

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Р С Ф С Р

Куйбышевский авиационный институт
им. академика С.П.Королева

М.И.РАЗУМИХИН

КЛЕПКА УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ САМОЛЕТА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

ЧАСТЬ 1

Рассмотрен и утвержден советом института
28 апреля 1986 года

Куйбышев
1987

Л е к ц и я 1-я

ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕПАЛЬНО-СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Основным методом соединения деталей в узлы и агрегаты в со-
временном металлическом самолетостроении является клепка. Такие
методы соединения, как контактная сварка, склеивание, сборка
на болтах и винтах играют пока только вспомогательную роль. По-
этому клепально-сборочные работы занимают в общем процессе из-
готовления самолета одно из главных мест.

Число заклепок и болтов, соединяющих детали и узлы в агрега-
ты, в тяжелых самолетах составляет соответственно 1-2 млн. и
100-150 тыс.штук, в средних самолетах - от 500 тыс. до 1 млн.
и от 30 до 50 тыс.штук, в легких самолетах - 100-150 тыс. и
6-10 тыс.штук.

Трудоемкость клепально-сборочных работ в зависимости от ти-
па, конструктивного оформления самолета и степени механизации
работ составляет 25 - 35 %. Одной из причин этого является мно-

годетальность и конструктивная сложность самолета. В последнее время наметились тенденции к уменьшению многодетальности. Конструкторы идут по пути широкого применения крупных цельно-штампованных, литых или прессованных деталей взамен узлов, собираемых из многих мелких деталей на заклепках. Так, например, в конструкциях отечественных пассажирских самолетов можно заметить рост подобных деталей, характеризующийся за последние 8-10 лет увеличением наименований штампованных деталей в 3 раза, литых - в 2 раза, прессованных профилей на 1 тонну конструкции - в 7 раз.

Подобные крупногабаритные детали заменяют десятки мелких, сотни болтов, тысячи заклепок. Например, штампованная из алюминиевого сплава рама размером, примерно, 1 x 1 м. заменяет 130 деталей, 200 болтов 2-го класса точности и около 2000 заклепок.

Аналогичные примеры можно привести и из заграничной практики. Например, для крыла истребителя «Конвэр-102» клепаный лонжерон заменен цельно-штампованным длиной 3600 мм, шириной 457 мм. и толщиной на отдельных участках до 4,7 мм. Четыре таких штамповки заменяют 272 отдельных детали и уменьшают число заклепок на 3200 шт. Широко начинают применять цельно-штампованные и фрезерованные панели крыльев небольших самолетов, дающие также огромную экономию в трудоемкости свердельно-клепальных работ.

Детали, заменяющие клепаные узлы, улучшают и взаимозаменяемость конструкции, так как обладают большей жесткостью и могут быть обработаны на металлорежущих станках с большей точностью. Важное место в производстве самолетов сборочно-клепальные работы занимают не только в силу их значительной трудоемкости, но и по ряду других причин.

Во-первых, сборочные процессы определяют качество агрегатов,

поступающих на общую сборку в смысле точности их аэродинамических обводов и взаимозаменяемости по стыкам.

Во-вторых, длительность общего цикла изготовления самолета в большой мере зависит от длительности цикла клепально-сборочных работ. Поэтому задача технолога - максимально сократить цикл применением рациональной технологии и правильной организацией работ - является весьма актуальной.

Для клепально-сборочных работ требуется многочисленная и дорогая оснастка; особенно велики могут быть первоначальные затраты на оснастку при постановке производства нового типа изделия. Поэтому задачей технологов и конструкторов является широкое внедрение нормализации оснастки, что позволит при смене объекта в очень незначительной мере заменять ее.

Характер сборки, ее технология и организация определяют в значительной мере требования к заготовительным цехам в смысле точности, взаимозаменяемости, законченности подаваемых на сборку деталей и, таким образом, оказывают влияние на технологию заготовительных работ.

Объектами клепально-сборочных работ являются узлы, панели, секции и агрегаты планера самолета. Узел - основная сборочная единица - представляет собою конструктивно-законченный элемент изделия, собираемый из элементарных деталей. Из узлов и элементарных деталей собираются и все последующие сборочные единицы (панели, секции, агрегаты).

Узлы как объекты сборки характеризуются сравнительно небольшим объемом сборочных работ, преимущественно плоской формой, небольшими возможностями расчленения на подузлы и дифференциации сборки, широкими возможностями сборки по сборочным отверс-

тими (без приспособлений), выполнения сверления и клепки на стационарном оборудовании, легкостью организации работ на потоках и передвижением изделий.

Типичными узлами являются лонжероны крыла, оперения и фюзеляжа, нервюры крыла и оперения (и их части - носовая, средняя, хвостовая), шпангоуты и их части, концевые обтекатели, бимсы, крышки люков и т.п.

Панелями называют сборочные единицы, состоящие из обшивки, подкрепленной набором (продольным и поперечным или только продольным). Для современного самолетостроения характерно широкое панелирование агрегатов, так как панели, представляя собою открытые конструкции, позволяют проводить в удобном положении все работы по сборке и монтажу, широко механизировать сверлильные и клепальные работы, выполняя их на стационарном оборудовании. А это очень существенно, так как на панели падает в современных самолетах от 45 до 65 % всех заклепок. При сборке панелированных агрегатов или секций (например, фюзеляжа) появляется возможность параллельной сборки всех панелей, применения сборки по сборочным отверстиям; объем работ в общесборочном стапеле значительно сокращается, конструкция стапеля упрощается.

Все сказанное позволяет заключить, что панелирование создает возможности снижения трудоемкости изделия, повышения производительности труда, сокращения цикла сборки и производственных площадей.

Секциями называют части агрегатов, получаемые сечениями, перпендикулярными или наклонными к продольной оси самолета. Так, фюзеляжи малых самолетов разделяют на две секции - носовую (ф-1) и хвостовую (ф-2); в фюзеляжах тяжелых самолетов делают от 4 до

6 секций по длине. В крыльях, центропланах и оперении выделяют носовые и хвостовые секции; сюда же относят средние секции (кессоны) и мотогондолы. Секции стыкуются в агрегаты с помощью разъемных или неразъемных соединений.

Агрегатом называют часть самолета, представляющую законченное целое, имеющую определенное самостоятельное значение в конструкции и соединяемую с другими частями с помощью разъемных, подвижных или неподвижных соединений.

Сюда относятся крылья и их крупные отъемные части (мотоотсеки, центропланы и др.), а также элероны и цитки; фюзеляжи и их крупные части (гермокабины и др.); стабилизаторы, киля. Рули.

Агрегаты и их секции характеризуются сложной формой, сравнительно большими габаритами и большим объемом сборочных работ. Применение стационарного сверлильного и клепального оборудования при сборке агрегатов и секций исключается; расширение фронта работы, доступность и удобство работ значительно хуже, чем при сборке узлов и панелей и зависит от габаритов агрегата; организация поточной сборки с движением агрегатов (особенно при сборке в стапелях) затруднена. Крупные габариты и малая относительно жесткость секций и агрегатов вызывает значительные трудности в обеспечении их взаимозаменяемости. Отсюда сравнительно большая трудоемкость сборки, длительность производственных циклов, необходимость в значительных площадях и дорогостоящей сложной оснастке.

Объем и характер клепально-сборочных работ в значительной мере зависит от характера конструкции объекта сборки. Поэтому для получения рациональной конструкции обязательна совместная работа

конструктора и технолога.

Наиболее общие технологические требования к конструкции состоят в следующем:

1. Необходима разъемность агрегатов, т.е. возможность их конструктивного и технологического членения на секции и панели. Это позволяет увеличить фронт работ, ввести параллельность сборки.

2. Рабочие места должны быть доступны за счет широкого панелирования, применения открытых профилей, исключения из конструкции труб и т.п.

Это создает удобства в работе, возможность использования стационарного оборудования и приводит к сокращению трудоемкости и цикла сборки.

3. Следует обеспечить простоту взаимозаменяемости за счет простых, плоских, прямых (а не косых или ступенчатых) стыков, лучше фланцевых, чем «ушковых» (вилчатых), наличие компенсаторов, простых геометрических форм обводов фюзеляжей и гондол (например, круглых вместо овальных или еще более сложных).

4. Шире применять взамен клепаных узлов штампованные, пресованные или литые детали, более жесткие, допускающие механическую обработку, заменяющие большое число деталей и элементов крепления.

В соответствии с конструктивно-технологическими признаками все клепально-сборочные работы можно разделить на сборку узлов, панелей, секций и агрегатов. Обычно по сходству работ сборку узлов и панелей называют узловой сборкой, а сборку секций и агрегатов - агрегатной.

Соотношение объема работ по узловой и агрегатной сборке в

большой степени зависит от типа и конструкции самолета а, главное, от степени его технологического членения. Чем сильнее панелирована конструкция агрегата, тем в большей мере снижается трудоемкость сборки секций и агрегатов по сравнению с трудоемкостью сборки узлов и панелей, то есть, доля последних во всем процессе сборки растет. С другой стороны, при значительном панелировании повышается степень механизации сверлильно-клепальных работ и сокращается трудоемкость узловой сборки за счет механизированного выполнения сверлильно-зенковальных и клепальных работ на панелях.

Для цельного (неразрезанного на секции и не панелированного) фюзеляжа, например, при общей трудоемкости сборки в 1000 чел.час/мм, доля узловой сборки будет составлять 200-300 чел.час (20-30 %), а доля агрегатной сборки 800-700 чел.час (80-70 %). Для сборки такого же по размерам фюзеляжа, но расчлененного на секции и панелированного, общая трудоемкость может снизиться за счет механизации работ на панелях до 700-800 чел.час (на 20-30%) и соотношение работ станет таким: сборка узлов и панелей - 300-400 чел.час (50 %), сборка секций 300-400 чел.час (50 %).

По признаку применения сборочных приспособлений различают сборку по сборочным отверстиям (без приспособлений), стапельную (сборку в приспособлениях), внестапельную (доработку изделия после его выемки из стапеля).

Сборка по сборочным отверстиям характерна для узлов и плоских панелей. Сущность ее заключается в том, что в одной из собираемых деталей сверлят все отверстия для заклепок (но не в полный размер) - это так называемые "направляющие" отверстия; в другой детали сверлят 2 или 3 отверстия - "сборочные". Все эти отверстия на деталях выполняют через согласованные между собой шаблоны, так что

сборочные отверстия совпадают с определенными направляющими, и детали при этом занимают правильное взаимное положение. В таком положении детали скрепляют через сборочные отверстия временными фиксаторами и проводят сверление и клепку. Этот способ применим при сборке сравнительно простых плоских узлов, когда отсутствуют строгие требования к точности обводов.

Более сложные узлы и панели, а также секции и агрегаты, собирают в приспособлениях (стапелях), где правильное взаимное положение собираемых элементов обеспечивается фиксаторами и зажимами стапеля.

В настоящее время начинает широко применяться сборка панелей и секций по сборочным отверстиям, которые используются как для фиксации одной детали относительно другой, так и для фиксации деталей в стапелях. Такая фиксация значительно упрощает конструкцию стапелей.

Ряд работ по сборке узлов и агрегатов выполняется после выемки их из стапелей, это так называемые внестапельные работы.

Сюда относятся, прежде всего, сверлильные и клепальные работы, выполняемые на стационарном оборудовании - на сверлильных станках и клепальных прессах.

В зависимости от конструкции узлов и агрегатов объем внестапельных работ колеблется в довольно широких пределах и составляет от 10 до 40 % от всего объема работы.

Вынесение сборки из стапеля диктуется следующими обстоятельствами: во-первых, неудобно, а иногда и невозможно вести клепку отдельных швов в стапеле, во-вторых, желательно разгрузить стапель, т.е. сократить цикл стапельной сборки, и тем самым число потребных для выполнения программы стапелей, обычно весьма дорогих. Послед-

нее обстоятельство особенно важно при крупносерийном производстве, когда число ступеней-дублеров бывает довольно значительным.

Кроме того, при внеступельных работах гораздо проще организовать поточное производство с передвижением собираемых изделий на конвейере, что также важно при серийном производстве.

Однако необходимо помнить, что вынимать изделие из ступели можно только тогда, когда жесткость, достигнутая в процессе ступельной сборки, не вызывает сомнений.

При постановке большого числа заклепок в разных частях изделия, даже установленного в ступеле, возникают внутренние напряжения, приводящие к некоторой деформации после извлечения из ступели. В еще большей мере такие деформации возможны при клепке недостаточно жесткого изделия вне ступели.

Рабочий процесс сборки любой клепаной конструкции состоит из отдельных технологически разнородных частей, каждая из которых по-своему влияет на процесс, на его трудоемкость и цикл. Эти части являются в общем случае и последовательными этапами сборки. Перечень этих этапов, входящих в них операций и возможные варианты выполнения приведены в табл. 1.

Технология выполнения операций, приведенных в этом перечне, будет подробно рассмотрена ниже. Сейчас следует сделать только несколько замечаний для характеристики отдельных этапов.

В рабочем процессе собственно сборка, т.е. соединение на заклепках или болтах, занимает иногда далеко не первое место, а всего 25-30 %, в то время, как остальное время затрачивается, в сущности, на подготовительные работы.

Т а б л и ц а 1

Группы сборки (группы операций)	возможные операции	варианты выполнения операций	Примечание
1	2		4
1. Установка, фиксация и закрепление собираемых элементов	Установка и фиксация	<p>По разметке, по чертежу, по мосту</p> <p>По сборочным отверстиям</p> <p>По фиксаторам сборочного приспособления</p> <p>Зажимами приспособления</p> <p>Съемными зажимами (струбцинами, пружинными фиксаторами)</p> <p>Контрольными болтами</p> <p>Контрольными заклепками</p>	<p>С пригонкой или без пригонки</p> <p>По просверленным заранее отверстиям или со сверлением для них отверстий</p>
2. Подготовка отверстий	Сверление Зенкование Развертывание Протягивание Штамповка лунок	<p>С разметкой по чертежу</p> <p>С разметкой по шаблонам</p> <p>По направляющим отверстиям</p> <p>По кондукторам</p> <p>Отдельно, после сверления</p> <p>Совместно со сверлением</p> <p>Вручную</p> <p>Пневмоинструментом.</p> <p>На станках</p> <p>Переносными силовыми головками</p> <p>В каркасах - пневмомолотками</p> <p>В обшивках на прессах</p>	<p>Пневматическими дрелями или на стационарных установках</p> <p>Для точных болтов, для взрывных заклепок, для заклепок с высоким сопротивлением срезу.</p>

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
	: Снятие : : заусен- : : цев и : : очистка : : от струж- : : ки : : Проклад- : : ка уплот- : : нителей :	шпателями Сверлами	: Обязательно : : при герметической : : клепке :
3. Соб- ственно сборка (соедине- ние)	: Клепка : : различно- : : го рода : : заклепка- : : ми : : Поста- : : новка : : болтов и : : винтов : : Контроль : : ка :	Пневмомолотками Переносными пресса- ми На стационарных прессах	
4. Осво- божение от фикса- торов и зажимов	: Снятие : : съемных : : фиксато- : : ров и : : зажимов : : Освобо- : : ждение от : : зажимов : : приспособ- : : ления : : Выемка : : из прис- : : пособле- : : ния :		
5. Вне- стапель- ная дора- ботка	: Сверле- : : ние : : Клепка : : Разверты- : : вание от- : : верстий : : Постанов- : : ка болтов : : Разделка : : стыков :	Пневмоинструментом иди на станках и прес- сах На универсальных станках или специаль- ных разделочных стен- дах	: Объем доработки : : зависит от харак- : : тера процессов, : : степени загрузки : : ступеней и ряда : : других причин :

Во всех случаях следует помнить: построение процесса должно быть таким, чтобы основная его часть занимала большую долю времени; сокращая и механизирова клепку, нужно не забывать о сокращении всех других этапов.

На первом этапе - подготовке деталей к сборке - существенным является исключение установки деталей "по месту", по разметке, а также подгоночных работ.

Подгонки как операции ручной, трудоемкой, нарушающей принцип взаимозаменяемости, необходимо всячески избегать, добиваясь получения в заготовительных цехах деталей взаимозаменяемых (путем введения соответствующей оснастки) или сводя к минимуму припуски на подрезку, опиловку и т.п.

Нежелательна и подгонка (подколачивание) деталей с целью получения их плотного прилегания, т.к. это приводит к повреждению поверхности деталей, создает внутренние напряжения, вызывающие деформации собираемых узлов.

Установка деталей по разметке (по чертежу, "по месту") также нежелательна даже при постановке второстепенных деталей; если нельзя использовать сборочные отверстия и усложнять стапель большим числом фиксаторов (или при работе вне стапеля), следует применять для разметки различные съемные фиксаторы или шаблоны. Нежелательно проводить по разметке и сверление отверстий, т.к. при этом увеличивается трудоемкость, и невнимательность или усталость рабочего может привести к трудно исправимому браку: нарушению шага, размеров перемычек, числа заклепок в ряду. Если при сверлении нельзя обойтись без разметки, следует вводить шаблоны.

Касаясь 2-го и 3-го этапов сборки, следует сказать следующее. Для повышения качества работы и производительности труда нужно

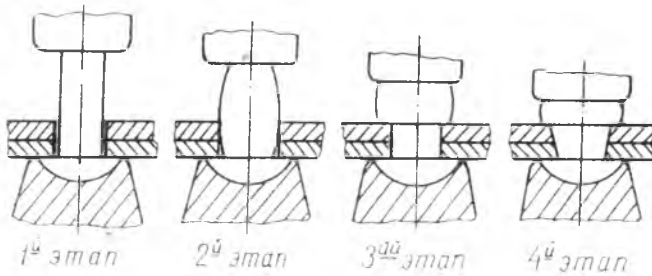
во всех случаях, когда это технически возможно, проводить сверление и зенкование на стационарном оборудовании. Точно также необходимо, по возможности, шире использовать вместо клепки пневмомолотками прессовую клепку с помощью переносных или стационарных прессов, особенно групповую клепку.

ЗАКЛЕПочНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ЗАКЛЕПКИ, ИХ ТИПЫ, РАЗМЕРЫ, МАТЕРИАЛ

В самолетостроении при помощи заклепок соединяют, главным образом, детали из алюминиевых сплавов, поэтому заклепки делают из алюминиевых сплавов. Стальные детали к дюралюминовым присоединяют стальными заклепками. Все заклепки расклепывают в холодном виде.

Холодная клепка имеет существенные отличия от клепки стальными заклепками в горячем виде. Расклепывание холодного металла сопровождается значительно большим сопротивлением деформации, чем горячего. Стержень внутри отверстия раскалиенной заклепки осаживается меньше и между стенками отверстия и стержнем остается зазор величиною от 2 до 10 %. При остывании нагретая заклепка сжимается вдоль оси, что вызывает значительное сжатие листов и трение между ними, повышающее сопротивление шва при разрыве.

При холодной клепке процесс идет, как показано на фиг. 1. На I этапе в заклепке возникают только упругие напряжения и деформации; затем начинается деформация осаживания



Фиг. 1. Процесс осаживания стержня заклепки.

стержня (II этап). Когда стержень заполнит отверстие, начинается образование замыкающей головки.

Стержень не только заполняет отверстие, но и несколько увеличивает диаметр его (от 2 до 8 %), причем это увеличение неравномерно по толщине пакета; отверстие увеличивается по мере приближения к замыкающей головке (IV этап, фиг. I), получая небольшую (2-3 %) конусность. Деформация стержня вызывает некоторую упругую и пластическую деформации стенок отверстия, причем они неравномерны по высоте пакета. Холодная деформация приводит к наклепу (упрочнению) материала заклепки и пакета. Упрочнение характеризуется повышением твердости металла, которое достигает в стержне величин 3-5%, а в замыкающей головке доходит до 35%. При значительном наклепе материал заклепки приобретает хрупкость и при нарушении правил ведения процесса возникают трещины.

Заполнение стержнем заклепки отверстия в пакете является

основным условием прочности заклепочного соединения при холодной клепке.

При правильном выполнении клепки прочность соединения не зависит от того, выполнена она ударным методом (пневмомолотком) или прессованием. Однако равномернее заполняются отверстия стержнем при прессовании; равномернее и разброс твердости в расклепанной заклепке.

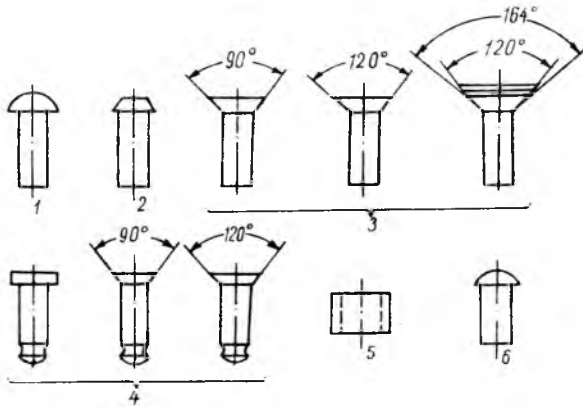
Особенно трудно добиться равномерного заполнения отверстия при ударной клепке толстых пакетов, когда толщина пакета в 3 раза больше диаметра заклепки. Это заставляет применять вместо заклепок болты или специальные заклепки с высоким сопротивлением срезу, а также болты-заклепки.

Неравномерность осаживания стержня заклепки по высоте пакета и увеличение напряжений и деформаций материала пакета вблизи замыкающей головки вынуждает располагать закладные головки строго определенным образом. Если склепывается пакет из материалов различной твердости или в пакет входят листы различной толщины, то замыкающие головки должны всегда быть расположены со стороны более твердого материала или более толстого листа.

При выполнении клепаных швов заклепками большого диаметра с малым шагом, особенно двухрядных швов, а также в том случае, когда клепка ведется ударным методом, деформации пакета в зоне замыкающих головок могут привести к общей деформации склепываемой конструкции.

Для устранения этого заклепки следует, если это возможно, ставить закладными головками попеременно то с одной, то с другой стороны пакета.

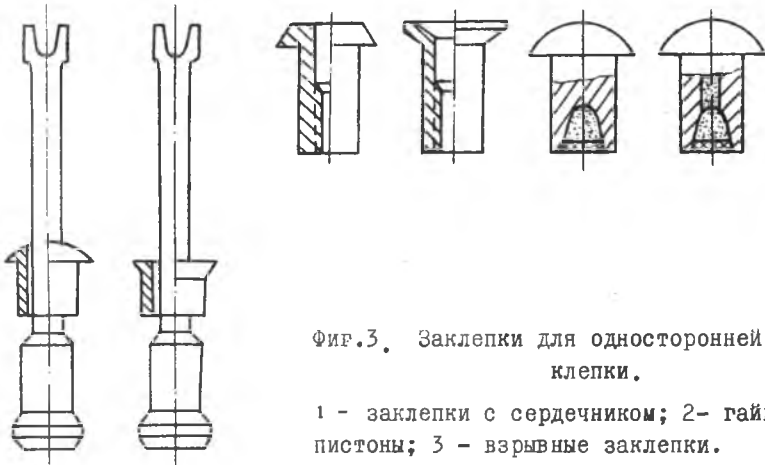
Все применяемые в самолетостроении заклепки можно разделить на две группы в зависимости от того, каким образом получается замыкающая головка. К первой группе относятся заклепки со стержнем, которые требуют для получения замыкающей головки доступа с двух сторон. Такие заклепки применяют в открытых местах конструкции, они составляют около 97 % всех заклепок. К ним относятся обычные стержневые заклепки и специальные заклепки с высоким сопротивлением срезу (Фиг.2).



Фиг.2. Типы стержневых заклепок.

1 - полукруглая; 2 - плоская; 3 - потайная; 4 - с высоким сопротивлением срезу; 5 - кольцо к заклепкам с высоким сопротивлением срезу; 6 - плосковыпуклая.

Вторую группу составляют заклепки для односторонней клепки, которые ставят в таких местах конструкции, где невозможен подход со стороны замыкающей головки. Сюда относятся различного рода полые заклепки (пистоны) и взрывные заклепки (Фиг.3).



Фиг.3. Заклепки для односторонней
клепки.

1 - заклепки с сердечником; 2- гайко-
пистоны; 3 - взрывные заклепки.

Стержневые заклепки можно разделить по форме их закладных головок на две группы: заклепки с выступающими головками и заклепки с потайными (утопленными) головками. Первая применяется, главным образом, для клепки внутренних швов каркасов, не обтекаемых воздушным потоком, вторая - для крепления обшивок агрегатов с целью уменьшения вредного сопротивления воздушного потока.

Основной формой головки является полукруглая; заклепка с плоской головкой применяется, главным образом, при клепке на прессах групповой клепки; плоско-выпуклую применяют при клепке обшивок нескоростных самолетов взамен потайной.

Потайные головки заклепок по углу конуса разделяются на три группы: с углом 90° , с углом 120° и с двойным конусом $120^{\circ}/164^{\circ}$. Первые применяют для клепки впотай с зенкованием углубления (гнезда, лунки) под головку, вторые как при зен-

кованных, так и при штампованных лунках, третьи только при штампованных лунках в тонких листах. Потайные заклепки составляют 65-70 % всех заклепок, идущих на самолет.

Все размеры заклепок нормализованы. В таблице 2 приведены размеры и допуски на заклепку с полукруглой головкой по нормам Министерства 2006 А-50 (2006 - № нормы, А - авиационная - 50 - год выпуска нормы 1950).

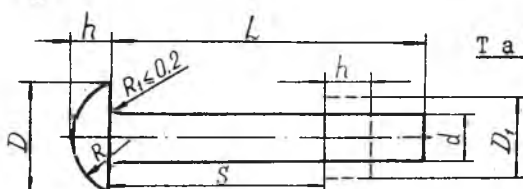


Таблица 2

Диаметр заклепки d	Номинал	2	2,6	3	4	5	6	8	10
	Допуск отклон.	+0,1						+0,15	
Диаметр головки D	Номинал	3,6	4,7	5,4	7,1	9	10,8	14,4	18
	Допуск отклон.	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5			+0,6	
Высота головки h	Номинал	1,2	1,6	1,8	2,3	2,9	3,4	4,6	5,8
	Допуск отклон.	+0,1	+0,15	+0,2	+0,25			+0,3	
Радиус $R \approx$		2	2,6	3	4	5	6	8	10
Допускаемая эксцентричн. головки		0,1	0,12	0,15	0,20			0,3	
Диаметр отверстия под заклепку	Наименьший	2,05	2,7	3,1	4,1	5,1	6,1	8,1	10,1
	Допуск отклон.	+0,1			+0,15			+0,2	
Размеры головок замки D_1	Диам. Номинал	3	3,9	4,5	6	7,5	8,7	11,6	14,5
	Допуск отклон.	$\pm 0,2$	$\pm 0,25$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$		
Размеры головок замки h_1	Наименьшая допускаемая высота h_1	0,8	1,1	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4

Как видно из таблицы, основным размером заклепки является диаметр стержня непоставленной заклепки d . Допуск на диаметр дан только в плюс. Номинальный диаметр отверстия под заклепку для всех размеров на 0,1 мм больше номинального диаметра заклепки. Допуски на диаметр отверстия выбраны так, чтобы были обеспечены свободное вставление заклепки и возможность хорошего заполнения стержнем отверстия. Например, для заклепки диаметром 5 мм. величина средневероятного зазора будет 0,125 мм.

Длины заклепок также нормализованы и идут от 3 до 20 мм. через 1 мм, а от 20 до 60 мм. через 2 мм. с такими величинами допустимых отклонений: до 10 мм. - $\pm 0,2$ мм; от 11 до 30 мм. - $\pm 0,3$ мм; свыше 30 мм. - $\pm 0,4$ мм.

Размеры плоских замыкающих головок в нормали даны в таком виде: для диаметра головки указан номинал и симметрично расположенный допуск, а для высоты головки только ее наименьшая величина.

Эта величина предусматривает равенство прочности головки на отрыв и прочности стержня на разрыв и равна для всех диаметров заклепок $h = 0,4 d$.

Допуск на диаметр замыкающей головки равен $\pm 0,1 d$, а номинальный диаметр взят равным $1,5 d$ для заклепок до 5 мм. и $1,45 d$ для заклепок свыше 5 мм.

Нижний предел диаметра взят из условий обеспечения прочности заклепочного шва: если замыкающая головка будет по диаметру меньше величины нижнего предела (головка мала и высока), то это покажет, что осаживание стержня и заполнение отверстия недостаточное и прочность мала.

Верхний предел диаметра выбран из условия ограничения деформации пакета в процессе клепки; излишнее расклепывание головки требует, кроме того, излишнего времени, энергии, вызывает излишний наклеп головки, деформацию пакета.

В среднем можно принимать как правильную высоту замыкающей головки $h = 0,5 d$, что и берут при расчете механизма автоматического образования высоты замыкающей головки на прессах.

Для получения нужных размеров плоской замыкающей головки существенным является правильный выбор длины стержня заклепки.

Эта длина L должна равняться толщине склепываемого пакета S и некоторой длине L_1 , идущей на образование замыкающей головки и заполнение зазора в отверстии.

$$L = S + l_1.$$

Из общего объема стержня

$$V = \frac{\pi d^2}{4} L.$$

На заполнение отверстия идет объем

$$V_1 = \frac{\pi d_0^2}{4} S,$$

а на образование замыкающей головки объем:

$$V_2 = \frac{\pi D^2}{4} h,$$

где d - номинальный диаметр стержня заклепки;
 d_0 - наибольший диаметр отверстия;

S - толщина пакета;

D - наибольший диаметр замыкающей головки;

h_i - наименьшая допустимая высота головки.

Из равенства $V = V_1 + V_2$, подставив значения объемов, найдем формулу для определения

$$L = \frac{d_o^2 S + D^2 h_i}{d^2}$$

В практике для быстрого определения длины стержня пользуются номограммой, показанной в таблице 3.

На сторонах номограммы отложены деления, соответствующие толщине пакета. Прикладывая линейку к этим делениям, получаем в прямоугольных клетках соответствующие определенным диаметрам длины стержней.

Например, для пакета $S = 6$ мм. необходимо брать при $d = 4$ мм, $L = 11$ мм, при $d = 5$ мм, $L = 12$ мм, при $d = 6$ мм, $L = 13$ мм.

Основная масса заклепок, применяемых в самолетостроении, изготавливается из прочных алюминиевых сплавов марок Д18П и В65, вытеснивших из практики ранее употреблявшиеся сплавы марок ДЗП, Д17, Д16, которые обладали существенным недостатком. Заклепки из этих сплавов можно было ставить только в свежезакаленном состоянии в течение определенного времени после закалки (Д17 - 2 ч, Д16 - 20 мин.). По истечении этого срока заклепки снова приходилось закалывать.

Заклепки из сплавов Д18П и В65 достаточно пластичны в закаленном и состаренном состоянии, поэтому раз закаленные и прошедшие старение, они могут быть употребляемы в течение любого срока, не требуя повторных термообработок.

Таблица 3

	д	2	3	4	5	6	8	9	10	д	
	длина заклепок										
1	4										1
2	5										2
3	6										3
4	7										4
5	8										5
6	10							14			6
7	11							15			7
8	12							16			8
9	13							17	18		9
10	14							18	19	20	10
11	15							19	20	22	11
12	16							20	22	24	12
13								20	24	26	13
14								20	24	26	14
15								20	24	26	15
16								20	24	26	16
17								22	26	28	17
18								22	26	28	18
19								22	26	28	19
20								22	26	28	20
21								22	26	28	21
22								22	26	28	22
23								22	26	28	23
24								22	26	28	24
25								22	26	28	25
26								22	26	28	26
27								22	26	28	27
28								22	26	28	28
29								22	26	28	29
30								22	26	28	30
31								22	26	28	31
32								22	26	28	32
33								22	26	28	33
34								22	26	28	34
35								22	26	28	35
36								22	26	28	36
37								22	26	28	37
38								22	26	28	38
39								22	26	28	39
40								22	26	28	40
41								22	26	28	41
42								22	26	28	42
43								22	26	28	43
44								22	26	28	44
45								22	26	28	45
46								22	26	28	46
47								22	26	28	47
48								22	26	28	48

Прочность заклепок из сплава Д18П при работе на срез равна 19 кг/мм^2 ; из сплава В65 - 25 кг/мм^2 . Выбор того или иного материала производится на основании конструктивно-расчетных данных.

Для соединения деталей и заготовок из магниевых сплавов пользуются заклепками из сплава АМг5; его прочность на срез $\tau = 16 \text{ кг/мм}^2$. При клепке баков из АМц употребляют заклепки из АМц с прочностью на срез $\tau = 7 \text{ кг/мм}^2$. Головки этих заклепок после постановки их разваривают газовой сваркой для обеспечения плотности.

Стальные заклепки применяют для соединения стальных деталей между собой, а также при клепке стальных деталей к дюралюминовым.

Для заклепок, замыкающие головки которых образуют расклепыванием, применяют стальную проволоку разных марок:

из малоуглеродистых сталей, дающих прочность на срез порядка 34 кг/мм^2 ; это сталь марки 15А (селект) и сталь 10, нагартованная;

из низколегированных сталей 20ГА, дающих сопротивление срезу $\tau = 47-55 \text{ кг/мм}^2$;

из нержавеющей стали 1Х18Н9А (ЭЯ1Т) с прочностью на срез $\tau = 44 \text{ кг/мм}^2$.

Заклепки с высоким сопротивлением срезу (стержень не расклепывается) делают из стали 30ХГСА, которая в закаленном состоянии дает сопротивление срезу $\tau = 72 \text{ кг/мм}^2$.





Медные заклепки изготовляют из меди марки М=2.

Для того, чтобы легко различать заклепки, одинаковые по форме, но сделанные из разных сталей или алюминиевых спла-

вов, их маркируют. Маркировка делается в процессе высадки заклепок образованием на головках углубленных или выпуклых точек и рисок. В таблице 4 показана принятая в настоящее время маркировка.

Применяемые в самолетостроении заклепки изготавливают посредством высадки в холодном виде из калиброванной проволоки. Работу производят на высадочных автоматах. Изготовление складывается из следующих операций, автоматически выполняемых станком: подача проволоки на нужную длину, отрезка заготовки, вставление ее

Т а б л и ц а 4

Материал	Маркировка	Характ. точек
Д18п		Точка углубленная
20ГА		Точка выпуклая
		Точка выпуклая
АМГ5	: Все типы 	: Две точки выпуклые
АМц	: Все типы 	: Три точки выпуклые
ЭЯ1Т	: Все типы 	: Черта выпуклая
В65 10а, 15а	: Не маркируется	

в матрицу, высаживание головки пуансоном и выталкивание готовой заклепки из матрицы.

Точность изготовления заклепок зависит от точности и качества проволоки, высадочного инструмента (матриц и пуансонов), а также точности самого автомата и его наладки. Особенно жесткие требования предъявляются к точности инструмента и наладке при изготовлении обшивочных заклепок с потайной головкой, поскольку они часто расклепываются на прессах группо-

вой клепки, при которой стабильность размеров закладной головки особенно сильно сказывается на качестве шва.

При изготовлении этих заклепок особо тщательно, по специальной методике, проводят проверку точности автоматов, инструментов и самих заклепок в процессе изготовления.

После высадки на автоматах производится голтовка заклепок для удаления заусенцев и облоя, полученных при высадке. Заклепки закладывают вместе с дубовыми опилками в голтовочные барабаны и подвергают вращению в течение 25-40 мин.

После этого заклепки отделяют от опилок, тщательно промывают, высушивают и подвергают термической обработке.

Заклепки из Д18П и В65 проходят закалку и старение. Нагревают их в серитровых ваннах; температура нагрева для сплава Д18П 495° - 503° , для сплава В65 515° - 520° . Охлаждение ведут в воде 20° - 60° . Старение для Д18 проводят естественное в течение 4 суток; заклепки из В65 подвергаются искусственному старению при $t = 50^{\circ}\text{C}$ в течение 3 суток или естественному в течение 10 суток.

Заклепки из АМГ5 и АМц отжигают при температуре 350° - 400°C с охлаждением в воздухе или в воде.

Для заклепок из стали 15А делают высокий отпуск (нагрев 650°C) или нормализацию, заклепки из стали 20ГА подвергают закалке с высоким отпуском, а заклепки из ЭЯТ отжигают.

Чтобы предохранить заклепки от коррозии в процессе эксплуатации, их подвергают защитному покрытию: для заклепок из Д18П, В65 и АМГ5 применяют анодирование, стальные цинку-

ют, а заклепки из АМц и стали ЭИТ употребляют без покрытия.

Для обозначения заклепок на чертежах по современному стандарту указывается номер нормали заклепки, ее диаметр и длина.

Л е к ц и я 2-я

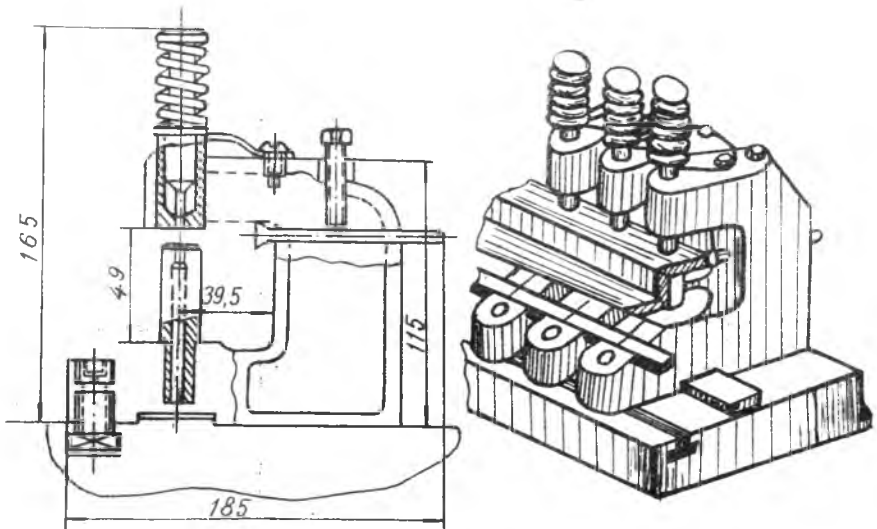
ПОДГОТОВКА ОТВЕРСТИЙ. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ

С в е р л е н и е

Основной операцией по подготовке отверстий является сверление. Малая жесткость деталей, их сравнительно большие размеры, необходимость обеспечить минимальный зазор между отверстием и стержнем заклепки не позволяют применить разделное сверление отверстий в собираемых деталях. Из двух или нескольких деталей, подлежащих соединению заклепками, только одна может иметь отверстия; однако, эти отверстия сделаны не в полный размер, они являются „направляющими“, по ним производится сверление всего пакета соединяемых деталей.

Направляющие отверстия делают как сверлением, так и пробивкой (штамповкой). Для пробивки применяют специальные дыропробивные штампы, устанавливаемые на прессах. Отверстия в

профилях пробивают с помощью специальных дыропробивных скоб, устанавливаемых на гибочных прессах. На фиг.4 показана скоба и установка скоб на прессе по шаговой линейке. Для пробивки



Фиг.4. Скоба для пробивки отверстий в профилях.

направляющих и сборочных отверстий в плоских деталях произвольной формы употребляют сменные матрицы и пуансоны, которые устанавливают в универсальных корпусах на прессах. В настоящее время для подобных работ применяют прессы, оборудованные электромагнитными плитами для крепления пуансонов и матриц.

Пробивку отверстий полного размера под заклепку в пакете собранных деталей не применяют, т.к. этот метод не обеспе-

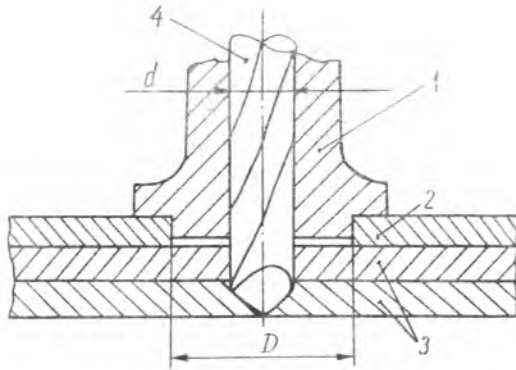
чивает необходимой прочности. Стенки пробитых отверстий получают значительную нагартовку; на краях отверстий часто образуются трещины; все это приводит к значительной концентрации напряжений в зоне отверстий и снижает прочность соединений на 4-8 %.

Сверление отверстий при сборке проводят по разметке, по направляющим отверстиям или по кондукторам. Как уже было сказано, сверления по разметке нужно всячески избегать, т.к. разметка является трудоемкой ручной операцией и не обеспечивает взаимозаменяемости. Основным следует считать сверление по направляющим отверстиям (НО), т.к. при этом не только устраняется необходимость в разметке, но и самое время сверления уменьшается примерно, на 30 %, поскольку в одной из деталей (обычно более толстой) сверло идет не в целом материале, а производится фактически только рассверливание.

Вторым методом является сверление по кондукторам. Наряду с различными кондукторами обычного типа, т.е. снабженными калеными кондукторными втулками, широко применяют для сверления тонкие (толщиной 1,5-2 мм) шаблоны без втулок. Чтобы сверло не разбивало отверстия в мягком шаблоне, эти отверстия делают большего размера, чем диаметр сверла, а на дрель одевают специальную кондукторную насадку диаметром, равным диаметру отверстия в шаблоне (Фиг.5).

Диаметр D берут вдвое больше, чем номинальный диаметр отверстия.

На фиг. 6 показан тонкий шаблон со вставной каленой втулкой, которая удерживается при помощи разрезного каленого кольца, одеваемого сверлу на туго вставленную втулку.

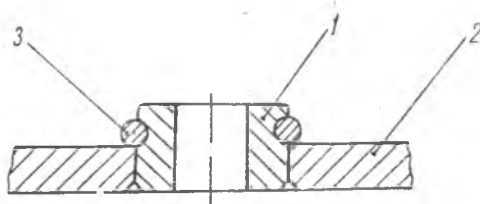


Фиг. 5. Втулка кондукторной насадки.

1 - втулка; 2 - шаблон; 3 - пакет;
4 - сверло.

Конструкции таких насадок, как и различных кондукторов, применяемых при сборке в приспособлениях, будут рассмотрены ниже.

В качестве режущего инструмента при сверлении употребляют спиральные сверла, изготовленные из углеродистых или быстрорежущих сталей.



Фиг. 6. Шаблон со вставной втулкой.

1 - втулка; 2 - шаблон; 3 - стопорное кольцо.

Для сверления незакаленных сталей и дюралюмина применяют обычные сверла с углом конуса $116-118^{\circ}$; для сверления мягких алюминиевых сплавов (силумина, АМц, АМг) сверла с углом конуса 140° . При необходимости сверлить отверстия в закаленной стали следует применять сверло с напаянными пластинками твердых сплавов Т5К10 или Т15К6.

Для качественного сверления отверстия необходимо соблюдать следующие правила и условия:

диаметр сверла должен соответствовать установленной нормали, т.е. быть на $0,1$ мм больше номинального диаметра отверстия;

сверло должно быть острым, что обеспечит надлежащую чистоту поверхности отверстия, и правильно заточенным, т.е. и наклон обеих режущих кромок и длина их должны быть одинаковы. Неправильная заточка приводит к тому, что сверло „разбивает“ отверстие, т.е. увеличивает его диаметр;

биение сверла, установленного в патроне дрели или станка, не должно превосходить $0,1$ мм для сверл диаметром до 10 мм;

отверстие должно быть перпендикулярным к плоскости собираемых деталей (или нормальным к поверхности их); это наиболее просто достигается при сверлении по кондукторам с направляющими втулками или при сверлении на стационарном оборудовании.

Оборудование для сверления можно разделить на две группы: переносное - различного рода дрели и стационарное - универсальные и специальные сверлильные станки и установки

Переносное оборудование применяют наиболее широко при ступенчатой сборке узлов и агрегатов, а также при внеступенчатой сборке крупных агрегатов, т.е. тогда, когда применить стационарное оборудование затруднительно.

Дрели по характеру их привода могут быть двух типов: пневматические и электрические. Наиболее широкое распространение получили пневматические дрели, которые по сравнению с электрическими обладают рядом преимуществ.

Во-первых, пневматические дрели не так чувствительны к перегрузке, как электрические. Подача при работе дрелями ручная, поэтому рабочий легко может перегрузить дрель, давая большую подачу; кроме того, перегрузка может возникнуть при работе затупившимся сверлом или в случае повышенной твердости материала. Перегрузка электрической дрели приводит к перегоранию обмоток и порче дрели; пневматическая дрель при перегрузке останавливается и рабочий устраняет причину перегрузки. Поэтому в эксплуатации пневматические дрели обходятся дешевле, несмотря на необходимость больших первоначальных затрат на оборудование компрессорных установок и воздухопроводов и более высокую стоимость сжатого воздуха по сравнению с электроэнергией.

Во-вторых, пневматические дрели имеют небольшие габариты и вес и более безопасны в работе, чем электрические.

Пневмодрели допускают более плавное включение благодаря возможности дросселирования поступающего воздуха постепенным открытием пускового клапана.

Пневматические дрели бывают двух типов: роторные и поршневые. В самолетостроении получили распространение роторные дрели, т.к. они обладают меньшим весом при равной мощности, имеют более плавный ход, благодаря отсутствию кривошипно-шатунного механизма, проще по конструкции, хотя коэффициент полезного действия у них несколько ниже, а значит расход воздуха

несколько выше, чем у поршневых.

Основными характеристиками дрелей являются:

давление воздуха в сети (нормальным давлением считается давление 5 атм., которому и соответствуют все показатели дрели);

мощность дрели, л.с.;

наибольший диаметр сверления (обычно в таблицах указывается наибольший диаметр сверления в дюралюмине, эта величина ограничивается и наибольшим диаметром сверла, которое можно закрепить в патроне);

число оборотов холостого хода, об/мин;

расход воздуха, м³/мин.;

максимальный крутящий момент, кг.см;

габаритные размеры, мм;

вес, кг.

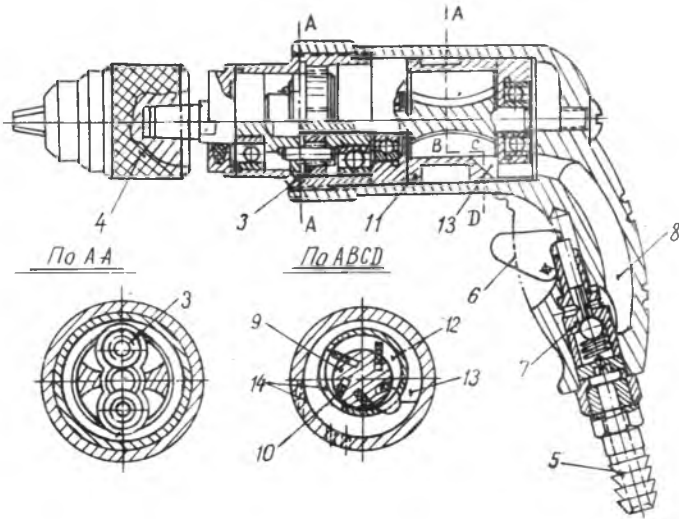
По быстроходности дрели можно разделить на две основные группы. Для сверления дюралюмина и мягкой стали применяют дрели нормальной скорости 2000-2500 об/мин. (Д-1, Д-2, СД-8). Сверление крупных отверстий в дюралюмине и отверстий в легированных сталях ведется тихоходными дрелями (СДТ-10, Д-11, ДЗ-450) с числом оборотов до 1000 в минуту.

В открытых местах сверление ведут нормальными (прямыми) дрелями; при сверлении в местах с ограниченным подходом используются угловые и укороченные дрели.

В таблице 5 приведены основные характеристики дрелей, применяемых в самолетостроении.

Роторная дрель состоит из четырех основных узлов: пускового механизма, ротационного двигателя, планетарного редуктора и

сверильного патрона (Фиг.7)



Фиг. 7. Дрель Д-2.

Пусковой механизм вмонтирован в рукоять корпуса 8 и состоит из шарикового клапана 7, который открывается при нажатии на курок 6. Ротор дрели лежит своими шейками в двух шарикоподшипниках и состоит из корпуса и четырех или пяти лопаток. Один конец ротора является **шестерней**, входящей в зацепление с двумя (или тремя) шестеренками планетарного редуктора (5). Эти промежуточные шестерни (сателлиты) смонтированы на игольчатых подшипниках; они катятся по большой неподвижной шестерне и своими валиками входят в шпindel, передавая ему вращение. Ротор вращается обычно со скоростью 12 тыс.об/мин, а шпindel со скоростью 2-2,5 тыс. об/мин.

Т а б л и ц а 5

Тип дрели	Назначение	Наи- боль- ший диа- метр свер- ла, мм	Число + оборо- тов + холос- того хода, в мин.	Мо- щность в л. с.	Дав- ле- ние воз- духа сети в атм.	Рас- ход воз- духа в л/мин	Габа- рит- ные разме- ры в мм.	Вес, в кг.
Д-1	Для сверле-	5	3500	0,20	5	0,3	125x x125	0,8
Д-10	ния мягкой стали и цвет-	6	13000	0,20	5	0,5	200x x170	1,6
Д-2	ных сплавов	8	2500	0,25	5	0,4	235x x140	2,0
СД-8		8	2000	0,15	5	0,6	250x x140	1,8
ДЗ-1200		15	1200	0,75	5	0,75	390x x150	3,5
ДЗ-450	Для сверле-	15	450	0,75	5	0,75	390x x150	3,6
Д-II	ния легиро-	10	1000	0,25	5	0,5	240x x170	2,0
СДТ-10	ванных ста- лей	10	850	0,15	5	0,6	220x x130	2,5
СДА-8		8	2100	0,15	5	0,6	230x x 50	1,4
СДУ-8		8	2100	0,15	5	0,6	205x x100	1,5
УД-2		10	2000	0,30	5	0,5	200x x 62	1,6
Д2-У		8	2300	0,25	5	0,4	240x x110	1,5

Ротор 9 с лопатками 10 вставлен в неподвижную часть двигателя - статор 13 эксцентрично, так что между ними образуется серповидная камера 12. Сжатый воздух по отверстиям статора поступает в эту камеру. Расширяясь, он давит на лопатки. Благодаря серповидной форме камеры площадь одной лопатки всегда больше, чем другой; давление заставляет лопатку, а с нею и ротор, поворачиваться. Когда очередная лопатка доходит до выхлопного окна 14, воздух выходит в полость между статором и корпусом и через отверстия в корпусе - в атмосферу.

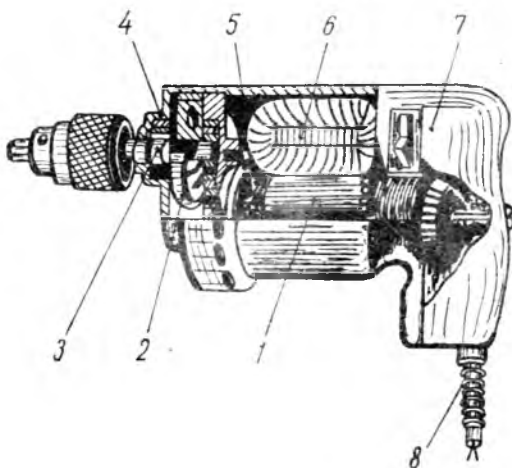
При давлении воздуха в 5 атмосфер двигатель хорошо берет «с места». При несколько пониженном давлении для запуска двигателя необходимо, нажав на курок, повернуть ротор за патрон, после чего ротор быстро набирает обороты.

Наряду с пневматическими дрелями в самолетостроении применяют и электрические дрели. Их используют на участках, где нет подвода сжатого воздуха или в тех случаях, когда сжатого воздуха не хватает.

По характеру тока, на котором работают дрели, их можно разделить на нормальные и высокочастотные; по типу мотора - на короткозамкнутые и коллекторные.

На фиг.8 представлена одна из наиболее распространенных электродрелей - дрель ФД-3. Она предназначена для сверления отверстий от 8 мм в мягких сталях и цветных сплавах при условии повторно-кратковременной работы. Дрель допускает отдельные кратковременные перегрузки; длительные же перегрузки легко выводят ее из строя. Эта дрель принадлежит к типу быстроходных машин с редуктором; мотор коллекторный, одно-

фазный, одинаково пригодный для работы от сети постоянного и переменного тока (50 пер/сек). Такие дрели изготавливают для напряжений в 120 и 220 в; в сети трехфазного тока напряжением 380 в. можно использовать дрель, изготовленную для напряжения в 220 в. путем включения ее между нулем и фазой. Число оборотов холостого хода дрели ФД-8 2200 об/мин; вес ее с патроном и кабелем длиной 1,5 м - 2,8 кг.



Фиг.8. Дрель ФД-8.

Более быстроходной дрелью является дрель ФД-9; она сверлит отверстия до 6 мм; имеет 3600 об/мин. и вес 1,5 кг.

Для сверления отверстий до 15 мм применяют дрель ФД-5 - 1200 об./мин, вес - 4,9 кг.

При работе электродрель должна быть обязательно заземлена. Поэтому две жилы трехжильного провода, вложенного в ре-

зиновую трубку, используют в качестве проводников тока, а третью - для заземления корпуса дрели. Один конец заземляющего провода зажимают винтом внутри корпуса, а другой конец заземляют.

Наряду с электрическими дрелями нормальной частоты применяют и высокочастотные, обладающие некоторыми преимуществами по сравнению с пневматическими и обыкновенными электрическими дрелями. Высокочастотный привод имеет более жесткую механическую характеристику, чем пневматический, поэтому дрель при работе не так сильно снижает обороты по сравнению с оборотами холостого хода. Высокочастотные дрели не чувствительны к перегрузке, они легче, портативнее и быстрходнее, чем обычные дрели, работают при более низком напряжении (72 в.), что уменьшает опасность поражения током рабочего. Для привода высокочастотных дрелей необходимы специальные мотор-генераторы высокой частоты, дающие ток с частотой 180-200-250 пер/сек.

Кроме дрелей, высокочастотный привод выгодно применять также в таком механизированном инструменте, как гайковерты и отвертки для постановки болтов и винтов.

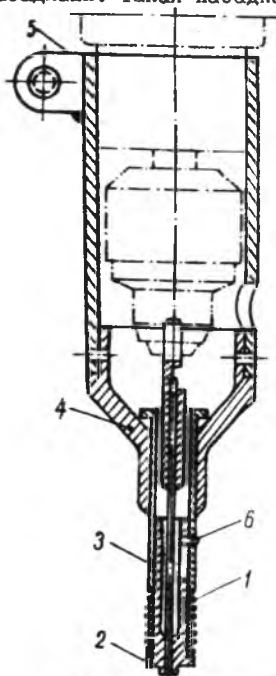
При работе дрелями в труднодоступных к местам применяют различные удлинительные и угловые насадки.

В настоящее время такие насадки применяют редко, так как с повышением требований к технологичности конструкций всячески избегают создания узлов и стыков с трудным доступом для клепки. Изредка применяют сверление удлиненными сверлами, полученными путем наварки на сверло стержня того же диаметра. Различные конструкции насадок описаны в литературе, указанной

в конце пособия.

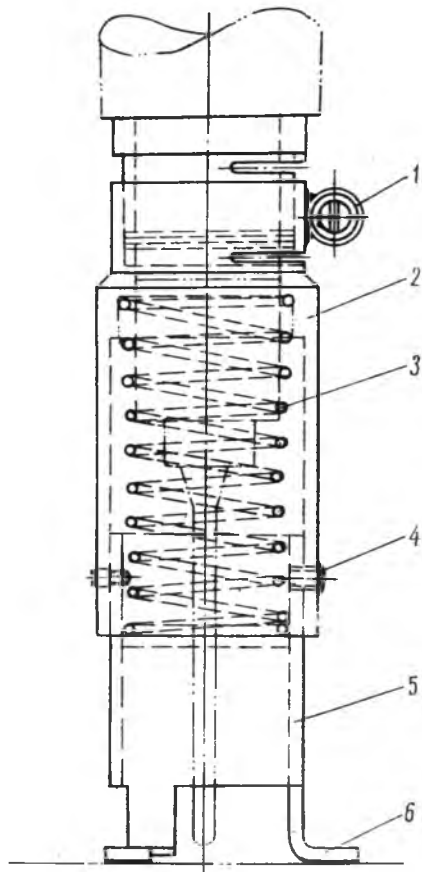
Как уже было сказано выше, для сверления по тонким шаблонам пользуются кондукторными насадками. Такая насадка показана на фиг. 9.

К корпусу 5, укрепленному на цилиндрической части дрели, привернута точеная чашка 4, в которую вставлена втулка 3. В нее вставляется кондукторная втулка 2, удерживаемая от вращения винтом 6, входящим в прорез втулки. Пружина 1 отжимает кондукторную втулку вниз; при этом сверло не выходит из втулки. Рабочий устанавливает втулку в отверстие шаблона, включает дрель и, нажимая на рукоять, дает подачу; пружина сжимается и сверло, выходя из втулки, производит сверление.



Фиг. 9. Устройство кондукторной насадки.

Для того, чтобы обеспечить перпендикулярность оси отверстия к плоскости узла при сверлении пакетов толщиной свыше 3 мм, рекомендуется применять специальную насадку на дрель (фиг.10). Насадку надевают корпусом 2 на дрель. В корпусе перемещается опорная втулка 5, отжимаемая пружиной 3. На лап-

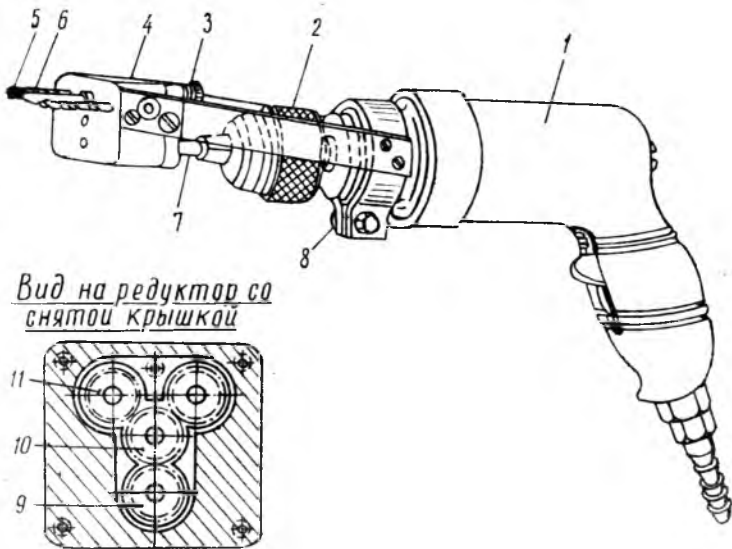


Фиг. 10. Насадка на дрель для обеспечения перпендикулярности сверления.

1, 4 - винты; 2 - корпус; 3 - пружина;
5 - опорная втулка; 6 - резина.

сах втулки 5 подклеена резина для предохранения поверхности детали от повреждения. При нажатии на дрель втулка 5 входит в корпус, сжимая пружину; винты 4 при этом перемещаются в прорезах корпуса.

На фиг. II приведена двухшпиндельная насадка на дрель для одновременного сверления отверстий под заклепки крепления анкерных гаек. Длина ловителя 6 несколько больше длины сверл, диаметр его равен диаметру отверстия под винт; наличие ловителя исключает операцию фиксации анкерной гайки на контрольный винт.



Фиг. II. Двухшпиндельная насадка.

1 - пневмодрель; 2 - патрон; 3 - масленка; 4 - корпус насадки; 5 - сверло; 6 - ловитель; 7 - приводной вал; 8 - хомут; 9 - приводное зубчатое колесо; 10 - промежуточное колесо; 11 - рабочие колеса.

Как уже было сказано, сверление с помощью переносного оборудования (дрелей) применяют при сборке в стапелях узлов, панелей, секций, а также при внестапельной сборке крупных секций и агрегатов, когда применение стационарного оборудования затруднительно.

На внестапельной сборке узлов, панелей, мелких секций, т.е. там, где можно выполнить сверление на стационарном оборудовании, следует всегда это делать.

Надо помнить, что в конце концов сверление на стационарном оборудовании всегда может быть выполнено производительнее, что это более высокая степень механизации, чем сверление переносным инструментом. Рабочему не приходится держать дрель на весу; он может работать сидя; легко обеспечить правильное положение сверла относительно детали; появляется возможность широко использовать многошпиндельные насадки, многошпиндельные станки, наконец, автоматизировать процессы сверления.

Стационарное сверлильное оборудование, применяемое в клепально-сборочных цехах, можно разделить на **четыре основные группы (см. табл. 6)**.

Настольные быстроходные станки с небольшим вылетом применяют при рядовом сверлении узлов небольшой ширины типа лонжеронов; их можно применить и для сверления сравнительно крупных узлов типа нервюр, шпангоутов, но только для отверстий, расположенных недалеко от края. Изделие в этом случае должно быть передвигаемо.

Сверление крупных и тяжелых узлов можно выполнять на радиально-сверлильных станках, похожих на станки, применяемые в заготовительно-штамповочных цехах. Такие станки имеют хоботы

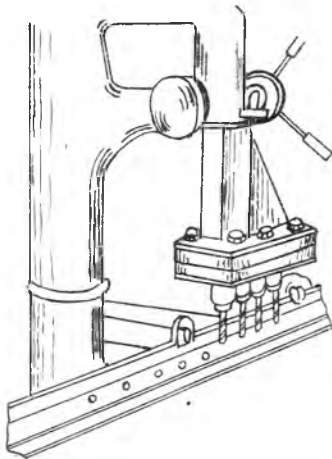
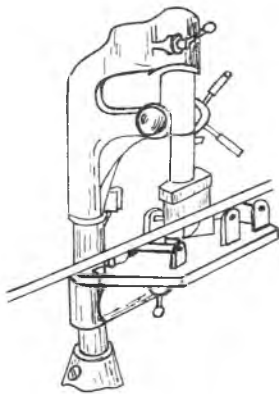
с вылетом до 2500 мм, и могут обсверливать очень крупные узлы без передвижки их.

Т а б л и ц а 6

I группа	II группа	III группа	IV группа
Универсальные одношпиндельные станки	Станки для группового сверления	Различные сверлильные установки	Автоматические и полуавтоматические установки
Настольные быстроходные станки с малым вылетом	Многошпиндельные станки с приводом шпинделей от гибкого вала	Простейшие установки на базе дрелей (фиг.13)	Различные специальные установки с полуавтоматическим или автоматическим циклом (фиг.16-20)
Радиально-сверлильные станки	Станки с многошпиндельными насадками (фиг.12)	Установки с радиально-сверлильными головками, перемещающимися вдоль изделия (фиг.14)	
		То же, с головками, перемещающимися вдоль и поперек изделия (фиг.15)	

На фиг. 12 схематически показаны станки с четырехшпиндельной и двенадцатшпиндельной головками для сверления отверстий диаметром до 4-6 мм; они делают 1250 об/мин, имеют вылет 350 мм, и минимальный шаг 12,5 мм.

Простейшие сверлильные установки могут быть выполнены на базе пневматических или электрических дрелей, закрепленных в штативах, снабженных механизмом ручной (а в случае надобности



Фиг.12. Станки с четырех- и двенадцатшпindelной головками для сверления отверстий.

сдвигая изделие при каждом переходе на $1/3$, $1/2$ расстояния между шпинделями.

и ножной) подачи дрели. Подобные штативы, в зависимости от габаритов изделия, могут быть установлены на столах или на колонках, могут быть выполнены в виде складывающихся и поворотных хоботов по типу радиально-сверлильных станков. Наконец, они могут быть встроены в ступени.

На фиг. 13 приведена установка с тремя дрелями; включение их производится от одного крана, связанного с магистралью; привод подачи выполнен ножным.

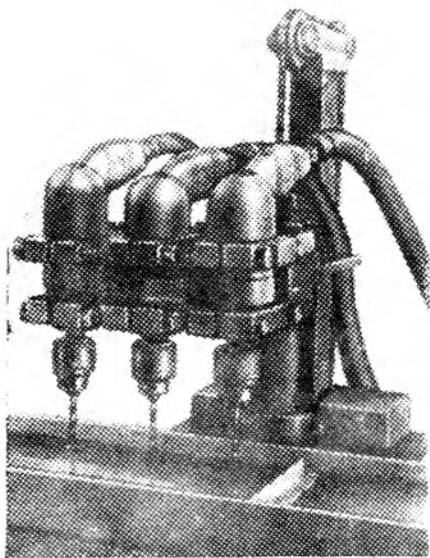
Расстояние между шпинделями определяется диаметром корпуса дрели и характером закрепления, он равен, примерно, 60-75 мм. Для сверления швов с меньшим шагом, кратным расстоянию между шпинделями (20, 25, 30 мм), работу ведут в 2-3 перехода,

При использовании стационарных установок требуется перемещать изделие. Если изделие имеет большую длину, то установка невыгодна с точки зрения использования площади цеха, т.к. занимаемая ею площадь равна ширине установки, умноженной на двойную длину изделия. Для изделий большой длины (лонжеронов, панелей) выгоднее передвигать не изделие, а станок и применять установки типа показанной на фиг. 14. Установка может иметь 2, 3 или 4 радиально-

сверлильных головки, передвигаемые вдоль станины, на которых одновременно могут работать 2-4 рабочих. Это приводит к сокращению цикла работы.

На фиг.15 показана установка для сверления крупных панелей, на которых радиально-сверлильные головки могут перемещаться как в продольном, так и в поперечном направлениях.

В крупносерийном производстве применяют сверлильные станки



Фиг.13. Установка с тремя дрелями для сверления отверстий в узлах и панелях большой длины.

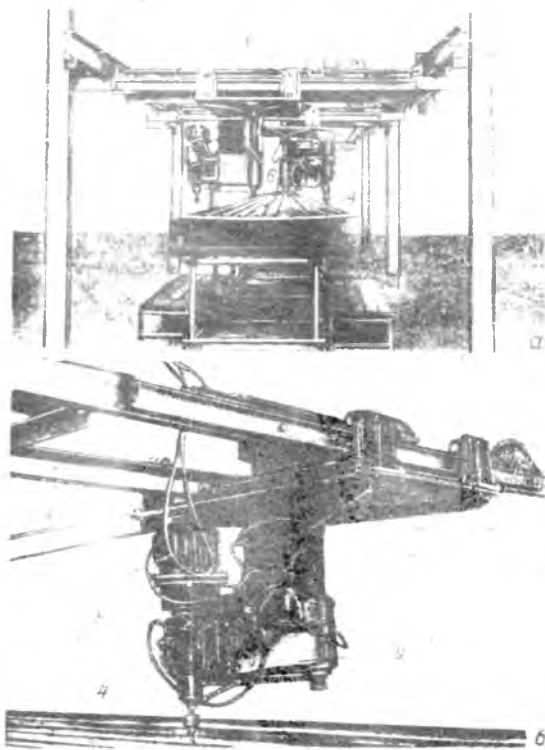


фиг.14. передвижная установка для обработки изделий большой длины.

и установки, создаваемые по принципу агрегатирования на базе сверлильных головок с автоматическим или полуавтоматическим циклом.

Примером таких агрегатов могут служить сверлильный (СА=01) и сверлильно-зенковальный (СЗА=02) агрегаты, показанные на фиг. 16 и 17.

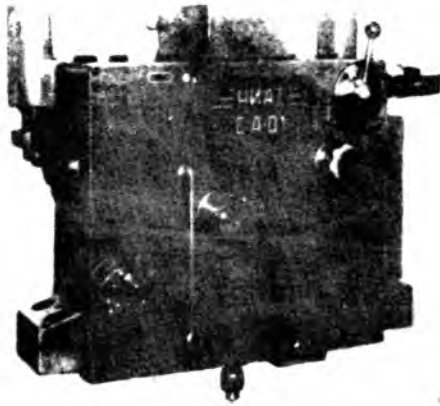
Это пневматические агрегаты, работающие от сети с давлением 5 атм. Они могут быть использованы как стационарные станки при закреплении их на стойке или ломающемся поворотном хоботе. Наиболее рационально их использовать для сверления лонже-



Фиг. 15.

Стенд с радиально-сверлильными головками для сверления панелей больших габаритов.

- а - общий вид; б - радиально-сверлильная головка; 1 - тележка; 2 - монорельс; 3 - стойка; 4 - шпиндель; 5 - радиально-сверлильная головка; 6 - колонна; 7 - электродвигатель; 8 - рукоятка; 9 - рукав.



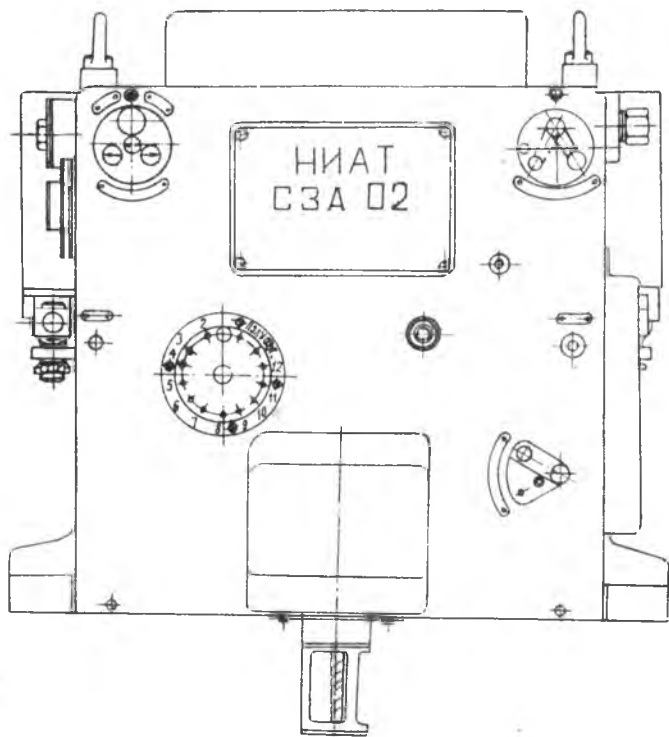
Фиг.16. Сверлильный агрегат
СА-01

ронов или панелей, встраивая в специальные установки, снабженные копир-шаблонами. Копир-шаблон представляет собой стальную линейку, в которой сделаны отверстия $\varnothing 11$ мм с шагом, соответствующим шагу расположения заклепок в изделии. На одном копир-шаблоне может быть расположено до двенадцати различных рядов отверстий, а на автомате имеется

соответствующий переключатель положения штифта, фиксирующего положения агрегата при его перемещении по копир-линейке.

Автоматический цикл агрегата СЗА-02 предусматривает следующие операции, выполняемые последовательно: перемещение по копир-линейке на шаг, подвод прижима и сжатие пакета, быстрый подвод сверла к изделию, рабочая подача при сверлении, быстрая подача зенкера, рабочая подача при зенковании до упора, вывод сверла из пакета и отвод прижима.

При полуавтоматическом цикле перемещение агрегата влево и вправо делают рабочей кнопкой, помещенной на левой стороне агрегата. Установку сверла можно делать по световому пятну, кото-

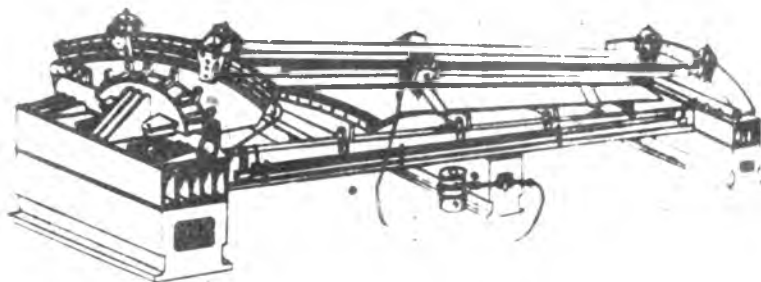


Фиг. 17. Сверлильно-зенковальный агрегат
(СЗА-02)

рое дает оптическая головка. Световое пятно совмещают с керном или направляющим отверстием. Эту систему используют, в частности, и при изготовлении самих копир-линейек.

На фиг.18 показана схематически установка для сверления и зенкования панелей агрегатом СЗА-02. На основании I закрепляется панель 2. По двум копир-линейкам 4 автоматически переме-

щаются два агрегата 5 и проводит сверление и зенкование одновременно 2-х рядов отверстий.



Фиг.18. Установка для обработки деталей агрегатом СЗД-02.

Сами копир-линейки перемещают по двум контурным концевым шаблонам 3 и фиксируют в нужном положении штырями. Значительно более сложным и дорогим, хотя и более производительным является девятишпиндельный сверлильно-зенковальный станок ГСЗ-1, схематически показанный на фиг. 19 и предназначенный для группового сверления и зенкования крупногабаритных панелей.

Панель закрепляется на вертикальной раме выравнивающего устройства, которое обеспечивает положение панели нормально к оси инструментов. Последовательность работы станка в течение одного цикла приведена в таблице 7.

На фиг.20 схематически показан проект автоматической девятишпиндельной сверлильно-зенковальной установки, разработанной студентом-дипломантом КуИИ Павловым В.Д.

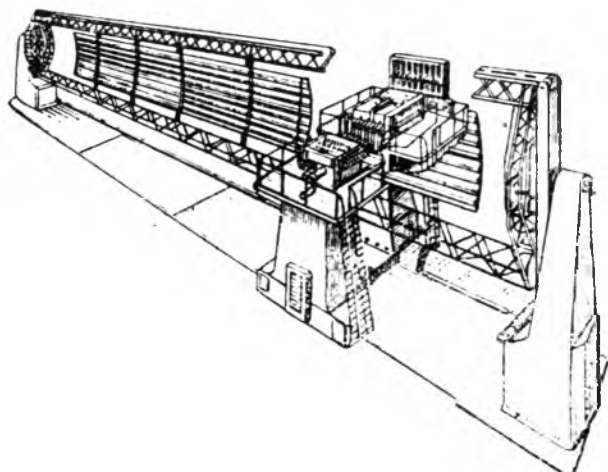
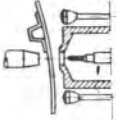
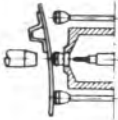
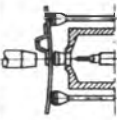
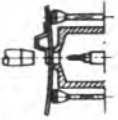
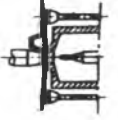
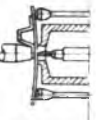
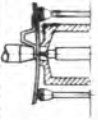
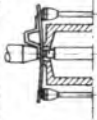
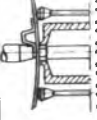
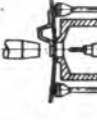
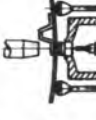


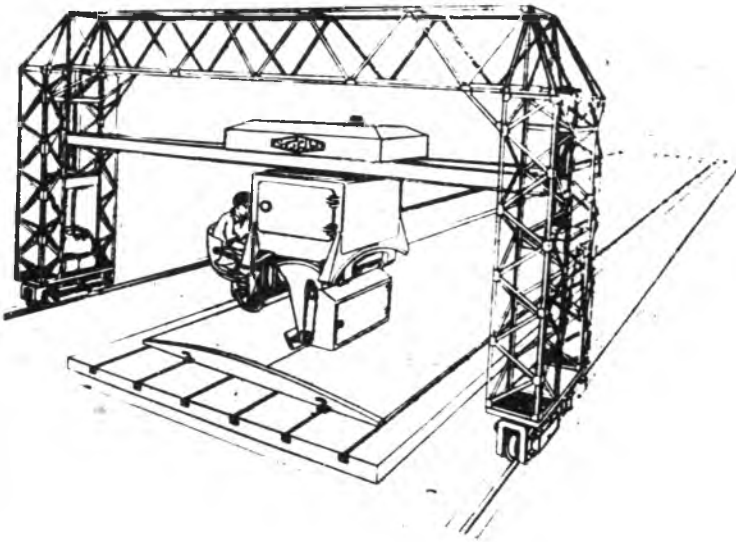
Рис. 19. Девятидюймовый сверлильно-
зенковальный станок ГСЭ-1.

Портал станка, сравнительно легкий, выполненный в виде сварной фермы, перемещается вдоль стола, на котором на специальной поддерживающей раме закреплена панель. Портал имеет поперечные балки, при помощи вертикальных ходовых винтов перемещающиеся вверх и вниз. На этих балках подвешена сверлильно-зенковальная установка. По рельсам, проложенным вдоль балок, она имеет возможность осуществлять поперечное движение. Подвеска головки такова, что может поворачиваться вокруг трех осей и автоматически устанавливается так, чтобы оси шпинделей

если нормальны к поверхности панели.

Т а б л и ц а 7

начальное положение	: выравнивание и :установление шпинделя	: Подвод : упоров	: Подвод : прижимов			
						
Изделие за- креплено на ра- ме выравнива- ющего устройст- ва. Электрош- упы не касаются изделия	: шупы под- ходят к из- делию. Вы- равнивание шпинделей на группо- вой шаг	: Изделие выравнено, шпиндели установле- ны на груп- повой шаг	: Упоры подходят к поверхнос- ти. Импульс на групп- на подвод прижимов	: Пакет зажат. Импульс на включение шпинделей		
Сверление и зенкование		: Отвод инстру- мента	: Отвод прижимов	: Отвод упоров		
						
Быстрый подвод до сопри- коснове- ния. Им- пульс на рабочую подачу	: Сверле- ние. При выходе импульс на отклю- чение ра- бочей подачи	: Быст- рый подвод ра, им- пульс на ра- бочую подачу	: Зенко- вание. Импульс на от- вод ин- струмен- та	: Отвод режуще- го инст- румента. Импульс на от- вод при- жима	: Прижимы отходят. Импульс упоров.	: Упоры отходят. Цикл рабо- ты закон- чен



Фиг. 20 . Автоматическая сверлильно-
зенковальная установка.

Все управление станком автоматизировано и расположено на пульте оператора.

Достоинством этой схемы, по сравнению со схемой станка ГСЗ-I, является отсутствие тяжелой и маложесткой рамы выравнивающего устройства. Станок позволяет при работе с узкими или короткими панелями проводить установку второй панели во время обработки первой, т.е. улучшить использование станка.

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 г.
 2. В.П. ГРИГОРЬЕВ. Технология самолетостроения. Оборонгиз, 1960 г.
 3. В.В. БОЙЦОВ и др. Сборочные и монтажные работы. Оборонгиз, 1959 г.
 4. В.П. ГРИГОРЬЕВ и П.Б.ГОЛДОВСКИЙ. Клепка конструкций из легких сплавов. Оборонгиз, 1954 г.
-

С О Д Е Р Ж А Н И Е

<u>Лекция 1.</u> Характеристика клепально- сборочных работ	3
Заклепочные соединения, заклепки, их типы, размеры, материал	13
<u>Лекция 2.</u> Подготовка отверстий. Инструменты, приспособления, оборудование..	27
Литература	54

Михаил Иванович РАЗУМИХИН

КЛЕТКА УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ САМОЛЕТА

Конспект лекций.

Часть I

Редактор - И.С.Колышева

Технический редактор - Н.М.Земскова

Подписано в печать 9/1-1967 г. Е000202.

Формат 60 x 90 $\frac{1}{16}$. Объем $3\frac{3}{4}$ печ.листа.

Тираж 200 экз. Цена 18 коп.

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

Ротапринтный цех типографии им.Мяги управления
по печати при Куйбышевском облисполкоме.

ЗАКАЗ № 874.