 6 отжимается вниз пружиной. На шпindel насадки 4 навинчена упорная втулка 7 с контргайкой 8; регулировку глубины зенкования делают навинчиванием или свинчиванием втулки 7. Зенковка 5 вставляется в шпindel насадки 4. Установив дрель треножником на лист, подлежащий зенкованию, рабочий доводит отверстие направля-



Фиг. 23. Зенковальная насадка.

шим штифтом зенковки, включает дрель и, нажимая на нее, производит зенкование. При этом втулка 6 с треножником идет вверх, сжимая пружину; когда упорная втулка 7 коснется листа, зенкование будет выполнено на нужную глубину. Некоторым недостатком этой насадки является то, что ее шпиндель сидит на шпинделе дрели и биение последнего передается инструменту; кроме того, стружка может попасть под упорную втулку.

На фиг. 24 приведена насадка ЗН-2, в которой эти недостатки устранены.



Фиг. 24. Насадка типа ЗН-2.

- 1 - корпус; 2 - кольцо; 3 - муфта;
- 4 - поводок; 5 - упор;
- 6 - зенкер; 7 - втулка; 8 - пазы;
- 9 - пружина; 10 - винт;
- 11 - трубка; 12 - хомут; 13 - пломба.

насадки во время работы приходится рукой удерживать от вращения, иначе насадка может быть увлечена шпинделем и упор оставит следы на плакирующем слое листа, особенно, если под упор попадет стружка.

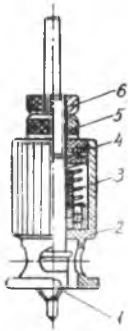
Рабочая поверхность упора должна быть хромирована и полирована для предотвращения повреждения поверхности.

Вращение от шпинделя дрели шпиндель насадки 7 передается при помощи поводка 4, вследствие чего исключается передача биения шпинделя дрели на шпиндель насадки.

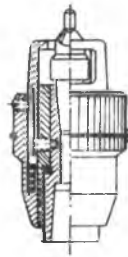
Глубина регулируется свинчиванием и навинчиванием муфты 3, которая после установки контрится винтом 10, а затем контрольным проволоочным кольцом 2, пломбируемым пломбой 13.

Воздух для сдувания стружки подводится через полый хомут 12, имеющий уплотнительную резиновую прокладку, по трубке II к пазам 8, сделанным на упорной втулке 5.

На фиг. 25 показана насадка, закрепляемая в патроне, а на фиг. 26 - насаживаемая прямо на шпиндель дрели. Корпус



Фиг.25. Насадка,
закрепляемая в патроне.



Фиг.26. Насадка,
закрепляемая на шпинделе.

Настройку ограничительных насадок производят по специальному калибру-гнезду, размеры которого должны быть выполнены по минимальным размерам закладной головки соответствующей заклепки. Зенковку вводят в гнездо калибра и свинчивают упорную втулку до ее соприкосновения с плоскостью калибра. Для контроля в образце, сделанном из того же материала, что и лист, подлежащий зенкованию проводят пробное зенкование пяти отверстий; глубина лунок промеряется с помощью эталонной заклепки (калибра-заклепки) и индикаторного прибора.

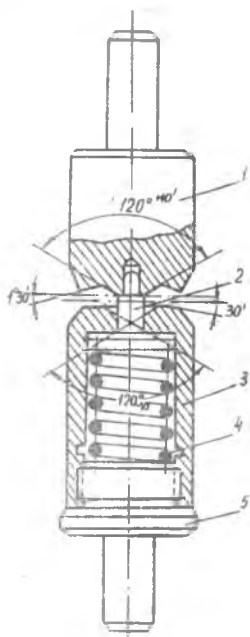
Индикатор, предварительно установленный на нулевое деление по плитке, указывает размер выступания эталонной заклепки, зная высоту головки которой, можно вычислить и глубину лунки. После настройки насадка пломбируется и в таком виде выдается рабочему.

Эталонные заклепки изготавливают из стали У12А, закаленной и отпущенной до $R_c = 60-64$, с допуском по углу $+20'$, по диаметру головки - 0,05 мм, по диаметру стержня - 0,02 мм и по высоте головки - 0,01 мм.

При правильной зенковании и правильных размерах закладная головка должна выступать из листа на 0,05-0,1 мм, что обеспечивает достаточную гладкость поверхности.

Западание головок не допускается, т.к. приводит к понижению прочности заклепочного шва. Причина этого в следующем.

Вставленная заклепка лежит в гнезде глубже, чем надо; в момент расклепывания закладная головка прижимается в плоскости инструмента так, что между поверхностью дунки и поверхностью головки образуется кольцевой зазор. В таком положении и происходит образование замыкающей головки. Заклепка имеет возможность перемещаться вдоль оси, что можно обнаружить, постукивая по ней. Понятно, что прочность такой заклепки ниже, чем заклепки, плотно стягивающей пакет.



Фиг. 27. Схема инструмента для чеканки.

По схеме процесса образования дунки различают три способа формирования и соответственно с ними — три группы инструмента для формирования.

Штамповка лунок под головки заклепок делается с помощью специальных штампов, или с помощью головки заклепки. Последний метод применяется только при очень малой толщине листов и невысоких требованиях к гладкости их поверхности.

Основной является штамповка с помощью специальных матриц и пуансонов. В зависимости от суммарной толщины пакета штамповка проводится раздельно в каждой из соединяемых деталей или совместно во всем пакете.

Главные требования к процессу штамповки заключаются в том, чтобы дунки имели точные и правильные размеры, отсутствовали трещины на краях отверстий и не была нарушена первоначальная гладкости поверхности листов.

Первый способ, наиболее старый и наименее совершенный, заключается в формировании дунки по принципу отбортовки отверстия. Хотя материал и зажимается между матрицей и прижимом, процесс отбортовки сопровождается значительными упругими деформациями гибки, которые в конечном счете приводит к тому, что угол развала несколько увеличивается, радиус изгиба получается излишне большим, контур дунки нечетким и, наконец, край отверстия подвергается сильному растяжению, что приводит к появлению радиальных трещин, особенно, если по контуру отверстия есть заусенец.

Заусенцы после сверления необходимо тщательно удалять. Чтобы снять со стенок отверстия слой материала, имеющий микротрещины, перед штамповкой лунок сверлят отверстие неполного размера, а после штамповки его рассверливают совместно в пакете. Это надо делать при любых способах штамповки лунок.

Рекомендуемые диаметры предварительных отверстий таковы:

Диаметр заклепки 3,0 мм , диаметр отверстия 2,7 мм.

Диаметр заклепки 4,0 мм , диаметр отверстия 3,6 мм.

Диаметр заклепки 5,0 мм , диаметр отверстия 4,1 мм.

Второй способ заключается в образовании лунок по принципу штамповки - вытяжки.

Материал в зоне отверстия зажимается между матрицей и прижимом, после чего происходит вытяжка дунки. Упругие деформации при этом процессе меньше, чем в первом.

Наилучшие результаты дает третий способ, который заключается в отбортовке отверстия с чеканкой дунки и листа в зоне дунки.

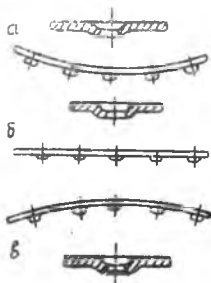
На фиг.27 приведен инструмент для чеканки.

В начальный момент материал вокруг отверстия зажимается между пуансоном и плунжером, который поджимается пружиной с силой 60-80 кг.

В дальнейшем идет изгиб-отбортовка материала, а также его чеканка в зоне дунки и около нее. Для того, чтобы компенсировать пружинение и устранить выпучивание листа вокруг дунки, опорные поверхности инструмента вогнуты у пуансона и выгнуты у матрицы, как это видно на фиг.27.

Величина давления плунжера матрицы, как и усилие чеканки, оказывает значительное влияние на местные контуры поверхности

детали вокруг лунки. При недостаточном давлении плунжера и усилении чекалки вокруг лунки образуется впадина, при избыточном давлении - выпуклость. Эти местные деформации суммируясь, приводят к короблению штампуемой детали. Предварительную регулировку давления пружины и усилие штамповки проверяют на образцах, которые при правильном выборе этих величин остаются плоскими, при избыточном или недостаточном давлении они изгибаются в ту или иную сторону (фиг.28).



Фиг.28. Контроль натяга пружины по образцам.

а - недостаточный натяг;
б - правильный натяг; в - избыточный натяг.

Усилие для формирования лунок по этому способу в листах 0,6 - 0,8 мм для заклепок \varnothing 3 мм составляет 2400 кг, \varnothing 3,5 мм - 3000 кг, \varnothing 4,0 мм - 3800 кг, \varnothing 5,0 мм - 5300 кг.

Штамповка лунок в холодном состоянии неизменно к магниевым сплавам, высокопрочным алюминиевым сплавам, титану и некоторым нержавеющей сталям в силу их ограниченной пластичности в холодном состоянии и сильной склонности к нагартовке.

При штамповке в холодном виде получаются радиальные трещины по кромке отверстия и кольцевые трещины у основания лунок. По этой причине и получила применение штамповка лунок с подогревом.

Местный подогрев листа в зоне штамповки производится двумя методами - нагревом сопротивлением и контактным нагревом. Первый метод осуществляется за счет использования тепла, получаемого при прохождении электрического тока через инструмент и деформируемую зону листа. При этом тепло наиболее совершенно локализуется в месте деформации. Однако, во избежание неравномерности нагрева требуется тщательная химическая очистка поверхности, удаление заусенцев; при загрязнении или перегреве

штампа начинается искрение, что может привести к прожогу листа.

Наиболее эффективным оказался контактный нагрев, передача листу тепла от горячих штампов. При этом способе не требуется очистки штампуемых листов, т.к. наличие грунта, масел и других загрязнений поверхности не оказывает влияния на теплопередачу.

Матрицу и пуансон подогревают при помощи съёмных или постоянных низковольтных нагревателей. Температуры нагрева материала при штамповке лунок следующие:

для магниевого сплава МА-8 - 300-350° С;

для алюминиевого сплава В95 - 150-175° С;

для титановых сплавов - 425-525° С.

Хотя холодная штамповка лунок и является наиболее производительным процессом, однако трудность получения обшивок высокого качества, без волнистости, без хлопнунов заставляет идти на некоторое изменение конструкции и переходить на зенкование. Речь идет о применении «химически-фрезерованных» обшивок. Вместо сплошного листа обшивки толщиной, например, 0,5-0,6-0,8 мм берут лист толщиной I-I,2-I,5 мм и травление: доводят его до нужной толщины, оставляя в местах постановки заклепочных звов полоски прежней толщины и применяя зенкование лунок. Изготовление такой обшивки сложнее, но постановка ее на место проще и быстрее, а качество лучше.

Развертывание и протягивание отверстий при сборке

Развертывание как операция подготовки отверстий, применяется для взрывных однокамерных заклепок; для заклепок с высоким сопротивлением срезу; для болтов 3-го и 2-го классов точности.

Стержни взрывных однокамерных заклепок и заклепок с высоким сопротивлением срезу при расклепывании не осаживаются внутри отверстия. Поэтому для повышения прочности соединения они должны быть вставлены в отверстие без зазора или с минимальным зазором.

Отверстия под взрывные однокамерные заклепки сверлят диамет-

ром на 0,03-0,05 мм меньше номинального диаметра заклепки, а затем развертывают с таким расчетом, чтобы окончательный диаметр отверстия был равен диаметру заклепки или меньше его на 0,01-0,02 мм.

Для этого измеряют микрометром действительный диаметр стержня заклепки и в зависимости от его величины подбирают развертку из имеющегося комплекта разверток 2-го класса. Для каждого размера заклепок имеется комплект разверток с диаметрами от минимального до максимального через 0,02 мм. Например, для заклепки диаметром 4-0,08 мм должны быть развертки с диаметрами: 3,92; 3,94; 3,96; 3,98; 4,0 мм.

Отверстия под заклепки с высоким сопротивлением срезу сверлят на 0,2 мм больше, чем номинальный диаметр заклепки, а затем развертывают по A_4 . Сами заклепки выполнены с допусками на диаметр по C_4 ; таким образом, соединение осуществляют по скользящей посадке 4-го класса точности.

Наиболее широко распространено развертывание при подготовке отверстий под болты 2-го и 3-го классов точности, количество которых при сборке клепаных конструкций самолетов очень велико и колеблется от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч. Для ответственных болтовых соединений (силовых болтов) отверстия должны быть выполнены по 2-му классу точности с чистотой по 7 классу.

Развертывание отверстий при сборке в стапелях и на внестапельных работах выполняется в зависимости от класса точности и материала узла дрелью или вручную. Дрелью выполняют развертывание отверстий 3-го класса точности в двуралевых пакетах. В стальных и смежных пакетах отверстия 2-го класса выполняют вручную или тихоходными дрелью. Ручное развертывание является весьма трудоемким процессом, требующим наличия большого числа разверток, при этом подучается большой расход разверток окончательного размера.

Обычно подготовка отверстий 2-го класса с помощью ручных разверток осуществляется в следующем порядке:

отверстия сверлятся дрелью или на станке до диаметра $d_1 = d_n - 0,7$ мм или до $d_n - 1$ мм;

отверстия раздвигаются дрелью или на станке с помощью зенкера с передним направлением до диаметра $d_2 = d_n - 0,4$ мм

или до $d_d - 0,3$ мм;

отверстия разделяются черновой разверткой до диаметра $d_3 = d_d - 0,2$ мм или до $d_d - 0,1$ мм;

отверстия разделяются второй черновой разверткой до диаметра $d_4 = d_d - 0,05$ мм;

производится разделка чистовой разверткой до диаметра d_d .

Таким образом, общий припуск на зенкер и развертку составляет $0,7 \pm 1$ мм, из них на зенкер - $0,3 \pm 0,7$ мм, на первую черновую развертку - $0,2$ и на вторую - $0,05 \pm 0,15$ мм, на чистовую развертку - $0,05$ мм на диаметр.

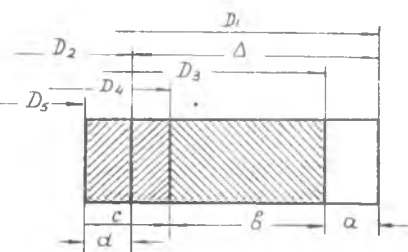
В зависимости от материала листов и диаметра отверстия оперативное время разделки составляет от 5 до 8 минут.

Для качественного выполнения отверстий существенное значение имеет правильный выбор исполнительного размера развертки, ее геометрические параметры, соблюдение неравномерности в шаге, тщательность доводки цилиндрической ленточки по задней грани.

Исполнительные размеры должны не только гарантировать получение точного размера, но и обеспечить наибольший срок работы развертки, т.е. наибольшее число переточек. На фиг. 29 показана схема расположения полей допусков на исполнительные размеры

режущей части развертки, где

D_1 - наибольший диаметр отверстия; D_2 - наименьший диаметр отверстия; Δ - допуск на отверстие; D_3 - наибольший диаметр новой развертки; D_4 - наименьший диаметр новой развертки; D_5 - наименьший диаметр изношенной развертки; a - максимальная величина разбивки отверстия; b - допуск на неточность изготовления развертки;



Фиг.29. Схема расположения допусков на исполнительные размеры режущей части развертки

c - допуск на износ развертки; d - минимальная величина разбивки отверстия.

При развертывании деталей из стали приходится считаться только с разбивкой отверстий, которая дается в справочниках в зависимости от диаметра отверстия и класса точности. Например, для 2-го класса точности разбивка при диаметрах 6-10 мм будет равна 9 мк, при диаметрах 10-18 мм - 10 мк; для 3-го класса точности - соответственно 11 и 12 мк (микрон).

Минимальную разбивку берут равной 5 мк.

При развертывании алюминиевых сплавов наблюдается кроме разбивки отверстия, явление усадки, которое заключается в том, что отверстие после прохождения развертки уменьшается в размере. Развертка, проходя через отверстие, упруго сжимает материал его стенок, которые после ее прохождения восстанавливают свою величину.

Величина усадки учитывается тем, что исполнительные размеры разверток для алюминиевых сплавов делают несколько большими, чем для сталей. Верхние исполнительные размеры разверток 2-го класса для алюминиевых сплавов следует принимать равными непроходной стороне калибра-пробки, а допуск на неточность изготовления брать равным допуску, принимаемому для разверток, работающих по стали. Например, для развертки 2-го класса диаметром 12 мм, работающей по стали, исполнительный диаметр будет $12,013_{-0,007}$, а для подобной же развертки, работающей по алюминиевому сплаву - $12,021_{-0,007}$, т.е. на 8 микрон больше.

Рассчитанные таким образом развертки пригодны и для пакетов, состоящих из листов стали и дуралюмина, если стальные листы являются внутренними. Для пакетов, наружные листы которых выполнены из закаленной стали, рекомендуется исполнительные размеры разверток принимать такими, чтобы они лежали между размерами разверток для стали и для дуралюмина. Например, для отверстий 2-го класса точности диаметром 12 мм в комбинированном пакете исполнительный размер может быть принят равным $12,018_{-0,007}$ мм.

Для механизированного сверления и развертывания отверстий под классные болты в пакетах большой толщины по кондукторам разработаны и внедрены сверлильные пневматические агрегаты типа СПА-20 и СПА-10.

Агрегат СПА-20 служит для обработки в дуралюмине отверстий до 20 мм диаметром при наибольшей глубине сверления до 150 мм.

Число оборотов шпинделя регулируется в пределах от 100 до 800 мм/мин, а подача в пределах 0-250 мм/мин. Обратный (холосой) ход подачи шпинделя может совершаться со скоростью до 4000 об/мин. Мощность двигателя сверлильного шпинделя 1 л.с., а двигателя подачи 0,45 л.с.; давление воздуха 5 атм; расход

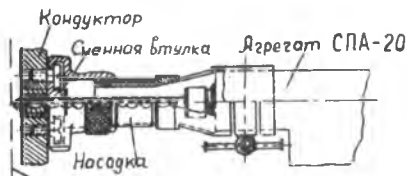
при холостом ходе $1,45 \text{ м}^3/\text{мин}$; вес агрегата 15 кг.
Общий вид СПА-20 показан на фиг. 30.



Фиг. 30. Общий вид СПН-20.

Агрегат СПА-10, предназначенный для обработки отверстия до 10 мм, устроен аналогично.

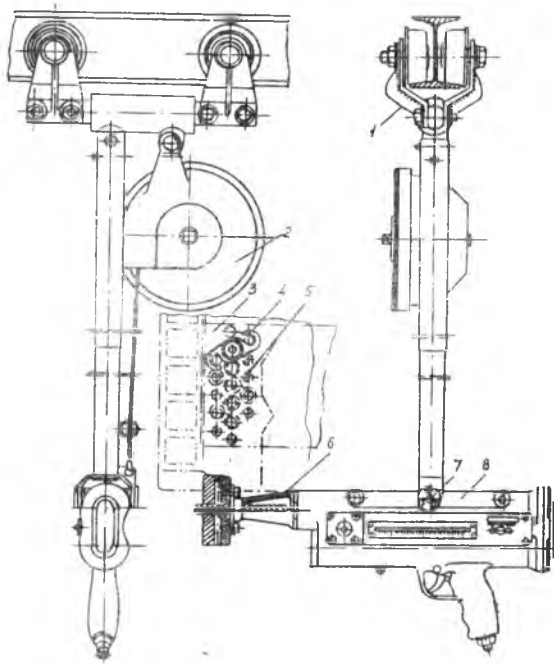
Для того, чтобы можно было осуществлять механическую подачу при сверлении и развертывании через кондуктор, на агрегат надевают специальную насадку с захватами, которые зацепляются за головки двух винтов, ввинченных в кондуктор на точном расстоянии от кондукторных втулок. Насадка приведена на фиг.31, а на фиг.32 показан общий вид подвески агрегата СПА-10.



*Теоретический контур
обработки боевого агрегата*
Фиг. 31. Схема насадки
с захватами.

Применение агрегатов СПА-20 и СПА-10 для разделки отверстий 6-8 мм в пакетах толщиной 15-24 мм сокращает время работы в 3 раза, а для отверстий 8-12 мм в пакетах 20-45 мм - в 5 раз.

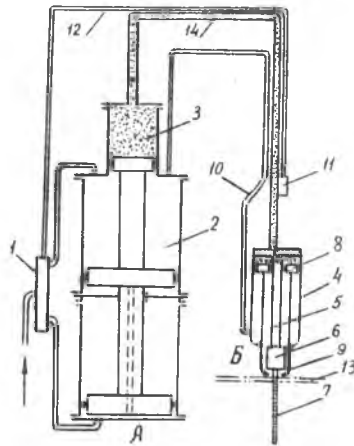
Для протяжки отверстий при сборке агрегатов применяется переносная пневматическая установка ПУ-ЗИС-1. Схема установки показана на фиг. 33.



Фиг. 32. Общий вид подвески агрегата СПА-10.

Установка состоит из двух частей: пневмо-гидравлического мультипликатора А, установленного на колесах, и тягового агрегата Б, который находится в руках у рабочего.

Воздух из сети с давлением 5 атм через золотниковое распределительное устройство I поступает в сдвоенный пневмоцилиндр 2, в котором на общем штоке посажены два поршня. Под второй (верхний) поршень воздух подается через сверление в штоке. Шток пневмоцилиндров является поршнем, сжимающим масло в гидравлическом цилиндре 3. Масло под давлением в 240 атм по шлангу высокого давления 14 поступает в тяговой агрегат Б. Цилиндр 4 тягового агрегата соединен в одно целое со штоком 5, на конце которого укреплен патрон 6 для захвата протяжки 7. В цилиндре 4 ходит поршень 8, с закрепленной на конце упорной втулкой. Воздушная полость цилиндра 4 тягового агрегата соединена шлангом низкого давления 10 с верхней полостью воздушного цилиндра мультипликатора. На шланге высокого давления вблизи тягового



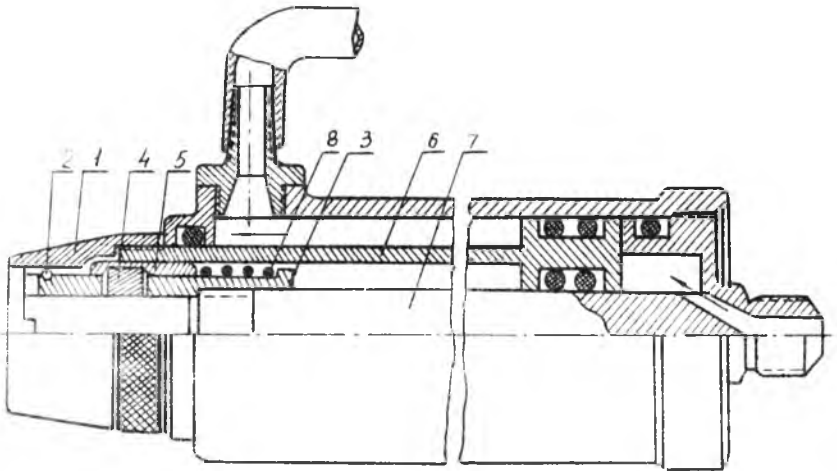
Фиг.33. Схема установки ПУ-ЗИС-1.

органа, под рукой у рабочего, расположена пусковая кнопка 1I, соединенная шлангом 12 с золотниковым распределительным устройством I.

Работа протяжной установки совершается в следующем порядке. При открытии воздушного крана сжатый воздух через золотник поступает в верхнюю полость верхнего воздушного цилиндра; нижняя полость нижнего цилиндра соединяется с атмосферой, и воздух оттягивает поршни вниз. В то же время по шлангу 10 воздух проходит в воздушную камеру тягового агрегата и оттягивает поршень 8 вверх; одновременно по шлангу 12 сжатый воздух поступает к пусковой кнопке II. Установка готова к работе. Рабочий с противоположной стороны вставляет протяжку через заранее просверленное отверстие разделяемого агрегата 13 и свободно надевает патрон на хвостовик протяжки. Затем нажимает на пусковую кнопку: воздух передвигает золотник. Воздушные полости верхнего пневмоцилиндра и тягового цилиндра соединяются через золотник с атмосферой; в то же время сжатый воздух поступает под воздушные поршни мультипликатора. Они идут вверх и сжимают масло. Масло начинает давить на поршень тягового устройства, прижимая упорную втулку к пакету, чем обеспечивается передви-

кулярность направления действия силы к пакету. Под действием давления масла цилиндр тягового устройства начинает двигаться вверх; патрон автоматически захватывает хвостовик протяжки и начинает протягивать ее через отверстие (рабочий ход).

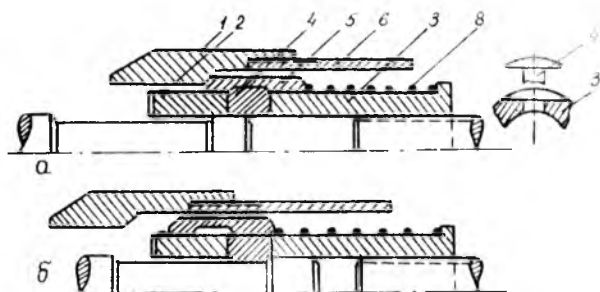
После того, как протяжка пройдет через отверстие пакета, рабочий отпускает пусковую кнопку; золотник передвигается соответствующим образом и соединяет со сжатым воздухом те полости, которые были соединены перед рабочим ходом. Поршни воздушных цилиндров и поршень гидроцилиндра идут вниз и давление масла падает; поршень тягового агрегата входит внутрь цилиндра, при этом упорная втулка нажимает на патрон и освобождает протяжку, которая свободно вынимается. Конструкция тягового цилиндра представлена на фиг.34.



Фиг.34. Тяговый цилиндр установки ПУ-ЗИС-1.

В левой части чертежа показано устройство замка для закрепления протяжки в патроне. Упорная втулка I навинчена на поршень 6. На шток 7 навинчена втулка 3, имеющая две прорези, в которые заложены два сухаря 4. По втулке 3 ходит втулка 5 с выточкой, отжимаемая пружиной 8 влево до стопорного кольца 2.

Действие замка пояснено эскизом на фиг.35. Как уже было сказано, перед началом работы сжатый воздух отжимает поршень 6 вправо; при этом край упорной втулки 1 упирается в край втулки 5, пружина 8 сжата, сухари находятся в выточке втулки 5 и свободно пропускают головку протяжки в отверстие втулки 3 так, что она проходит вправо за сухари.



Фиг. 35. Схема действия замка.

а - замок в исходном положении;
б - замок в рабочем положении.

Когда давление жидкости передвигает цилиндр вместе со штоком и втулкой 3 вправо, втулка 5 отходит от упорной втулки 2 и пружина 8 сдвигает ее влево до стопорного кольца 2. Вместе с этим втулка 5 своим краем отжимает внутрь втулки 3 сухари, которые при движении цилиндра со штоком вправо (рабочий ход) захватывает головку протяжки.

Инструментом для протягивания является винтовая двухзаходная протяжка с углом подъема 72° . Длина режущей части ее равна 150 мм. Протяжка имеет переднее направление и специальную шейку для захвата ее сухарями патрона.

Изготавливают протяжку из стали 9ХВГ с последующей закалкой зубцов на твердость $R_c = 61-64$ и хвостовой части - $R_c = 45-48$.

Технологический процесс разделки отверстий протягиванием сводится к двум операциям - сверлению отверстия диаметром $D = D_d - 0,6 \text{ мм}$ и протягиванию на диаметр D_d .

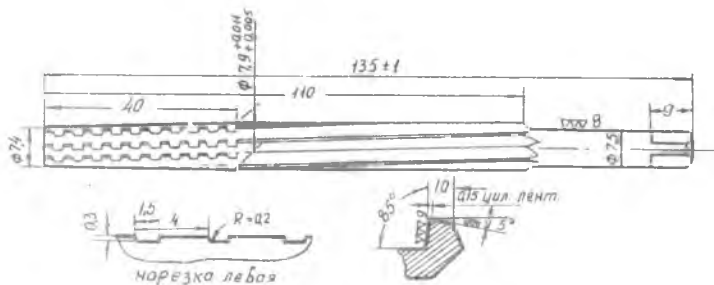
Чистота поверхности после протягивания получается по 7 и 8 классам.

Протягивание отверстий при помощи установки ПУ-ЗИС-1 в значительной мере разрешает вопрос механизации получения точных отверстий. Однако следует помнить, что при этом, если отверстия не расположены близко от края, требуется двое рабочих, один из которых должен работать с тяговым агрегатом, а другой, подручный - вставлять с противоположной стороны протяжку. Кроме того, на панелях и агрегатах имеются места, где те или иные элементы конструкции мешают или вставлению протяжки с обратной стороны, или надежной опоре тягового органа.

В этих случаях отверстия приходится развертывать.

Одним из производительных процессов является развертывание пневмодреелью при помощи конусной развертки, после которой остается небольшой слой (0,05-0,1 мм), снимаемый за 1-2 прохода чистовой разверткой.

Особенностью этих разверток является винтовое расположение зубьев с углом спирали $5^{\circ}30'$ и довольно длинная заборная часть, которая выполняется конической и имеет стружко-дробительные канавки (фиг.36). Контроль развернутых или протянутых классов отверстий ведут с помощью предельных пробок 2-го или 3-го класса.



Фиг.36. Конусная развертка.

Чистоту поверхности отверстия, которое подсвечивается переносной лампой, контролируют визуально, сравнивая с эталоном чистоты.

Классификация видов клепки.

Ударная и прессовая, прямая и обратная клепка.

Классифицируя существующие виды и методы клепки по различным, наиболее важным признакам можно получить следующие подразделения:

По характеру действия силы, образующей головку

ударная (ручными и пневматическими молотками);
прессовая (одиночная и групповая).

По способу образования замыкающей головки

прямая;
обратная.

По форме закладной головки

потайная (с утопленной закладной головкой);
непотайная (с выступающей закладной головкой).

По степени герметичности

негерметичная (прочная);
герметичная (плотно-прочная).

По доступности для расклеивания

при доступе с двух сторон обычными заклепками со стержнем или заклепками с высоким сопротивлением срезу;
односторонняя - пустотелыми заклепками (пистонами) или взрывными заклепками.

Как уже было сказано, наиболее распространенными являются стержневые заклепки, замыкающая головка которых образуется расклепыванием стержня. Расклепывание может быть выполнено ударным (ударная клепка) или статическим действием инструмента (прессовая клепка). Ударную клепку можно осуществить с помощью ручного молотка (ручная клепка) или с помощью пневматического клепального молотка (пневматическая ударная клепка).

Ручная клепка при производстве самолетов не применяется, т.к. она малопродуктивна и не обеспечивает хорошего и равномерного качества заклепочного шва. Она может применяться только при полевом ремонте, да и то в отсутствии современных передвижных ремонтных средств.

Ударная клепка пневматическими молотками пока наиболее распространенный вид клепки и в зависимости от степени панелирования самолета и общей культуры клепально-сборочных работ на заводе составляет от 80 до 50 %. Основное достоинство этого метода - его универсальность, определяемая простотой и портативностью инструмента, применяемого широко (с одинаковым успехом) при сборке узлов и агрегатов, при клепке каркасов и обшивок, при стальной и встальной сборке, в открытых и закрытых местах. Оборудование цеха пневматическими молотками, вследствие их относительной дешевизны, не требует больших первоначальных затрат.

Вместе с тем, необходимо указать на целый ряд существенных недостатков этого метода по сравнению с прессовой клепкой, заставляющих считать его нижней степенью механизации, отдавать предпочтение прессовой клепке и всячески стараться увеличить ее объем в производстве.

Прежде всего, это шум, который, действуя на центральную нервную систему, снижает внимание рабочего, повышает утомляемость и приводит к уменьшению производительности труда, повышению травматизма.

Вибрации молотков, особенно при больших числах ударов, передаваясь рукам рабочего, вредно действуют на организм, вызывая виброболезнь.

Качество самой клепки - прочность, гладкость поверхности, равномерность расклепывания всех заклепок, отсутствие внешних повреждений поверхности при ударной клепке несколько ниже,

чем при прессовой, и в большей мере зависит от квалификации рабочего, степени его утомления. Физическая работа клепальными молотками, особенно при расклепывании крупных заклепок (6-8 мм), тяжелее, чем работа на прессах. При клепке крупных узлов и агрегатов требуется двое рабочих - клепальщик и подручный. Поэтому производительность труда при клепке пневматическими молотками ниже, чем при клепке на прессах, за исключением, может быть, клепки мелких узлов неохотными заклепками в удобном положении, на верстаке.

Прессовая клепка менее универсальна, требует открытых швов, легко доступных для инструмента; ее применение сильно затруднено при сборке в стапелях; первоначальные затраты на прессовое оборудование значительно большие, чем на оснащение цеха клепальными молотками. Однако прессовая клепка обладает рядом неоспоримых преимуществ:

отсутствуют шум и вибрации; улучшается качество осаживания стержня, меньше нагартовка замыкающих головок; равномерно расклепывание всех заклепок шва, меньше возможность повреждения поверхности, лучше гладкость поверхности; повышается производительность при одиночной клепке крупными заклепками и особенно - при групповой клепке; облегчается возможность автоматизировать весь процесс получения клепаного соединения, т.е. образование отверстия, вставки заклепки и расклепывание.

Поэтому при разработке технологии следует как можно шире применять прессовую клепку. Технологичность клепаной конструкции следует оценивать, учитывая возможность проведения прессовой клепки.

Замыкающая головка при клепке пневматическими молотками может быть образована двояко, в зависимости от того, с какой стороны находится молоток по отношению к закладной головке.

Прямой методом называется такой, при котором закладная головка удерживается поддержкой, а обжимкой, закрепленной в молотке, наносят удары по стержню, образуя замыкающую головку.

При обратном методе клепки, наоборот, удар делает обжимкой по закладной головке, а поддержка образует замыкающую головку.

Клепка по прямому методу складывается из следующих приемов: вставляется заклепка; устанавливается поддержка на закладную головку; устанавливается обжимка на стержень заклепки; включается молоток и расклепывает заклепку.

При выполнении плотной и прочно-плотной клепки иногда делают уплотнение листов (натяжку) при помощи особого инструмента, натяжки, удары по которому наносят ручным молотком.

Обратная клепка заключается в следующем: вставляется заклепка; обжимка устанавливается на замыкающую головку; к стержню подводится поддержка, молоток включается и расклепывает.

Прямой метод клепки наиболее ранний в самолетостроении. В первые годы создания клепаных конструкций его применяли во всех открытых местах, причем замыкающие головки, как и закладные, делали полукруглыми.

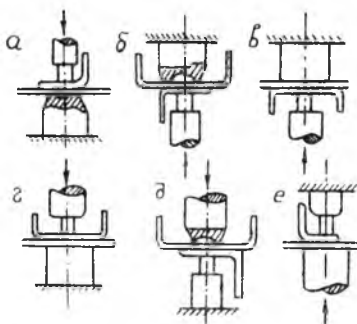
Обратный метод появился первоначально при клепке трубчатых конструкций, когда доступа к стержню с молотком не было. Тогда стали вводить в трубу плоскую поддержку разжимного или инерционного типа (см. ниже) и удар наносить по закладной головке, вследствие чего замыкающая головка получалась плоской. Потом этот метод распространили и на клепку в открытых местах. Испытания на прочность заклепочных соединений, выполненных прямым и обратным методом, показали, что по прочности они равноценны. Однако сравнивая их с точки зрения гладкости и точности обводов каркаса и обшивки, следует отдать предпочтение прямому методу. Обратный метод клепки, как легко понять из самого существа его, связан с необходимостью деформировать конструкцию, через которую передается удар, воспринимаемый поддержкой; при каждом ударе конструкция прогибается на величину осаживания стержня за один удар. При правильном выборе размеров инструмента и правильном ведении процесса эти деформации не должны выходить за пределы упругих. Однако при неправильно выбранном молотке и поддержке, при малой жесткости каркаса, если подручный опоздает поднести поддержку к стержню заклепки эти деформации могут стать пластическими, т.е. привести к образованию местных прогибов, провалов конструкции.

Следует рекомендовать во всех случаях, когда подход к стержню заклепки с пневмомолотком удобен, применять прямой метод клепки, (при клепке плоских узлов типа нервюр, лонжеронов, шпангоутов, панелей в стапелях). Если подход с молотком к стержню заклепки менее удобен, чем подход с поддержкой (что характерно для клепки каркасов в стапелях для постановки обшивок, когда заклепка вставляется снаружи) то обычно применяют обратный метод клепки.

При клепке на прессах различие между прямым и обратным методом стирается и их можно разграничить условно, по тому, на какую часть заклепки действует движущийся инструмент в момент образования замыкающей головки. Если движущийся инструмент (обжимка) воздействует на стержень, а неподвижный инструмент (поддержка) поддерживает закладную головку, то это клепка по прямому методу (фиг.37).

Если движущийся инструмент действует на закладную головку, а неподвижный, действуя на стержень, образует замыкающую головку, это клепка по обратному методу.

Из фиг.37 видно, что более удобна клепка по прямому методу, т.к. склепываемое изделие остается неподвижным, в то время, как при обратном методе (фиг.37 д,е) изделие должно опускаться или подниматься, следуя за движением обжимки на неподвижную поддержку по мере осаживания стержня. Поэтому клепка по обратному методу на прессах применяется только при склепывании небольших узлов, удерживаемых рабочим на руках, в тех случаях, когда движущаяся часть пресса расположена вверху и заклепка вставляется сверху.



Фиг.37. Схемы прессовой клепки .

- а, г - прямая; движения инстр.сверху; заклепка вставляется снизу;
б, в - прямая; движение инстр.снизу, заклепка вставляется сверху;
д, е - обратная клепка.

Л е к ц и я 4-ая

ПОТАЙНАЯ КЛЕПКА

Чтобы обеспечить минимальное лобовое сопротивление, обшивки современных скоростных самолетов приклепываются к каркасам потайной клепкой.

Только для нескоростных самолетов с поршневыми двигателями (пассажирских, учебных, сельскохозяйственных) и вертолетов обшивку приклепывают с помощью заклепок с плосковыпуклыми головками.

Способы потайной клепки различаются в зависимости от метода образования гнезд (дунок) под потайные головки заклепок. Как уже было сказано, дунки могут быть штампованные или зенкованные. Существуют четыре способа, называемые способами А, В, С и Д.

Способ А заключается в том, что дунки под закладные головки получают штамповкой при помощи специальных пуансонов и матриц. Применяют этот способ в тех случаях, когда толщина обшивки меньше высоты закладной головки, а суммарная толщина пакета $S < d$. Схема технологического процесса клепки по этому способу показана на фиг.38 А.

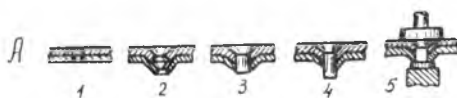
После того, как каркас и обшивка установлены и зафиксированы тем или другим способом, в приспособлении для сборки, производят их совместное сверление со стороны каркаса или обшивки в зависимости от принятой технологии сборки.

Отверстия сверлят предварительные, т.е. не в полный размер, а обычно на 0,5 - 0,6 мм меньше номинального для заклепок до 4 мм и на 0,8 - 1 мм меньше для заклепок свыше 4 мм.

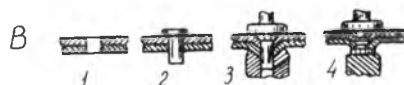
Затем проводят штамповку дунок. Если суммарная толщина пакета не превышает 0,5 - 0,6 диаметра заклепки, то штамповку дунок делают совместно; в противном случае обшивку снимают и штамповку дунок ведут раздельно. Сравнивая два этих метода, можно сказать следующее. При раздельной штамповке трудно получить точное совпадение рельефа лунки в обшивке и в каркасе, кроме того, при этом удлиняется цикл работы за счет лишнего снятия и установки обшивки. Вместе с тем надо иметь в виду,

что совместная штамповка каркаса и обшивки, как правило, ведется в стапеле, и ее можно выполнить только при помощи пневматического молотка, в то время, как раздельная штамповка может быть выполнена для обшивки на стационарных прессах, а в каркасе при помощи переносных пневматических или гидравлических прессов (скоб). Этим достигается лучшее качество работы.

После штамповки проводят совместное рассверливание отверстий в окончательный размер, вставляют заклепки и расклепывают.



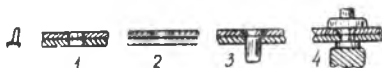
1 - сверление предварительное; 2 - штамповка лунки;
3 - рассверливание; 4, 5 - вставка заклепки и клепка.



1 - сверление; 2 - вставка заклепки; 3 - штамповка лунки; 4 - клепка.



1 - сверление и зенкование каркаса; 2 - установка обшивки и сверление; 3 - вставка заклепки;
4 - штамповка лунки; 5 - клепка.



1 - сверление; 2 - зенкование лунки; 3 - вставка заклепки; 4 - клепка.

Фиг. 38. Способ потайной клепки.

Способ В является также способом клепки со штамповкой лунки. Его применяют в тех случаях, когда суммарная толщина пакета не превышает 0,5 - 0,6 диаметра заклепки. Он отличается от способа А тем, что лунка штампуется в специальной матрице, а пуансоном является сама потайная головка заклепки. Схема технологического процесса клепки по этому способу показана на фиг. 38 В.

Сверление отверстий производится в этом случае сразу на полный размер.

Способ С применяют в тех случаях, когда толщина обшивки мала и не представляется возможным ее зенкование, а толщина каркаса такова, что штамповать в нем лунку затруднительно, т.е. тонкая обшивка соединяется с толстыми элементами каркаса. В этом случае в каркасе лунки зенкуют, а в обшивке штампуют.

Схема технологического процесса клепки по способу С представлена на фиг. 38 С.

Сверление и зенкование может быть выполнено по следующим вариантам:

1. сверление и зенкование каркаса, установка обшивки, сверление обшивки через каркас (показан на фиг. 38 С);
2. то же самое, но сверление и зенкование производится одновременно при помощи комбинированного инструмента - сверла - зенкера;
3. установка обшивки, сверление каркаса и обшивки по „н.о.“ каркаса, снятие обшивки, зенкование каркаса, установка обшивки.

Последний вариант требует лишней установки и снятия обшивки, однако при этом сверление выполняется один раз, тогда как при первых вариантах оно выполняется дважды.

Это необходимо учесть при определении относительной производительности различных вариантов. Кроме того, следует помнить, что при сверлении обшивки через полностью просверленные отверстия каркаса сверление надо вести так, чтобы свести к минимуму возможность „разбивки“ сверлом готового отверстия.

Наибольшую экономию времени при сборке можно получить в том случае, если будут подаваться на сборку элементы каркаса с просверленными и прозенкованными еще в заготовительном цехе отверстиями.

Способ Д характеризуется тем, что лунка образуется не штам-

повкой, а зенкованием. Он приемлем при сравнительно толстых обшивках, когда толщина их равна или больше высоты потайной головки.

Практически надежное соединение получается при обшивках свыше 1,2 мм, но в ненагруженных частях конструкции применяют зенкование уже и для толщины в 1 мм. Схема технологического процесса показана на фиг. 38 Д.

Сравнивая различные способы потайной клепки по таким основным технико-экономическим показателям, как гладкость поверхности, прочность заклепочного соединения и производительность процесса, приходим к следующему выводу.

Гладкость поверхности определяется, во-первых, местными дефектами обшивки (провалами, волнистостью) и, во-вторых, выступанием или западанием самих потайных головок заклепок. Так как способы А, В и С связаны с необходимостью производить местную пластическую деформацию закаленной и нагартованной обшивки (а при способе А и В и деформацию каркаса), то вполне понятно, что получить обшивку без всяких местных дефектов очень трудно, несмотря на все методы повышения качества штамповки, о которых говорилось ранее. При зенковании лунок эти деформации не возникают, и поэтому клепка по способу Д при прочих равных условиях дает наилучшее качество поверхности.

Испытания на прочность соединения, проведенные при статических, вибрационных и повторно-статических нагрузках, показали, что швы, выполненные по способам А и С, примерно на 20-30 % прочнее швов, выполненных по способу Д. Это понятно, т.к. при соединении по способу Д работает на срез только стержень, а при других способах работает и материал листа, образующий лунку.

Производительность работ при получении потайных швов различными способами определяется в наибольшей мере производительностью образования гнезд (лунок); как уже было сказано раньше, наиболее производительной является холодная чеканка лунок и наименее производительным - их зенкование. Поэтому при равных условиях механизации процессов можно считать наиболее производительными способы А и В, следующим за ним - способ Д, наименее производительным - способ С.

В последние годы клепка тонких обшивок впотай со штампов-

кой лунок несколько потеряла актуальность в связи с появлением химического фрезерования обшивок. Тонкие обшивки (толщиной 0,5 - 0,8 мм) заменяются обшивками толщиной 1,2 - 1,5 мм, с которых химическим фрезерованием (травлением) удаляют весь лишний материал до толщины 0,5 - 0,8 мм, оставляя полоски толщиной 1,2 - 1,5 мм в местах расположения швов. Такая толщина позволяет проводить зенкование вместо штамповки.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ КЛЕПКИ

К специальным видам клепки относят клепку заклепками с высоким сопротивлением срезу, а также клепку различными видами заклепок, применяемых в местах с односторонним доступом.

Заклепки с высоким сопротивлением срезу применяют в тех местах конструкций, где швы испытывают значительные срезающие усилия. Эти заклепки заменяют болты, по сравнению с которыми они легче по весу, дешевле и проще в изготовлении.

Заклепка состоит из стержня с головкой полукруглой, плоской или потайной формы (см. фиг. 2) и обжимного кольца. Заклепку делают из стали 30ХГСА и закалывают на прочность $\sigma_B = 125 \text{ кг/мм}^2 + \frac{25}{5}$. Кольцо изготовляют из материала Д16П или В65. Так как осаживания стержня заклепки при ее постановке не происходит, то она должна ставиться в отверстие достаточно плотно.

Для этого отверстие сверлят диаметром на 0,2 мм меньше диаметра заклепки, а затем развертывают одной разверткой с допуском по A_4 .

Клепку ведут пневмомолотками или на прессах. Она заключается в том, что дюралевое кольцо, одетое на выступающий конец, осаживают с помощью специальной осажки таким образом, что материал кольца заполняет выточку концевой части заклепки (фиг.39). Часть металла кольца при этом срезается и удаляется через отверстие в обжимке.

Развитием этого типа заклепки является "болт-заклепка". Закладная головка "болта-заклепки" делается полукруглой, плос-

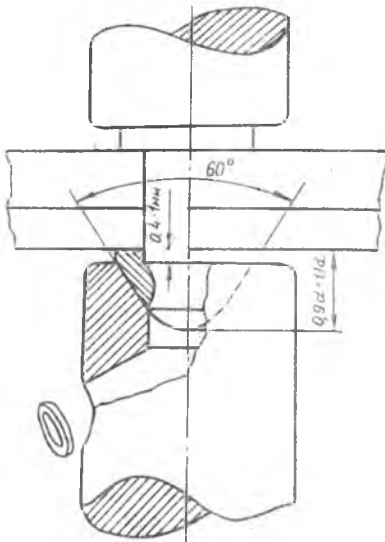
ковыпуклой или потайной. Стержень на определенном расстоянии от головки (зависящем от толщины пакета) имеет резьбу, сделанную накаткой. На вставленную в отверстие заклепку одевают кольцо. Специальный пресс захватывает стержень за резьбу и деформирует кольцо обжимая его по резьбе, пока стержень не разорвется по специально сделанной на нем выточке. После чего место обрыва зачищают. Болты-заклепки делают из Д16 или стали 30ХГСА, кольцо из Д18, а для стальных из В65 и стали 20ГА.

Большую группу составляют заклепки, применяемые для клепки при одностороннем доступе. Сюда относятся различного рода пустотелые (пистоны) и взрывные заклепки. Распространены заклепки с сердечником, состоящие из двух частей: пистона с потайной или полукруглой головкой, сделанного из материала Д18П, и стержня из Д16П (см. часть I фиг. 3).

Заклепки делают двух диаметров: $d = 3,5$ мм для толщины пакетов от 1,5 до 6,5 мм (три размера длин) и $d = 5$ мм для

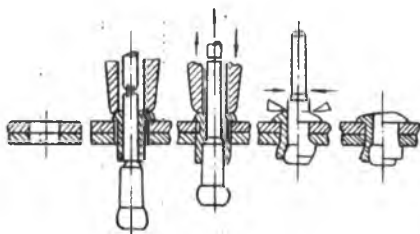
толщин от 3 до 9,5 мм (три размера длин). Пистон и стержень изготавливают на высодочных прессах отдельно, затем на стержне, вставленном в пистон, осаживают головку для захвата его специальным инструментом. В таком собранном виде заклепку и подают на рабочее место.

Процесс расклепывания заключается в том, что стержень протягивается внутрь пистона и своей цилиндрической уширенной частью



Фиг. 39. Схема клепки заклепками с высоким сопротивлением срезу.

„раздаёт" пистон, который заполняет отверстие. При дальнейшем продвижении стержень своей нижней головкой развальцовывает нижнюю часть пистона, образуя замыкающую головку, после чего стержень разрывается по месту специально сделанной на нем выточки. Усилия деформации и прочность стержня рассчитаны таким образом, чтобы разрыв произошел после полного оформления замыкающей головки. Усилие разрыва стержня для заклепок $d = 3,5$ мм равно $165 \text{ кг} \pm 25$, а для заклепок $d = 5$ мм $375 \text{ кг} \pm 25$. Выступающую часть стержня, плотно сидящего в заклепке, „откусывают" и зачищают напильником (фиг.40).



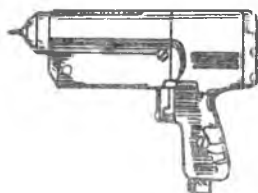
Фиг. 40. Постановка заклепки с сердечником.

Качество клепки зависит от правильности изготовления отверстия под заклепку, превышающего на $0,1$ мм номинальный диаметр заклепки. При излишнем увеличении диаметра отверстия заклепка плохо заполняет отверстие, отчего ослабляется соединение; при очень малом зазоре между пистоном и стенками пакета заклепка вообще не будет расклепана. Важен и правильный выбор длины заклепки в соответствии с толщиной пакета.

Гайкопистон, показанный на фиг. 3, представляет собой полу заклепку из Д18П с нарезкой, сделанной в нижней части приблизительно на половину длины. Постановка гайкопистона производится в следующем порядке. В нарезанную его часть

ввинчивается стержень ручных клещей или пневмоинструмента, после чего сжимая клещи или включая воздух в пневмоинструмент, производят сжатие пистона, он осаживается и образует кольцевую складку, которая и является замыкающей головкой. После этого винт инструмента вывинчивают. Для повышения сопротивления срезу, а также для закрытия отверстия, в нарезанную часть ввинчивают винт из Д18П. В случае необходимости гайкопистоны могут быть использованы, как анкерные гайки для крепления тех или других конструктивных элементов при помощи винтов.

На фиг.4I показан переносный пневматический пресс для постановки гайко-пистонов. Он снабжен пневмодвигателем для завинчивания и вывинчивания стержня и пневморычажным механизмом для осаживания заклепки.



Фиг. 4I. Пресс КО-3 для заклепки гайко-пистонами.

Взрывная заклепка (см.фиг. 3) имеет в торце стержня углубление специальной формы, заполненное взрывчатым веществом. Для предохранения от попадания влаги заряд заделан лаком. Заклепки могут изготавливаться из алюминиевых сплавов Д18П, В65

и из сталей I5A и 30ХМА с потайными или полукруглыми головками.

Подготовка отверстий для взрывных заклепок, как уже говорилось, заключается в сверлении и разворачивании. Установив заклепки, их нагревают специальным электронагревателем, который прикладывает к закладным головкам.

Электронагреватель имеет температуру около 400°C ; через 2-4 секунды торцевая часть стержня нагревается до $100-130^{\circ}\text{C}$ и заряд взрывается. Вследствие пластической деформации конец стержня принимает бочкообразную форму и образует замыкающую головку.

Прочность шва, выполненного взрывными заклепками несколько ниже, чем обычного клепаного шва; прочность на срез для заклепок диаметром до 5,5 мм ниже на 26 %, а для более крупных - на 13 %; прочность на отрыв головки ниже на 36-38 %.

Существенное влияние на прочность оказывает правильность выбора длины заклепки в соответствии с толщиной пакета. Подбор делается по специальным таблицам. Для отличия взрывных заклепок от обычных, а также для удобства их сортировки по длинам, заклепки из Д18П окрашиваются в различные цвета в зависимости от длины.

Более совершенной модификацией взрывных заклепок являются двухкамерные заклепки (см. фиг. 3). Одна камера меньшего диаметра такой заклепки располагается по всей длине стержня до закладной головки, другая, соосная с ней - в нижней части стержня. Благодаря наличию первой камеры стержень заклепки при взрыве раздается и плотно заполняет отверстие. Вследствие этого отпадает необходимость в точном изготовлении отверстия разверткой; и отверстие делается сверлом, как для обычных заклепок.

При клепке взрывными заклепками следует принимать следующие предосторожности. Если вблизи (10-15 мм) от замыкающей головки расположены такие детали, которые могут быть повреждены при взрыве, их надо защищать какой-либо временной прокладкой.

Хранить заклепки следует в сухом, прохладном месте. На рабочем месте нельзя хранить большое количество заклепок. Вставляя заклепку следует нажимом руки или легкими ударами

деревянного молотка. Нельзя подвергать ее сильным ударам, снимать лак, подносить к огню, подвергать действию прямых солнечных лучей. На рабочем месте не должны находиться легковоспламеняющиеся вещества (например, пары бензина). Широкого распространения в отечественной промышленности эти заклепки не получили.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КЛЕПАНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Качество клепаных соединений определяется выполнением таких основных требований, как прочность соединения, гладкость и чистота поверхности соединяемых деталей, антикоррозийная стойкость и герметичность.

Для предупреждения брака, получающегося в процессе выполнения клепально-сборочных работ, а также для оценки качества выполненного соединения и всего изделия при разработке технологических процессов сборки предусматриваются контрольные операции.

Контроль бывает пооперационный и окончательный. Первый проводят после каждой операции или в процессе выполнения операции, второй - при приемке собранного изделия.

Выполнение требований качества определяется всем комплексом операций по производству клепаного соединения, т.е. зависят от установки и закрепления собираемых деталей, от качества подготовки отверстия (сверления, зенкования, штамповки, развертки) и, наконец, от качества самой клепки.

Дефекты, связанные с установкой и фиксацией деталей для сборки, трудно отнести к каким-либо типовым группам, т.к. они в значительной мере зависят от конструкции изделия, качества поступающих на сборку деталей, метода сборки и т.п.

Если детали незаменимы и необходимо подгонять их по чертежу или по месту, всегда могут получиться такие дефекты, как неправильная установка, большие зазоры между деталями, деформации деталей, повреждение поверхности (риски, царапины).

Если на сборку подаются взаимозаменяемые детали, имеющие предусмотренные в самой конструкции компенсации неточностей, если установка деталей ведется по сборочным отверстиям, то указанные дефекты устраняются или сводятся к минимуму (более подробно дефекты установки описываем далее при рассмотрении технологических процессов сборки узлов и агрегатов).

Одним из главных требований к установке является обеспечение плотности прилегания деталей. Нарушение этого требования отражается на прочности соединения, на точности форм и обводов изделия, а для герметичных соединений - на основном качестве - герметичности шва. Местные зазоры в соединении деталей каркаса и обшивки допускаются при установке в среднем такой величины:

- не более 0,5 мм для обшивок толщиной до 1,5 мм,
- не более 0,3 мм для обшивок толщиной до 1,6 - 2,0 мм,
- не более 0,2 мм для обшивок толщиной свыше 2 мм.

После установки деталей перед сверлением и клепкой обычно предусматривается контроль, который принимает установку деталей в соответствии с чертежом зазоры, проверяются щупами.

При сверлении по разметке могут быть следующие дефекты, связанные с самой разметкой:

не соблюдено расстояние между отверстиями под заклепки или болты (шаг); обычно (если это не оговорено специально в чертеже или технических условиях) допуск на шаг берут равным $\pm 1,5$ мм при $h = 15$ мм, $\pm 2,5$ при $h = 30$ мм, $\pm 4,0$ при $h = 40$ мм, при обязательном выдерживании установленного чертежом общего числа заклепок в шве;

не соблюдено расстояние шва от края листа или профиля (перемычка); при отсутствии в чертежах указания о допуске на перемычку принимают следующие допуски: при расстоянии до 5 мм $\pm 0,5$ мм; до 10 мм $\pm 1,0$ мм и свыше 10 мм $\pm 1,5$ мм; как общее правило, расстояние от оси заклепки до края листа не должно быть меньше удвоенного диаметра заклепки;

не прямолинейность шва, что вызывается неточной разметкой или сверлением без керновки (в последнем случае возможно смещение отверстий от линии шва); по техническим условиям, установленным на основании практики, допускается стрела прогиба в 1,5 мм на 1 м длины шва.

При приклепывании деталей к трубам смещение осей отдельных заклепок от осевой плоскости трубы не должно превышать 1,5 мм.

Использование системы сборочных и направляющих отверстий или сверление по кондукторам устраняет разметку и, следовательно, появление указанных дефектов.

К дефектам, связанным с самим сверлением, относится, прежде всего, неперпендикулярность оси отверстия к поверхности детали. Чаще всего этот дефект при сверлении переносными дрелями вызывается невнимательностью рабочего. Второй причиной является несоответствие выбранного инструмента условиям работы, например, сверление в тесном месте нормальной дрелью вместо укороченной или угловой дрели. Дефект этот неисправим и вредно отражается на качестве клепаного шва. Наиболее полно его исключают, переводя сверление на стационарное оборудование, а также применяя кондукторы.

Другим дефектом является неправильный или увеличенный размер отверстия. Причины этого дефекта: неправильный выбор сверла, неправильная его заточка, биение сверла, вызываемое неправильным его закреплением или дефектами дрели (станка).

Контроль правильности расположения отверстий шва производится с помощью обычных универсальных мерителей (линеек, штангенциркулей). Диаметры отверстий проверяются выборочно (не менее 10 %) при помощи предельных пробок. Чистоту стенок отверстия, отсутствие гранености, заусенцев и т.д. - проверяют визуально.

Главным дефектом при зенковании и штамповке лунок является несоблюдение их глубины, кроме того, возможны и такие дефекты, как неправильная форма лунок, наличие задигов и рисок на зенкованной поверхности, наличие трещин по кромкам штампованных лунок. Возникают эти дефекты из-за применения недоброкачественного инструмента, не соблюдения технологии. Дефекты эти весьма важны, так как они приводят к понижению прочности соединения. После штамповки или зенкования обязательно проводится контроль. Глубина лунок проверяется выборочно (не менее 15 %) при помощи индикаторного приспособления и эталонной заклепки. Чистота поверхности, отсутствие трещин проверяется визуально.

Дефекты клепки и причины, их вызывающие, приведены в табл.5.

Контроль правильности постановки отдельных заклепок (не менее 10 %) делают выборочно.

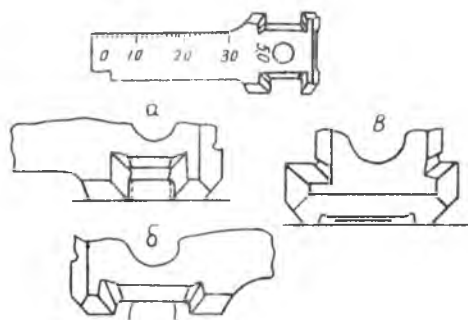
Таблица № 5

ДЕФЕКТЫ КЛЕПКИ

Вид дефекта	Эскиз	Причина дефекта
Закладная и замыкающая головки не на одной оси.		1. Косо просверлено отверстие.
Подсечка материала со стороны замыкающей головки.		1. Косо установлена обжимка. 2. Велика лунка обжимки.
Скошена замыкающая головка.		1. Рабочая поверхность поддержки не параллельна пакету.
Высота замыкающей головки меньше нормы.		1. Короткий стержень. 1. Заклепка переключена.
Высота замыкающей головки больше нормы.		1. Длинный стержень. 2. Заклепка недоклепана.
Трещины на закладной и замыкающей головках.		1. Недостаточная пластичность материала заклепки.
Закладная головка утоплена.		1. Неправильная глубина на лунки. 2. Неправильная высота головки.
Закладная головка выступает больше допустимого.		1. Малая глубина лунки. 2. Большая высота головки.
Зазор между поверхностью головки и лунки		1. Угол конуса головки не соответствует углу конуса лунки.
Стержень изогнут в отверстии, замыкающая головка низкая.		1. Заклепка не соответствует диаметру отверстия.
Стержень расклепан между листами.		1. Плохая пригонка листов. 2. Недостаточный натяг пакета.
Стержень расклепан под закладной головкой		1. Подручный втокнул заклепку поддержкой перед первыми ударами молотка.
Вмятина материала вокруг закладной головки.		1. Первые удары по закладной головке нанесены до подвода поддержки к стержню.

Величину выступания и западания потайных головок проверяют индикаторным приспособлением.

Высоту и диаметр замыкающих головок проверяют предельными калибрами (см. фиг. 42). Такие калибры выдаются и рабочим, чтобы они могли иногда проверять качество своей работы. На



Фиг. 42. Калибр для контроля клепки.

- а) Контроль минимального диаметра.
- б) Контроль максимального диаметра и минимальной высоты.
- в) Контроль выступания закладной головки.

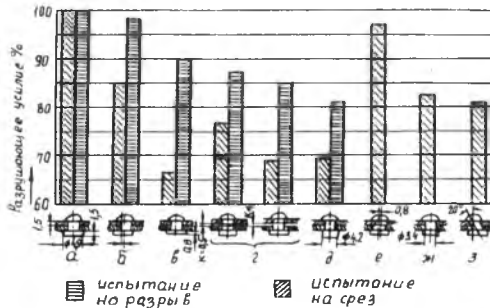
рукоятку калибра нанесена шкала, чтобы рабочий мог в случае надобности проверить длину стержня заклепки. Отверстие в центре головки калибра позволяет проверить диаметр стержня. На боковых сторонах головки инструмента расположены проходная и непроходная стороны калибра для проверки диаметра замыкающей головки. При этом вырез проходной стороны по высоте сделан таким, чтобы можно было им проверить минимальную высоту замыкающей головки. Наконец, на верхней стороне головки расположен калибр для проверки выступания потайной головки.

Пользование калибром показано на фиг. 43 а, б, в.

Плотность прилегания закладной головки проверяется щупом.

Допускается односторонняя неплотность до 0,05 мм при условии, что таких заклепок не больше 10 % в шве и они расположены не подряд.

Влияние дефектов клепки на прочность клепаного соединения иллюстрирует фиг.43, где приведены сравнительные данные по результатам испытания образцов с различными дефектами.



Фиг.43. Результаты испытаний механических свойств образцов с различными дефектами клепки.

а - нормальное (без дефектов) заклепочное соединение; б - несовпадение осей замыкающей головки и стержня заклепки; в - недостаточная высота замыкающей головки; г - стержень заклепки расклепан между листами; д - недостаточный диаметр замыкающей головки; е - стержень имеет ступенчатый переход; ж - завышенный диаметр отверстия под заклепку; з - косое отверстие под заклепку

Гладкость и чистоту поверхности склепанных изделий проверяют визуально. Механические повреждения поверхности вокруг головки заклепки в виде царапин, рисок, засечек являются причинами нарушения прочности соединения (в силу возможных концентраций напряжений) и антикоррозийной стойкости (в силу нарушения лакирующего слоя и анодного покрытия). Такие повреждения допускаются при условии, что их глубина меньше толщины лакирующего слоя и что число заклепок, около головок которых имеются повреждения, не превышает 5 % всех заклепок шва.

Провалы и утяжки обшивки по заклепочным швам допускаются

до 0,2 - 0,3 мм. Замер их производится с помощью индикаторных приспособлений или линейек и щупов.

В том случае, когда количество дефектных заклепок превышает допустимую норму (в % от общего количества заклепок), приходится часть заклепок удалять и заменять их новыми. Удалять заклепки приходится также при ремонте клепаных конструкций. Операция замены заклепки складывается из следующих переходов: накернить удаляемую заклепку со стороны закладной головки; высверлить заклепку сверлом диаметра, равного диаметру стержня; отломить закладную головку бородком; выбить стержень заклепки бородком; рассверлить отверстие сверлом большего диаметра; поставить новую заклепку с диаметром стержня, соответствующим диаметру отверстия.

На фиг.44 показаны правильные приемы удаления дефектных заклепок.

Более производительным методом, применяющимся при ремонтных работах, является высверливание с использованием насадок на дрели, аналогичных кондукторным, но снабженных специальными втулками для высверливания заклепок.

При замене дефектной заклепки заклепкой того же диаметра допускается увеличение диаметра отверстия на величину до 0,2 мм для заклепок до 5 мм и на 0,5 мм для заклепок свыше 5 мм.



Фиг. 44. Приемы удаления дефектных заклепок.

Л е к ц и я 5-ая

ИНСТРУМЕНТ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КЛЕПКИ. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ УДАРНОЙ КЛЕПКИ. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ МОЛОТКИ.

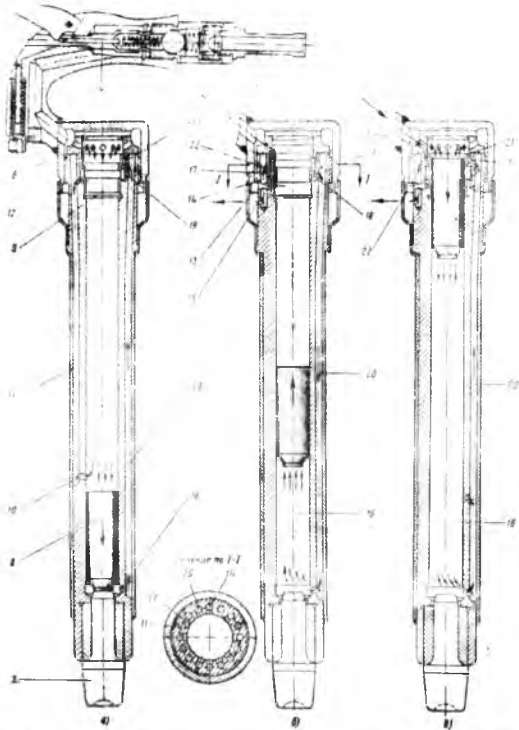
Наиболее распространенным инструментом для ударной клепки являются пневматические клепальные молотки. Они имеют сравнительно небольшой вес, малые габариты и широко применяются в настоящее время как для узловой, так и для агрегатной сборки в приспособлениях и вне приспособлений. Однако следует еще раз напомнить, что во всех случаях, когда по характеру работы возможно использование прессов, следует отдавать предпочтение прессовой клепке.

Клепальные молотки, применяемые в самолетостроении, принадлежат к типу многоударных молотков. Принцип работы их заключается в том, что сжатый воздух, поступающий в цилиндр молотка, заставляет горшень двигаться поступательно-возвратно и наносить удары по вставленной в цилиндр обжимке, которая и производит расклепывание.

Движением поршня автоматически управляет воздухораспределительное устройство. По характеру этого устройства молотки бывают с золотниковым и с клапанным воздухораспределением. В самолетостроении применяют молотки с золотниковым распределением при помощи трубчатого (полого) цилиндрического золотника.

На фиг. 45 показаны основные элементы конструкции такого

молотко (типа 8КМ) и схема его работы.



Фиг. 45. Воздухораспределение молотка 8КМ.

а - момент удара; б - холостой ход поршня; в - исходное положение поршня для удара. 1 - наконечник; 2 - обжимка; 3 - курок; 4 - толкатель; 5 - шарик; 6 - радиальные каналы; 7 - верхняя рабочая камера золотника; 8 - поршень; 9 - золотник; 10-11-12 - управляемые золотником каналы; 13-14-15 - выхлопные каналы; 16 - нижняя рабочая камера; 17 - канал; 18 - нижняя камера золотника; 19-20 - каналы; 21 - верхняя камера цилиндра; 22 - выхлопной канал.

Молоток состоит из двух основных узлов: рукояти и цилиндра. Рукоять соединена на резьбе с цилиндром, в котором размещены золотник и поршень; в нижнюю часть цилиндра вставляется сменный рабочий инструмент - обжимка. В стенках цилиндра просверлены каналы, по которым проходит сжатый воздух, распреде-

ляемый с помощью золотника. К рукоятки присоединяют гибкий шланг, соединенный с трубопроводом сжатого воздуха.

При нажмие на курок 3 толкатель 4 открывает шариковый клапан 5 и сжатый воздух из шланга, присоединенного к накопничку I, по каналам рукоятки и по радиальным каналам 6 поступает в верхнюю часть цилиндра. На фиг. 45 показан момент удара или начала работы молотка; поршень 8 и золотник 9 находятся в нижнем положении.

Сжатый воздух, поступив в цилиндр, проходит по каналам IO, II и I2 под нижний поясok золотника и передвигает его вверх.

Золотник, переместившись вверх (фиг.45 б), закрывает своим верхним краем каналы 6, отсекая внутреннюю полость цилиндра от сжатого воздуха. Теперь сжатый воздух через канал I7 проходит в кольцевую выточку золотника I8 и по ней через каналы I9, 20 поступает под поршень (в нижнюю рабочую камеру цилиндра I6). Поршень под действием сжатого воздуха идет вверх. Воздух из верхней камеры цилиндра вытесняется поршнем через выхлопные отверстия и каналы I3, I4, I5, которые открываются при перемещении золотника вверх.

Когда поршень при движении вверх войдет в золотник, он закроет выхлопное отверстие I3, и верхняя полость цилиндра окажется отсеченной и от наружного воздуха, и от сжатого воздуха магистрали. Поршень начнет сжимать воздух, оставшийся в верхней полости цилиндра. Создается компрессия, препятствующая дальнейшему движению поршня и возможности его удара в крышку цилиндра. Когда компрессия достигнет определенной величины, сжатый поршнем воздух, давя на верхнюю кромку золотника, заставит его передвинуться вниз. Тем самым открываются каналы 6, соединяющие верхнюю полость со сжатым воздухом, который давя на поршень, гонит его вниз. Передвинувшийся вниз золотник своим нижним краем закрывает выхлопное отверстие I3, но зато открывается выхлопное отверстие 22; воздух, находящийся под поршнем, будет вытесняться им при ходе вниз через канал 20, кольцевой поясok 2I золотника и выхлопные каналы 22, I4, I3 (фиг. 45). Происходит удар, затем весь цикл повторяется.

Основные технические характеристики молотка:

мощность молотка, характеризующаяся величиной работы одного удара, кгм;

число ударов в мин;
расход воздуха, м³/мин;
вес молотка, кг;
габаритные размеры.

Две первые величины являются весьма важными, так как определяют пригодность того или иного молотка для расклепывания заклепок определенного диаметра из определенного материала. Зная величину работы одного удара молотка $A_{уд}$ и полную работу деформации A_d , которую нужно затратить для получения замыкающей головки, можно определить необходимое для этого количество ударов:

$$n_{пор} = \frac{A_d}{A_{уд} \cdot k_{уд}},$$

где $k_{уд}$ - коэффициент полезного действия удара.

Работа деформации может быть подсчитана приближенно по эмпирической формуле

$$A_d = [0,036 \tau d^2 - 0,0663 \tau d] K,$$

где A_d - работа, кгм;
 τ - временное сопротивление срезу материала заклепки, кг/мм²;
 d - диаметр стержня заклепки, мм;
 K - коэффициент, характеризующий форму замыкающей головки и принимаемый для плоской головки = 1, для потайной = 3,5 и для круглой = 3,9.

Для материалов Д16 и В65 $\tau = 24-25$ кг/мм², для Д18 - $\tau = 17-18$ кг/мм², для стали 15А $\tau = 34$ кг/мм².

Коэффициент полезного действия удара $k_{уд}$ зависит от массы соударяющихся частей, т.е. от массы обжимки и поддержки, а также скорости поддержки в момент удара.

Предположив, что в каждый момент удара поддержка неподвижна, и приняв, что вес поддержки редко бывает меньше 800 г, а

вес обжимки колеблется между 100 и 300 г, получим по формуле для соударяющихся шаров

$$b = \frac{1}{\frac{m_1}{m_2} + 1}$$

или, заменяя массы весами,

$$b_{yg} = \frac{1}{\frac{300}{800} + 1} = \frac{1}{1,25} = 0,8.$$

Практически при значительно более тяжелых подержках b_{yg} будет больше 0,9 и его можно для приближенных расчетов принимать равным 1.

Иначе работа деформации при ударном расклепывании (A_{yg}) может быть определена, если известна работа деформации прессованием ($A_{g\text{ пр}}$), по формуле

$$A_{yg} = A_{g\text{ пр}} C_v,$$

где C_v - динамический коэффициент: для дуралюмина $C_v = 1,4$, для стали 15А $C_v = 2,0$.

Зная число ударов n потр. потребное для образования замыкающей головки, и разделив его на число ударов в минуту n , взятое из характеристики молотка, получим время расклепывания заклепки

$$t = \frac{n_{\text{потр}} \cdot 60}{n}$$

Для заклепки из Д18П диаметром $d = 5$ мм получим $A_g = (0,036 \cdot 18,5^2 - 0,0663 \cdot 18,5)I = 10,3$ кгм.

При клепке молотком 3-ей группы, имея величину работы одного удара $A_{yg} = 0,6$ кгм, принимая $b_{yg} = 0,9$, получим потребное число ударов

$$n_{\text{потр}} = \frac{10,3}{0,6 \cdot 0,9} = 19,1.$$

При среднем числе ударов молотков этой группы $n_{cp} = 2000$, получим время расклепывания

$$t = \frac{191,60}{2000} = 0,0958 \approx 0,1 \text{ сек.}$$

Такое время, т.е. 0,5-0,8 сек и выше практически приемлемо, т.к. рабочий чувствует при этом, как идет осадка заклепки и успевает вовремя выключить молоток.

Следует помнить, что только на включение и выключение молотка затрачивается примерно 0,25 - 0,3 сек, поэтому за меньший отрезок времени расклепывание произвести нельзя.

На основании изложенных соображений составлены таблицы норм основного (непосредственного) времени клепки, которые определяют по формуле

$$t = \frac{A_{yg} K}{A_{yg} \cdot h}$$

где K - коэффициент, учитывающий характер поддержки.

При жестких supports (поддержка закреплена в тисках) $K = 1$; при упругой поддержке (клепка на весу) $K = 1,33$.

В характеристиках молотков на основании подобных расчетов указывают величину наибольшего диаметра расклепываемой заклепки (обычно, если это не оговорено, то указывается диаметр дураловой заклепки). Такое указание облегчает выбор молотка, т.к. отпадает необходимость каждый раз проводить расчеты.

В таблице 6 приведены характеристики современных клепальных молотков, разделенных на 5 групп мощности в соответствии с величиной работы одного удара и числом ударов в минуту.

Неправильный выбор молотка не дает выигрыша в производительности и часто приводит к ухудшению качества клепки. Действительно, если бы заклепку диаметром 5 мм клепал молотком I-й группы, у которого работа одного удара $A_{yg} = 0,1$ кгм и $n = 4000$, то время расклепывания было бы

$$t = \frac{103,60}{0,1 \cdot 4000} = 2,59 \text{ сек.}$$

т.е. значительно больше, чем при расклепывании молотком 3-ей группы. Больше будет и расход воздуха. Кроме того, нанесение большого числа сравнительно легких ударов привело бы к значительной нагартовке замыкающей головки и, возможно, к появлению трещин.

Наоборот, если для заклепки $d = 3$ мм, для которой работа деформации A_d равна 2 кгм, взять молоток 3 группы, то получим время расклепывания

$$t = \frac{20 \cdot 60}{0,6 \cdot 2000} = 0,1 \text{ сек.}$$

Тут неизбежен переклеп заклепки, что также приводит к трещинам, да и сам по себе переклеп недопустим. Расход воздуха опять будет завышен.

Расход воздуха является весьма существенной технико-экономической характеристикой молотков. По нему судят об экономичности молотка в эксплуатации. Увеличенный расход воздуха по сравнению с указанным в характеристике при одновременном падении числа ударов показывает, что износились подвижные части молотка и он нуждается в ремонте. Расход замеряют с помощью воздухомеров, которые оттарированы так, что при установившемся режиме работы молотка и давлении в 5 атм. они показывают мгновенный расход воздуха в м³/мин.

Расширение сжатого воздуха при работе клепального молотка происходит по некоторому промежуточному между адиабатическим и изотермическим процессу. Поэтому работоспособность 1 м³ сжатого воздуха может быть определена по формуле:

$$L_{\text{теор}} = \frac{L_{uz} + L_{ag}}{2} \text{ кгм/м}^3$$

где L_{uz} - работоспособность 1 м³ сжатого воздуха при изотермическом процессе расширения;

L_{ag} - то же при адиабатическом расширении.

При давлении сжатого воздуха, равном 5 атм

Тип молотка	Диаметр расклет.	Работа одного удара	Расход воздуха	Рабочее давление	Вес молотка	Длина по оси цилиндра	Форма молотка
Группа мощности	Диаметр заклетки	Удары в мин	Воздуха в м ³ /мин	Сети в атм	Воздуха в кг	Длина по оси цилиндра	Форма молотка
ТМ	В мм	В ктм	В м ³ /мин	Сети в атм	В кг	Длина по оси цилиндра	Форма молотка
2КМ	2,0-3,0	0,05-0,1	4000	5	1,5	300	Прямой
УМ-1	"	"	5500	"	1,4	100	Угловой
М-1	"	"	3000	"	1,0	184	Пистолетн.
2КМ-П	"	"	3800	"	1,0	170	"
УМ-3	"	"	4000	"	1,06	82	Угловой
5КМ	3,5-5,0	0,2-0,3	2500	5	1,1	210	Прямой
5КМ-П	"	"	2500	"	2,0	145	Пистолетн.
4КМ	"	"	2600	"	2,8	330	Прямой
КБ-5	"	"	2300	"	1,9	270	Прямой
МА-1	"	"	3700	"	2,4	205	Прямой
МА-1К	"	"	-	"	1,3	80	Короткий
6КМ	5,0-6,0	0,5-0,7	1000	5	2,3	290	Замкнутый
М-3	"	"	2500	"	2,8	250	Прямой
МА-3	"	"	2600	"	3,8	280	Прямой
7КМ	7,0-8,0	0,8-1,0	1100	5	4,0	330	Прямой
РБ-54	"	"	1500	"	5,0	470	Замкнутый
РБ-58	"	"	1250	"	6,0	510	Замкнутый
8КМ	9 - 10	2,0-3,0	380	5	4,5	450	Прямой

$$L = \frac{20500 + 16100}{2} = 18300 \text{ кгм/м}^3.$$

Теоретическая работоспособность количества воздуха, необходимого для одного удара, будет равна

$$A_{\text{теор}} = \frac{Q L_{\text{теор}}}{n} \text{ кгм,}$$

где Q - расход воздуха, м³/мин;
 n - число ударов молотка в мин.

Тогда подводимая к молотку теоретическая мощность выразится как

$$N_{\text{теор}} = \frac{A_{\text{теор}} n}{60 \cdot 75}.$$

Получаемая от молотка мощность будет равна

$$N_0 = \frac{A_{\text{уд}} n}{60 \cdot 75} \text{ лс.}$$

Отношение N_0 к $N_{\text{теор}}$ является экономическим коэффициентом полезного действия молотка

$$\eta_{\text{э}} = \frac{N_0}{N_{\text{теор}}}.$$

Эта величина весьма невелика и колеблется у современных клепальных молотков, применяемых в самолетостроении в пределах 0,1 - 0,2, т.е. составляет всего 10-20 %.

Указанные в табл. 5 данные, характеризующие молотки, получаются при давлении в сети, равном 5 атм. Молоток будет работать и при меньшем давлении, однако его характеристики будут другими.

Прежде всего, уменьшается число ударов и величина работы одного удара. Уменьшение работы удара с уменьшением давления воздуха в среднем может быть охарактеризовано такими цифрами.

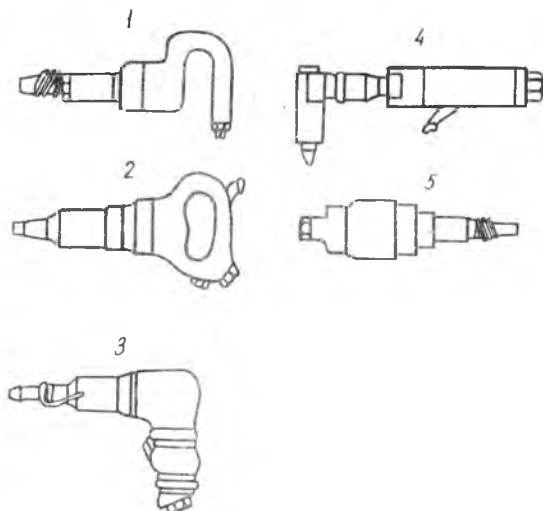
Если $A_{уд}$ при $P = 5$ атм принять за 100 %, то при давлении $P = 4$ атм она составит 73,5 %, а при давлении 3 атм всего 47 %.

В связи с этим изменится и производительность молотка. Так, если среднюю дневную выработку рабочего при определенном типе молотка (давление 5 атм) принять за 100 %, то при давлении 4,5 атм она составит 81 %, а при давлении в 4 атм - только 77 %.

Вместе с этим ухудшатся и другие технико-экономические показатели. Увеличится расход воздуха, увеличатся расходы на амортизацию и обслуживание молотков, поскольку уменьшится их производительность.

Все это заставляет обращать самое серьезное внимание при эксплуатации пневмоинструмента на техническое состояние трубопроводов и всего компрессорного хозяйства, чтобы обеспечить давление в сети на уровне 5 атм.

По форме молотки разделяются (фиг.46) на прямые, замкнутые, пистолетные, угловые и укороченные (короткие). Угловые и укороченные молотки применяют в стесненных местах, где подход с прямым молотком неудобен.



Фиг.46. Формы клепальных молотков.

1 - прямой; 2 - замкнутый; 3 - пистолетный;
4 - угловой; 5 - короткий.

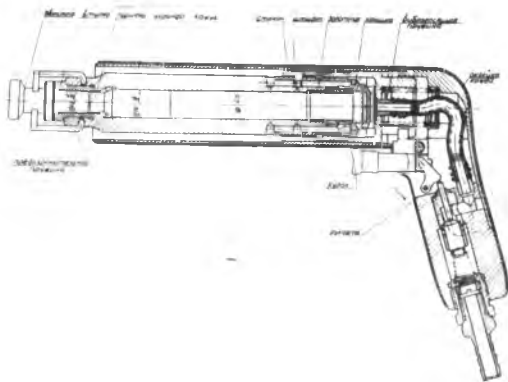
Исследованиями, проведенными научно-исследовательскими институтами профессиональной медицины, установлено, что вибрации, возникающие в инструменте при клепке и передающиеся на руки рабочих, вызывает при длительной работе особое заболевание, называемое вибрационной болезнью. Наибольшее влияние имеет величина амплитуды вибраций, и степень безопасности молотка характеризуется так называемым коэффициентом безопасности

$$\beta_M = \frac{a_{\text{гор}}}{a_M},$$

где $a_{\text{гор}}$ - предельно допустимая амплитуда колебаний, мм;
 a_M - амплитуда колебаний данного молотка.

Изучение амплитуд и частот вибраций, применяемых в настоящее время молотков показало, что если у некоторых из них (8КМ, 6КМ, 4КМ) амплитуды ниже или близки к допустимому пределу, то у многих (5КМ, 2КМ и др.) значения амплитуд превышают допустимые пределы.

Отечественной промышленностью проведены работы по созданию новых молотков с уменьшенной вибрацией за счет уменьшения числа ударов и увеличения работы одного удара, а также молотков и поддержек с виброгасящими устройствами. Последние конструкции дали особо хорошие результаты. Общий вид одного из этих молотков показан на фиг. 47.



Фиг. 47. Общий вид молотка с виброгасителем.

Особенность устройства подобных молотков заключается в том, что весь механизм молотка (цилиндр, поршень, золотник) заключен в стакан, который имеет возможность перемещаться в кожухе под действием вибраций, погашаемых специальной виброгасящей пружиной, установленной между корпусом и стаканом.

Характеристики этой серии молотков таковы:

	57КМП-4	57КМП-5	57КМП-6
Наибольший диаметр расклепываемой заклепки из В65, мм	4	5	6
Число ударов в мин	1800	1500	1800
Работа одного удара, кгм	0,33	0,55	0,89
Расход воздуха, м ³ /мин	0,15	0,25	0,30
Вес молотка, кг	1,6	2,1	2,6
Длина без обжимки, мм	180	253	229
Амплитуда колебаний, мм			
при поддержке весом 2 кг,	0,1	0,1	0,1
" " " " " 4 кг			

Вредное действие вибраций на организм усугубляется охлаждением рук рабочего холодными частями инструмента. Поэтому у новых молотков рукоять и корпус оклеиваются кожей на клею БФ-4 или покрываются другим теплоизоляционным материалом.

Наряду с молотками на том же принципе разработаны и поддержки с пружинным виброгасящим устройством весом 1, 2, 3 и 4 кг.

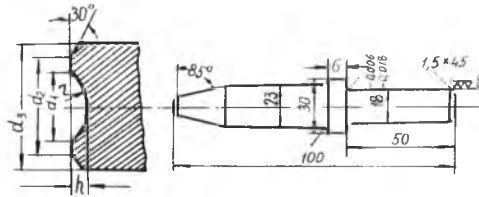
ОБЖИМКИ И ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ КЛЕПКИ ПНЕВМАТИЧЕСКИМИ МОЛОТКАМИ

Рабочим инструментом, вставляемым в пневматический молоток, является обжимка.

Обжимки изготовляют из стали У8, закачивают на твердость $R_c = 52-56$. Хвостовик обжимки, который вставляется во втулку молотка, шлифуется и полируется. Также тщательно изготовляют и рабочие поверхности обжимки. Размеры обжимок нормализованы.

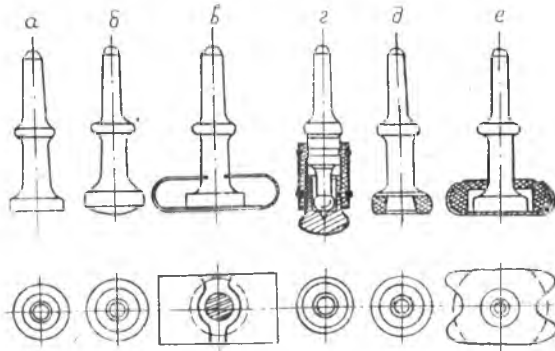
На фиг. 48 показана обжимка для молотка 8КМ.

Для клепки заклепками с полукруглыми головками обратным методом рабочие поверхности обжимок изготавливаются по форме и размерам закладных головок. Для потайной клепки применяют гладкие обжимки (грибки).



Фиг. 48. Обжимка к молотку 8КМ.

На фиг. 49 показаны различные типы обжимок для потайной клепки.



Фиг. 49. Типы обжимок.

Рабочую поверхность простой плоской обжимки (фиг. 48 а), применяемой при прямой клепке, делают во избежание скольжения по стержню, слегка шероховатой.

При клепке обратным методом поверхность обжимки, наоборот, делают гладкой, полированной. Во избежание засечек материала рабочей поверхности плоской обжимки придают слегка выпуклую форму (фиг.48 б).

Наиболее надежной защитой поверхности изделия от забоин при случайных перекосах молотка является применение надеваемых на обжимку резиновых буферов (фиг.48 д) или стальных пластинок (фиг.48 в). Для устранения вибрации стальных пластинок, приводящей к быстрому разрушению, в них вкладывают иногда резину (фиг. 49е). Для работы в местах с затрудненным доступом используют шарнирные обжимки, показанные на фиг. 48 г. Выпуклый наконечник обжимки связан с шаровой частью при помощи резиновой трубки.

Поддержка является инструментом, воспринимающим удар обжимки, закрепленной в молотке, и опорой при расклепывании стержня прямым методом; при обратном методе клепки реактивное действие поддержки образует замыкающую головку. Формы и размеры поддержек зависят от конструкции склепываемого узла, точнее, от большего и меньшего удобства подхода с поддержкой.

При клепке мелких узлов на верстаках поддержки закрепляются в тисках. Если клепка ведется заклепками с полукруглыми головками прямым методом, то поддержка представляет собой стержень с лункой на конце, по форме и величине соответствующей форме и размеру закладной головки. Если заклепка имеет плоскую или потайную головку, а также при клепке обратным методом, поддержку делают в виде стержня с плоским торцом, закрепленного в тисках, или в виде плоской плиты, укладываемой на верстаке. Такие поддержки называют жесткими.

В этом случае вес собственно поддержки не играет роли, т.к. удар воспринимается не только массой поддержки, но и массой тисков, верстака.

Клепку крупных узлов, секций и агрегатов в приспособлениях, а также клепку вне приспособлений ведут "на весу"; удар воспринимается только массой поддержки и вес ее играет значительную роль. Вес поддержки выбирают в зависимости от материала заклепки и диаметра ее стержня. При излишне малом весе поддержки энергия молотка идет не столько на осаживание стержня, сколько на сообщение ускорения поддержке, молоток "отбивает" поддержку.

Осаживание идет медленно, получается нагартовка замыкающей головки. Если клепка обратная, то удары молотка при легкой поддержке не поглощаются ею и сильно деформируют конструкцию, образуя провалы обшивки.

Излишне тяжелая поддержка, если она не подвешена, а удерживается на весу рабочим, бесполезно его утомляет.

Минимальный вес поддержки для клепки обратным методом может быть определен по эмпирической формуле

$$G = (0,5 \div 1,0) d,$$

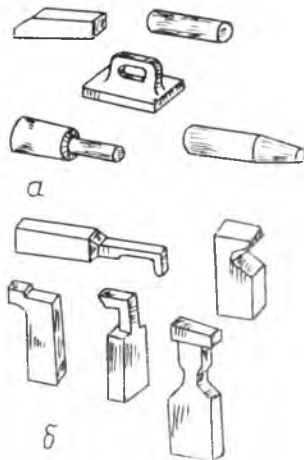
где G - вес поддержки, кг;
 d - диаметр стержня заклепки, мм.

Коэффициент 0,5 берут для дуралюмина, 1,0 - для стали.

При клепке прямым методом вес поддержки определяется по формуле

$$G = 2d.$$

На фиг. 49 а показаны формы поддержек для клепки в открытых местах, а на фиг. 49 б - для полузакрытых мест.



Рабочие поверхности поддержек закаливают и полируют. Для того, чтобы предохранить поверхность склеиваемого агрегата от случайных повреждений, полезно покрывать всю нерабочую поверхность поддержки протектором из тонкого слоя резины (на поддержку наносят тонкий слой сырой резины и вулканизуют ее).

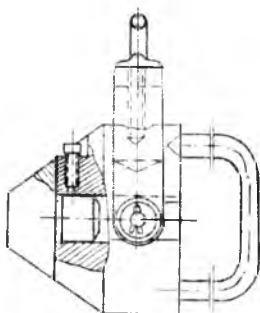
Для потайной клепки обшивок на панелях, секциях и агрегатах прямым методом применяют тяжелые поддержки, подвешиваемые на пружинных балансирах, уравновешивающих их вес, и передвигаемые вдоль агрегата.

Фиг.50. Типы поддержек.

Такие поддержки называют часто «амбосными» (амбос по-французски — наковальня).

Они имеют вес 16–18 кг и состоят из корпуса (стального или чугунного) в котором установлена сменная поддержка, выполненная из закаленной стали, с полированной рабочей поверхностью. Невабочие поверхности поддержки протектированы резиной (рис. 51).

Для кленки в трубах и закрытых профилях применяется поддержка особого типа. На рис. 52 а показана нажимная поддержка. Она состоит из верхней 4 и нижней 6 колодок, соединенных шарнирно с помощью планок 5.

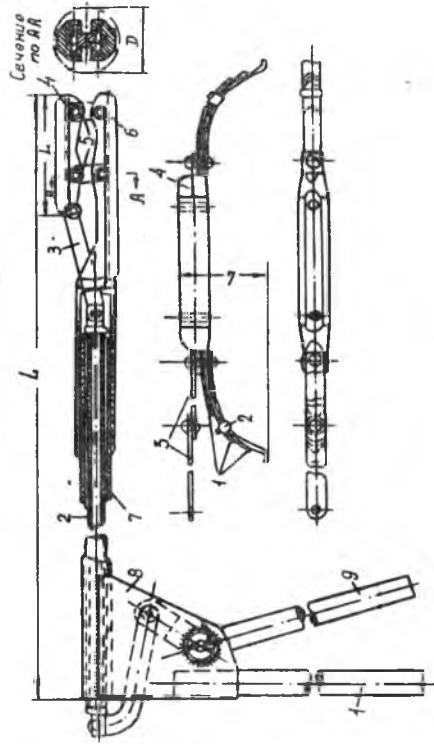


Фиг. 51. Амбосная поддержка.

Нижняя колодка приварена к трубе 7, а верхняя шарнирно соединена тягой 3 с внутренней трубой 2. При разжатых рукоятках 1 и 9 колодки сложены; в таком виде поддержка вводится внутрь трубы. Когда подручный сжимает рукоятки, то труба 2 идет вперед и отжимает верхнюю колодку, которая и производит раклепывание заклепки, вставленной сверху.

При работе такой поддержкой подручный должен согласовывать свои действия с клепальщиком, разжимая колодки по мере осаживания заклепки.

Второй тип поддержки показан на рис. 52 б. Это инерционная поддержка, которую при работе подручный только передвигает. Она состоит из колодки, к которой привинчены две рессоры из плоских пружин. Тяга в виде змейки из отдельных звеньев позволяет вводить и передвигать такую поддержку не только в прямой, но и в изогнутой трубе. Расклепывание происходит за счет инерции массы колодки и упругости пружин. Меняя число плоских пружин в рессоре, можно изменять жесткость ее в соответствии с диаметром и материалом заклепки.



Фиг. 52. Поддержки для клепки труб,
а - нажимная; б - инерционная

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А.И.ГРОШИКОВ. Основы механизации и автоматизации технологических процессов в самолетостроении. Изд.Машиностроение, 1965.

2. В.П.ГРИГОРЬЕВ. Технология самолетостроения. Оборонгиз, 1960.

3. В.В.БОЙЦОВ и др. Сборочные и монтажные работы. Оборонгиз, 1959.

4. В.П.ГРИГОРЬЕВ и П.Б.ГОЛДОВСКИЙ. Кленка конструкций из легких сплавов. Оборонгиз, 1954.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<u>Лекция 3.</u> Зенкование и штамповка дунок для потайной клепки	3
<u>Лекция 4.</u> Потайная клепка	26
<u>Лекция 5.</u> Инструмент и оборудование для клепки. Инструмент для ударной клепки. Пневматические молотки..	42

Михаил Иванович РАЗУМИХИН

КЛЕПКА УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ САМОЛЕТА

Конспект лекций

Часть II

Редактор - А.И.КОНДРАТЬЕВА.

Подписано в печать 18/X - 67 г. ЕО 00427. Формат 60x84^I/16.
Объем 3,75 печ. листа. Тираж 500 экз. Цена 38 коп.

Куйбышевский авиационный институт им. С.П.Королева, г.Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Ротапринтный цех типографии им. Мяги управления по печати при Куйбышевском облисполкоме, г.Куйбышев, ул.Венцека, 60.

Заказ № 7740.