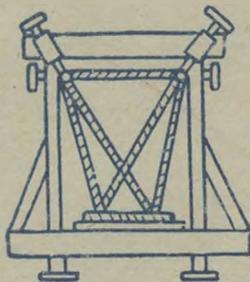


А. К. АНЗИН А. Я БРОДСКИЙ,  
Н. Т. ШВЕЦКОВ

СЛЕСАРНО-СВАРОЧНЫЕ  
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ  
В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ



ОБОРОНГИЗ  
1949

СЛЕСАРНО-СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

А. К. АНЗИН, А. Я. БРОДСКИЙ,  
Н. Т. ШВЕЦКОВ

# СЛЕСАРНО-СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
МОСКВА 1949



Scan AAW

В книге систематизирован и обобщен опыт проектирования, изготовления и применения слесарно-сварочных приспособлений, необходимых при производстве узлов и агрегатов самолетов и авиационных двигателей.

Книга построена на материале, практически проверенном на предприятиях авиационной промышленности и содержит ряд указаний по улучшению и усовершенствованию оснастки слесарно-сварочных цехов авиационных заводов.

Книга предназначена для конструкторов и технологов, проектирующих и эксплуатирующих такие приспособления, причем приводимый в книге материал рассчитан не только на высококвалифицированных специалистов, но и на начинающих, малоопытных работников и учащихся технических учебных заведений.

Редактор *Е. Л. Веллер.*

Техн. ред. *И. М. Зудакин.*

А01619.

Подп. в печать 3/III 1949 г.

Печ. л. 19<sup>1</sup>/<sub>2</sub>

Учетно-изд. 18,2.

Формат 60×92<sup>1</sup>/<sub>10</sub>.

Цена в пер. 16 руб.

Зак. 877/1163.

Типография Оборонгиза.

---

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Серийное изготовление сварных узлов и конструкций самолетов невозможно без специальных приспособлений, не только сборочных и сварочных, но и многих других. Правочные, механические, контрольные и т. п. приспособления, необходимые при изготовлении сварных узлов и агрегатов, отличаются специфическими особенностями, связанными с их назначением. Например, разделочные стапели применяются только для механической доработки сварных конструкций. Приспособления для проверки герметичности применяются только при изготовлении сварных конструкций с плотными или прочно-плотными швами.

Роль приспособлений при изготовлении сварных конструкций велика, так как приспособления рациональной конструкции резко повышают производительность, увеличивают точность и улучшают качество выпускаемых изделий.

Технологические отделы самолетостроительных заводов приобрели большой опыт проектирования приспособлений для изготовления сварных конструкций; однако этот опыт недостаточно освещен в технической литературе и поэтому не в полной мере используется. Совершенно отсутствует литература, необходимая начинающим конструкторам, проектирующим приспособления.

Целью книги «Слесарно-сварочные приспособления в самолетостроении» является обобщение опыта передовых авиационных конструкторских бюро в области проектирования приспособлений для изготовления сварных конструкций.

Начинающие конструкторы часто допускают ошибки, затрудняющие производство и монтаж приспособлений. Так как эти ошибки связаны с отсутствием необходимых знаний в области изготовления приспособлений, то в третьей части книги

даны краткие сведения об изготовлении, монтаже и наладке приспособлений. Эти сведения конечно неполны, но они все же помогут молодым конструкторам ориентироваться в указанной области.

Книга рассчитана на начинающих конструкторов, занятых проектированием приспособлений для изготовления и обработки сварных конструкций, технологов по сварке и студентов авиационных техникумов, изучающих технологию самолетостроения.

В первой части изложены общие вопросы и основы проектирования, вторая часть посвящена описанию конструкций приспособлений, применяемых при изготовлении и обработке сварных конструкций самолетов, а в третьей приведены краткие сведения об изготовлении, монтаже и наладке таких приспособлений.

Первая часть книги, а также 1-я и 4-я главы части II написаны канд. техн. наук А. Я. Бродским, 2-я, 3-я, 5-я и 7-я главы части II и 4-я глава части III — Н. Т. Швецовым, а 6-я глава части II и 1-я, 2-я и 3-я главы части III — А. К. Анзиным.

Так как книга представляет собой первую попытку изложить опыт проектирования и изготовления приспособлений для производства и обработки сварных конструкций самолетов, то она, конечно, не свободна от недостатков. Авторы будут благодарны за замечания и указания.

---

**ЧАСТЬ I**

---

---

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

*Глава первая*  
**ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

**§ 1. Введение**

При изготовлении современных самолетов широко применяются сварку. Основные агрегаты (каркас фюзеляжа, моторама, шасси и костыль) многих самолетов представляют собой сварные конструкции.

В производстве таких самолетов сварочные работы составляют значительную часть общего объема работ. В конструкциях, основные агрегаты которых не свариваются, сварочные работы все же достигают примерно 15% общего объема работ. При таком широком применении сварки важное значение приобретают технологические процессы, гарантирующие быстроту сборки, минимальные деформации в результате сварки и высокую точность сварных узлов. Такие технологические процессы требуют использования приспособлений в больших масштабах.

Развитие и совершенствование приспособлений связано с развитием конструкций самолетов. Более ранние самолеты строились главным образом из дерева и приспособления для сборки их также изготовлялись преимущественно из дерева. С переходом к металлическим самолетам и к серийному и массовому производству, а также к широкому использованию сварки стали применять вместо деревянных приспособлений металлические.

В СССР разработкой приспособлений для сборки, прихватки и сварки самолетных агрегатов и узлов занимаются специальные конструкторские бюро, созданные в процессе развертывания производства металлических самолетов.

**§ 2. Функции цехов, выпускающих сварные узлы и агрегаты**

Сварные узлы и агрегаты изготовляются в слесарно-сварочных и в специализированных агрегатных цехах, в которых производится не только сварка, но и другие технологические

операции, необходимые для выпуска законченных, взаимозаменяемых сварных агрегатов и узлов.

Процесс изготовления сварных агрегатов и узлов состоит из заготовки деталей, слесарной подготовки к сборке, сборки и прихватки, сварки, правки, механической доработки, контроля и испытаний.

Термическая обработка и другие процессы (покрытие, обдувка песком и т. д.), как правило, производятся в специальных цехах и поэтому в данной работе не описываются.

Слесарно-сварочные цехи обычно включают мастерские: заготовительную, слесарно-сборочную, сварочную и механическую. В заготовительных мастерских слесарно-сварочных цехов производится резка и опиловка листовых деталей, штамповка в простейших штампах, гибка листовых деталей, обработка концов труб и гибка труб. Некоторые операции, например, штамповка и гибка деталей, выполняются в заготовительных мастерских слесарно-сварочных цехов лишь при запуске опытной и первых серий. С переходом на серийную технологию эти операции переносятся в заготовительно-штамповочные цехи.

Механическая доработка, выполняемая в механических мастерских слесарно-сварочных цехов, заключается главным образом в рассверливании или растачивании отверстий и фрезеровании стыков сварных узлов и крупных агрегатов.

Помимо основного оборудования (ручные прессы, обечечные станки, сварочные посты и электросварочные машины, металлорезающие станки), в мастерских имеется вспомогательное оборудование, позволяющее приспособить каждый из типов основного оборудования к конкретному случаю обработки и обеспечивающее выполнение работ надлежащего качества при наименьших затратах времени.

В обширную номенклатуру вспомогательного оборудования входят шаблоны для опилования, оправки, приспособления для гибки, сборки, прихватки, сварки, правки, механической доработки и, наконец, разделочные стапели, представляющие собой специальные агрегатные станки. Последние начали широко применяться в связи с ростом масштабов производства самолетов.

### **§ 3. Обоснование использования приспособлений**

Приспособления, применяемые в слесарно-сварочных цехах, служат:

- а) для изготовления взаимозаменяемых агрегатов и узлов;
- б) ускорения и упрощения производства;
- в) снижения стоимости изготовления.

В самолетостроении взаимозаменяемыми агрегатами и узлами считаются такие, которые не только не требуют дополнительной обработки (пригонки) при установке на самолет или

замене дефектных частей, но и не могут послужить причиной нарушения нормальных условий эксплуатации самолета в целом. В качестве примера приведем следующий случай. Если на самолете сменить крылья, которые будут взаимозаменяемы по стыковым точкам, но в той или иной степени различны по аэродинамическим свойствам, то такие крылья нельзя считать взаимозаменяемыми.

Невозможно изготовить абсолютно одинаковые агрегаты и узлы, но с помощью приспособлений можно обеспечить точность их в пределах установленных допусков.

Для производства взаимозаменяемых узлов и агрегатов необходимо, чтобы отдельные детали их изготавливались с соблюдением определенных допусков. Для деталей из листового материала это достигается применением штампов. При запуске первых серий, когда заготовительные цехи еще не обеспечены надлежащими инструментальными штампами, для изготовления листовых деталей используют простейшие штампы, изготавливаемые в мастерской приспособлений и инструментов (ПРИН) слесарно-сварочного цеха.

Трубчатые элементы изготавливаются с помощью шаблонов для разметки и опиловки, оправок и приспособлений для гибки. Штампов для обрезки, просечки и формовки труб.

Точность агрегатов и узлов после сварки (при сборке и прихватке в приспособлении) не превышает 7-го класса.

Для достижения взаимозаменяемости сварные узлы и агрегаты подвергают правке и механической доработке: сверлению или растачиванию стыковочных отверстий в кондукторе или разделочном стапеле, фрезерованию стыков в приспособлении или стапеле, а в случае необходимости и шлифованию.

Приспособления должны обеспечивать правильность установки и неизменность положения каждой детали, а также свободный доступ к местам прихватки и сварки. При механической обработке на станке роль приспособления сводится к закреплению обрабатываемой детали, удержанию ее в определенном положении по отношению к режущему инструменту и правильному направлению режущего инструмента. Все эти функции можно выполнить, конечно, при резком снижении производительности без специальных приспособлений, используя патрон станка. Но собрать и прихватить сварной узел состоящий, например, из пяти и более деталей без приспособления, хотя бы простейшего, невозможно.

Приспособления для сборки и прихватки необходимы даже в индивидуальном производстве.

В индивидуальном или мелкосерийном производстве применяются простейшие приспособления, в которых лишь устанавливают элементарные детали. В крупносерийном и массовом производстве необходимы приспособления, в которых не толь-

ко устанавливают, но быстро и надежно закрепляют детали; при этом должен быть предусмотрен удобный подход к местам прихватки и сварки, быстрое и удобное удаление изготовленного узла или агрегата из приспособления или стапеля. При работе с таким упрощенным приспособлением подручный слесарь придерживает деталь до прихватки ее сварщиком. Применение простейших приспособлений («временок») увеличивает затраты времени на прихватку деталей, так как пока подручный слесарь устанавливает следующую деталь, сварщик бездействует. Поэтому даже при небольших размерах серии применение приспособлений с фиксаторами и зажимами резко повышает производительность сборки и прихватки. Исключением являются простейшие сварные изделия, состоящие из двух-трех деталей.

Сварные конструкции следует располагать так, чтобы вести сварку в нижнем положении; при этом удается добиться лучшего качества и более высокой производительности, чем при сварке в других положениях. В самолетостроении часто приходится сваривать короткие швы малого радиуса. Для сварки в нижнем положении пользуются большей частью поворотными приспособлениями, обеспечивающими простую и быструю установку агрегата или узла в любое положение, а также свободный доступ к месту сварки. Приспособления для сварки экономят время, которое при отсутствии приспособления затрачивается на установку агрегата или узла в необходимое положение.

Как уже упоминалось, для обеспечения взаимозаменяемости сварных узлов и агрегатов необходима дополнительная обработка, одним из видов которой является правка сварных самолетных конструкций, производимая как в холодном, так и в нагретом состоянии. Оба эти способа правки требуют специальных приспособлений, в которых конструкции деформируют путем приложения достаточно больших усилий и проверяют правильность положения стыковочных точек. Но, исправляя грубые отклонения формы и размеров изделий, правка не может обеспечить взаимозаменяемости, которая достигается лишь механической доработкой. Дорабатывать мелкие сварные узлы можно на универсальном оборудовании по разметке с установкой каждого отдельного узла. Механическая доработка крупных агрегатов (каркас фюзеляжа, моторама) на универсальном оборудовании очень затруднена и поэтому производится в разделочных стапелях, в которых с помощью специальных головок осуществляется фрезерование и расточка стыковочных узлов с необходимой степенью точности.

Для проверки изготовленных сварных узлов и агрегатов требуются специальные контрольные приспособления, так как универсальный инструмент позволяет производить только про-

стейшие измерения, удовлетворяющие лишь требования индивидуального и мелкосерийного производства.

В крупносерийном и массовом производстве необходим мерительный инструмент, который уменьшает или исключает субъективное влияние человека и упрощает и ускоряет комплексный контроль различных точек узла. Этому требованию удовлетворяют специальные контрольные приспособления, шаблоны, макеты и эталоны.

Производство самолетов отличается рядом особенностей, из-за которых приспособления, удовлетворяющие своему основному назначению (обеспечение взаимозаменяемости, ускорение и упрощение изготовления), часто не окупаются.

Изменения объекта ведут к значительным изменениям, а иногда и к аннулированию ряда приспособлений. Часто до изготовления в приспособлении полного количества изделий, оправдывающего затраты на приспособление, объект значительно модернизируется или снимается с производства и заменяется другим. Поэтому при конструировании приспособления конструктор должен стремиться к тому, чтобы приспособление после небольших переделок можно было использовать для другого узла или агрегата. С этой точки зрения большое значение имеет нормализация деталей приспособления, а также типизация и нормализация приспособлений в целом.

#### **§ 4. Классификация приспособлений, применяемых в слесарно-сварочных цехах**

В основу классификации нами положены следующие отличительные признаки:

- а) общее назначение;
- б) внешний вид;
- в) конструктивные особенности.

Для упорядочения учета и хранения оснастки и документации, сокращения работы конструкторов путем использования при проектировании имеющейся технологической оснастки и чертежей в отечественном самолетостроении пользуются классификатором технологической оснастки.

По назначению технологическая оснастка слесарно-сварочных цехов, охватываемая классификатором, разделяется на десять классов. Каждый класс, в зависимости от вида, делится на подклассы. Каждый подкласс, в зависимости от конструктивных особенностей, разделяется на группы.

До сих пор в конструкторских бюро нет точной терминологии оснастки: часть приспособлений называют просто приспособлениями, часть — стапелями. Условимся называть приспособления, габаритные размеры которых превышают 1500 мм, стапелями.

### Классификация оснастки

Класс	Подкласс	Группа
Для заготовительных операций	Шаблоны	1) для разметки 2) для опилования
	Оправки	1) для гибки
	Штампы специальные	1) пластинчатые 2) для гибки 3) для обрезки и просечки труб 4) для формовки труб
	Приспособления	1) для гибки труб 2) для формовки
	Станки	1) для гибки
Для сборочно-прихваточных операций	Шаблоны	1) для КАС <sup>1</sup> , ДЭС <sup>2</sup> , ТЭС <sup>3</sup>
	Приспособления	1) переносные 2) стационарные поворотные и неповоротные 3) подвесные 4) накладные 5) передвижные поворотные и неповоротные
	Стапели	1) стационарные поворотные и неповоротные 2) подвесные 3) передвижные поворотные и неповоротные
	Разные	

<sup>1</sup> Кислородно-ацетиленовая сварка.

<sup>2</sup> Дуговая электросварка.

<sup>3</sup> Точечная электросварка.

Класс	Подкласс	Группа
Для сварки	Подставки  Приспособления для контактной сварки и для сварки методом плавления  Стапели  Разные	1) для КАС, ДЭС  1) переносные 2) стационарные, поворотные и неповоротные 3) передвижные поворотные и неповоротные  1) стационарные поворотные и неповоротные 2) передвижные, поворотные и неповоротные
Для правки	Оправки сплошные и разъемные  Приспособления  Стапели  Разные	1) для холодной правки 2) для правки нагревом    1) тандеры
Для механической доработки	Кондукторы  Приспособления  Стапели разделочные  Разные	1) для сверления  1) для растачивания 2) для фрезерования 3) для строгания 4) для шлифования  1) для разделки отверстий 2) для фрезерования 3) комбинированные 4) для шлифования

Класс	Подкласс	Группа
Для термической обработки	Оправки глухие и разъемные Распорки Приспособления Разные	1) для нагрева с быстрым охлаждением 2) для нагрева с медленным охлаждением
Для контроля	Шаблоны Приспособления Измерительные средства для контроля приспособлений Разные	1) для проверки после сварки 2) для проверки после механической обработки 1) болванки 2) макеты 3) эталоны
Для испытаний	Заглушки Приспособления Стенды	1) резьбовые 2) прижимные 1) для механических испытаний 2) для пневмоиспытаний 3) для гидроиспытаний 1) для пневмоиспытаний 2) для гидроиспытаний 3) комбинированные

Класс	Подкласс	Группа
Оргоснастка	Слесарные	1) струбцины; подставки
	Сварочные	1) столы, стулья
	Транспортные	1) тележки на колесах
	Складские	1) стеллажи
	Вспомогательные	1) стремянки к стапелям
Разные	Стенды	Доводочные

## Глава вторая

### МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

#### § 1. Технологическая подготовка

Основными исходными данными для конструирования приспособлений являются техническое задание и чертежи изделия.

Техническое задание на каждое приспособление составляется технологом при разработке технологического процесса.

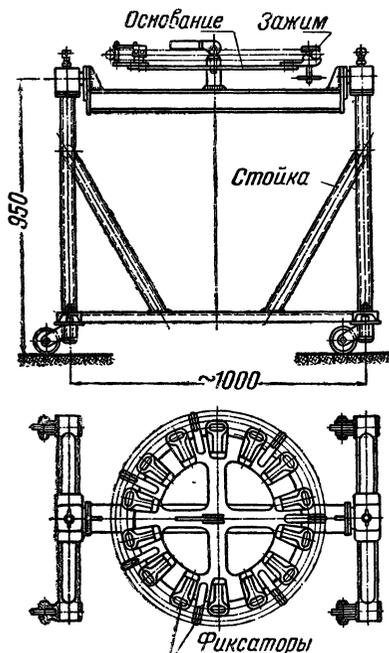
В этом задании указываются: а) номера чертежей изделия, б) наименование оснастки, в) базовые поверхности, г) припуски на усадку от сварки и последующей термической обработки, д) промежуточные (технологические) размеры механических деталей с припусками на обработку после сварки и промежуточные диаметры отверстий, е) окончательные размеры узлов и агрегатов после обработки и степень точности их, ж) характеристика обработки изделия, з) конструктивные особенности приспособления (передвижное, поворотное и т. д.).

Получив техническое задание и чертежи изделия, конструктор, разрабатывающий приспособление, обязан ознакомиться с технологическим процессом. Намеченный технологический процесс часто требует сложной и дорогой оснастки или нецелесообразного использования имеющегося оборудования. Иногда некоторое изменение намеченного технологического процесса может сделать возможным использование имеющейся оснастки. Поэтому только совместная работа технолога и конструктора

может обеспечить рациональную связь между технологическим процессом и оснасткой.

После проработки технического задания и ознакомления с чертежами изделия конструктору необходимо осмотреть имеющиеся на заводе приспособления с целью выяснения возможности их переделки или частичного изменения.

Зная количество изделий, а также экономию, которую можно получить благодаря применению приспособления, предполагаемый срок службы и процент, начисляемый на вложенные в приспособление средства, подсчитывают стоимость приспособления, которая должна быть известна



Фиг. 1. Передвижное приспособление для сборки и прихватки кольца моторамы с кронштейнами.

простых, но достаточно надежных фиксаторов, зажимов и прочих деталей;

б) обеспечение быстрой и надежной установки, закрепления и удаления изделия;

в) доступность мест обработки изделия;

г) минимальные поверхности соприкосновения изделия и фиксирующих устройств;

конструктору и технологу для дальнейшего совершенствования технологического процесса и оснастки<sup>1</sup>.

В распоряжение конструктора должен быть по возможности предоставлен образец изделия. В этом случае конструктор может гораздо легче решить вопрос о характере поверхностей изделия, о величине припусков, местах разъема узлов и создать более удачную конструкцию приспособления.

## § 2. Технические требования к приспособлениям

Из многочисленных требований к проектируемым приспособлениям основными являются:

а) удобство и безопасность в работе, простота конструкции, применение наиболее

<sup>1</sup> См., например, В. Ф. Юргенс, Основы самолетостроения и подготовка производства, Оборонгиз, 1943.

д) прочность и надежность оснастки, которая не должна быть чрезмерно тяжелой и громоздкой; обеспечение длительной неизменности размеров;

е) малый вес приспособлений, которые вместе с изделием в процессе работы удерживаются рабочим на весу;

ж) минимальное количество отъемных частей (штырей, отъемных фиксаторов, кронштейнов и т. д.) из-за возможной их утери;

з) использование в целях экономии производственных площадей и особенно при поточном производстве передвижных приспособлений на роликах (фиг. 1) и катках;

и) быстрая установка поворотных ступеней и приспособлений в нужное положение;

к) возможность смены изнашиваемых частей и демонтажа фиксаторов и зажимов.

### § 3. Принципы конструирования

После технологической подготовки конструктор должен выяснить, имеется ли в цехе подобное приспособление и рассмотреть его достоинства и недостатки. Удовлетворительные конструкции могут быть приняты за основу при проектировании. Полезно выслушать мнение рабочих, которые будут пользоваться приспособлением. Желательно, чтобы конструктор сам поработал с подобным приспособлением.

При налаженной работе архива отдела приспособлений конструктор может ознакомиться с ранее изготовленными чертежами приспособлений для аналогичного узла или агрегата. В этом отношении заслуживает внимания опыт конструкторского отдела приспособлений ГАЗ им. Молотова, где имеются альбомы выпущенных чертежей оснастки.

Целесообразно выполнить несколько вариантов эскизов приспособлений и выбрать наиболее рациональную конструкцию. Эскизы рекомендуется выполнять на восковке.

Выбрав конструкцию оснастки, следует эскизно разработать основные фиксаторы и зажимы приспособления. Эскизный проект должен быть утвержден руководителем группы.

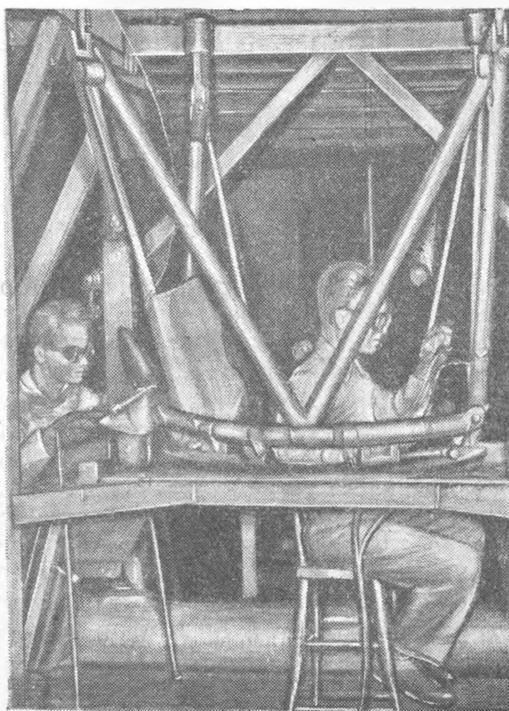
Во многие сварные узлы самолета входят парные, так называемые левые и правые детали.

При конструировании приспособлений для таких узлов можно предусмотреть универсальное общее приспособление или два отдельных для левого и правого узлов.

Конструкция приспособлений тесно связана с конструкцией изделий и с технологическими процессами, для которых предназначаются эти приспособления. Каждый из этих факторов влияет на основную характеристику приспособлений: геометрическую схему, размеры, вес, подвижность и т. д.

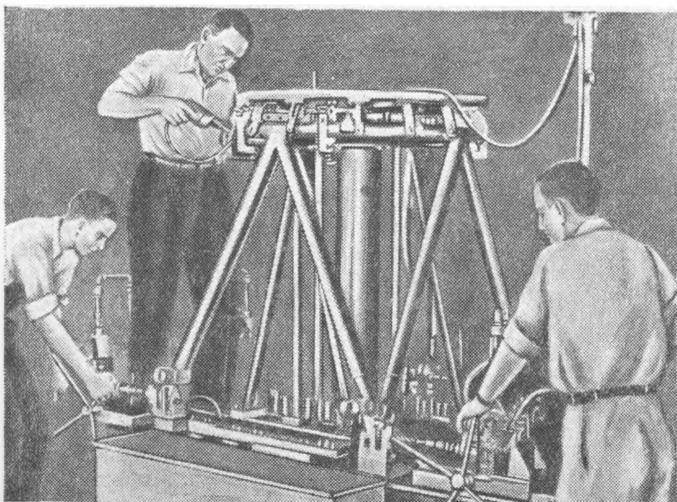
В приспособлениях для сварки должна быть обеспечена возможность сварки собранных и прихваченных узлов в нижнем положении. В приспособлениях для правки необходимо иметь возможность проверить отклонения, придать элементам конструкций нужную форму, необходим свободный доступ к местам нагрева (в случаях правки местным нагревом).

Удовлетворение этих требований, обусловленных технологическим процессом, заметно отражается на конструкции приспособлений.

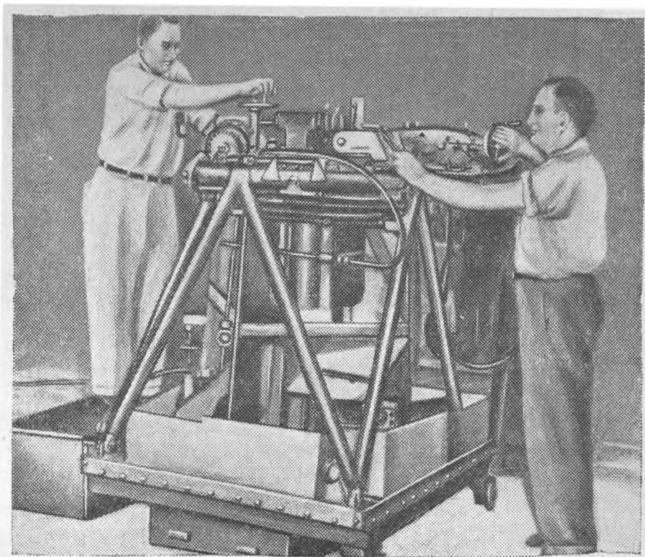


Фиг. 2. Стапель для сборки и прихватки моторамы.

соблений. На фиг. 2, 3, 4 и 5 показаны стапели для различных технологических процессов производства рамы для мотора воздушного охлаждения. Стапель для сборки и прихватки (фиг. 2) отличается от стапеля для правки, который имеет более жесткий каркас (фиг. 219). Оба они резко отличаются от разделочных стапелей (фиг. 3 и 4), которые снабжены плитами и кронштейнами с направляющими втулками и специальными механическими головками. Контрольный стапель (фиг. 5) отличается наличием контрольных кронштейнов с цилиндрическими штырями и щупами.



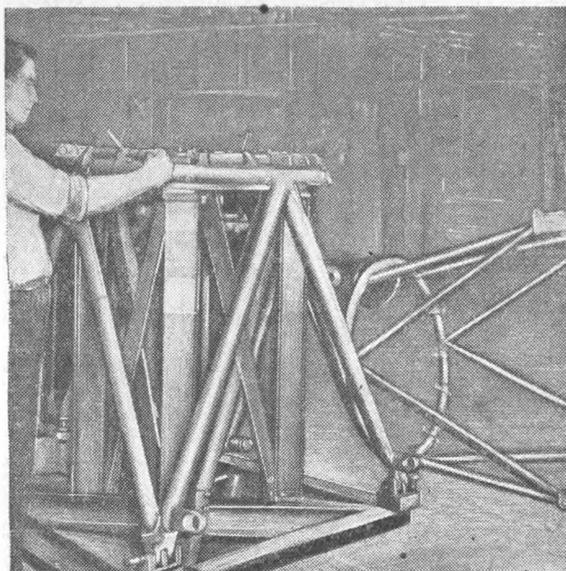
Фиг. 3. Разделочный стапель для расточки и развертки стыковочных отверстий при помощи сверлильных головок.



Фиг. 4. Разделочный стапель для фрезерования узлов крепления капота на моторной раме.

Однако, несмотря на конструктивные особенности ступелей для различных технологических процессов обработки одного и того же изделия, связь между геометрической схемой изделия и ступеля остается неизменной.

Все приспособления состоят из сходных между собой составных частей: основания, фиксирующих и зажимных устройств и, наконец, вспомогательных частей (стойки поворотных приспособлений, направляющие кронштейны и т. д.).



Фиг. 5. Контрольный ступель.

оборудований, направляющие кронштейны и т. д.). Как бы ни менялись виды обработки и типы изделий, в любом приспособлении имеются перечисленные составные части.

#### § 4. Установка деталей в приспособлениях

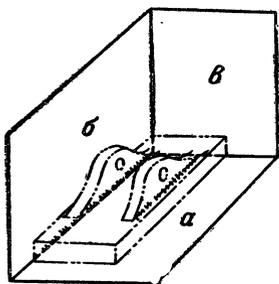
Приспособления для разных видов обработки требуют различных правил установки и закрепления деталей изделия. Например, к установке деталей в приспособлениях для механической обработки предъявляется основное требование, чтобы деталь в процессе обработки не перемещалась в тех направлениях, которые могут отразиться на выдерживаемых размерах, и стойко сопротивлялась усилиям резания, т. е. получала незначительные упругие деформации. В приспособлениях для сварки, наоборот, часто стремятся обеспечить амортизацию усилий, возникающих от нагрева при сварке и охлаждении, во избежание

накопления собственных напряжений. Такая амортизация достигается созданием возможности перемещения деталей. Однако общим требованием к установке деталей изделия во всех приспособлениях является сохранение в течение всей обработки правильного положения обрабатываемого изделия по отношению к инструменту и надлежащее взаимное расположение деталей (при сборке, прихватке и сварке).

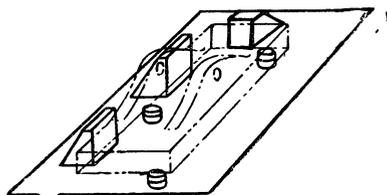
Выбор базы, т. е. поверхности детали, которой она будет устанавливаться в приспособлении, имеет важное значение. В случае когда деталь проходит в процессе изготовления несколько операций, установки для последующих операций должны быть согласованы с первой установкой. Поэтому при выборе базы нужно учитывать весь комплекс технологического процесса обработки изделия. Правильное положение детали в приспособлении достигается с помощью ограничителей и упоров, к которым прижимаются базовые поверхности деталей.

#### Установка деталей изделия по плоским поверхностям

Показанная на фиг. 6 поверхность *a* называется базовой, основной или установочной, поверхность *b* — направляющей и *в* — упорной. Обычно установочная поверхность имеет наибольшую площадь, направляющая — вытянута в одном направлении, а самая короткая и узкая служит упорной. В свароч-



Фиг. 6. Обозначения поверхностей обрабатываемого изделия.

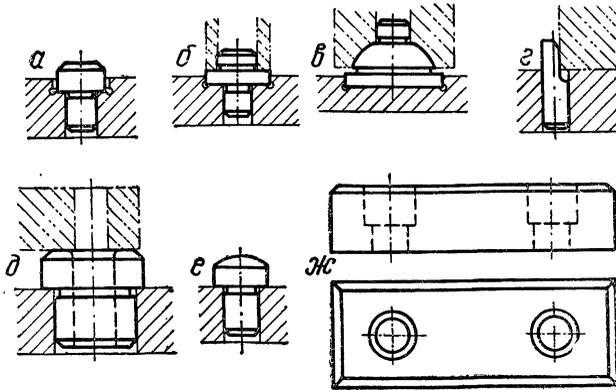


Фиг. 7. Ориентировка изделия по правилу шести точек.

ных приспособлениях часто стремятся к тому, чтобы упорная поверхность служила амортизатором и не мешала расширению детали при нагреве.

Как известно, деталь, ограниченная плоскими поверхностями, может быть строго ориентирована с помощью трех опорных точек на основной поверхности, двух — на направляющей и одной — на упорной, т. е. всего с помощью шести опорных точек (фиг. 7). Это положение, обязательное во многих случаях проектирования приспособлений, называется правилом шести

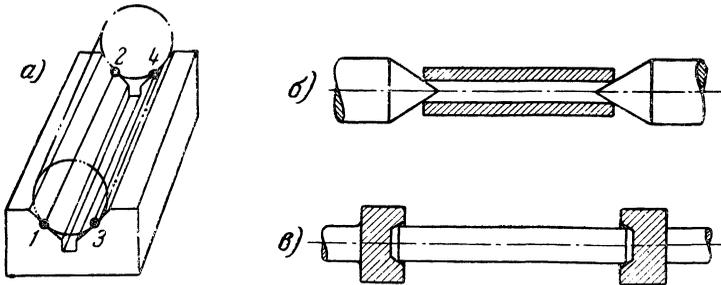
точек. В тех случаях когда площадь базовой поверхности велика, для правильной ориентировки деталей используют опорные точки в виде штифтов с головками, выступающими над опорной поверхностью, или в виде опорных пластинок (фиг. 8).



Фиг. 8. Конструкции опорных точек.

#### Установка по цилиндрическим поверхностям

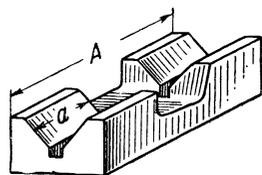
Детали с цилиндрическими поверхностями точно устанавливаются по наружным (фиг. 9,а и в) или внутренним поверхностям (фиг. 9,б).



Фиг. 9. Установка деталей по цилиндрическим поверхностям: а—установка по наружной поверхности; б—установка по внутренней поверхности; в—установка по торцам.

Установкой по наружной цилиндрической поверхности пользуются в случаях отсутствия заметных колебаний в наружных диаметрах изделий. По наружной поверхности детали устанавливают на призмы, при помощи которых выдерживается правильное направление оси детали.

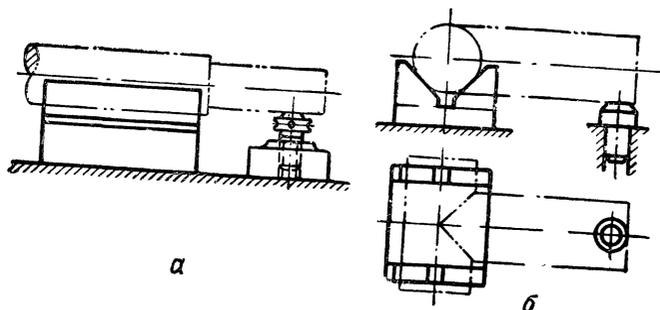
В каждом отдельном случае угол призмы в зависимости от требуемой точности можно получить расчетом<sup>1</sup>. Для разнеса опорных точек применяются призмы с вырезом по середине (фиг. 10). Для установки длинных цилиндрических изделий применяют две узкие призмы, которые представляют собой как бы раздвинутые на большое расстояние части одной призмы. Выбор угла призмы производится из условий точности и надежности установки. Чаще всего угол призмы берут равным  $90^\circ$ .



Фиг. 10. Призма с вырезом.

#### Установка ступенчатых цилиндрических деталей

Цилиндрические детали, у которых диаметры изменяются по длине, не следует устанавливать одновременно по двум или нескольким диаметрам. С одной стороны отклонения различных диаметров вообще не одинаковы и возможны несовпадения и перекос осей, а с другой — труд-



Фиг. 11. а—установка деталей с различными диаметрами по длине; б—упрощенная установка цилиндрических деталей с пересекающимися осями.

но изготовить призмы так, чтобы ось детали была горизонтальной при точных размерах различных диаметров ее. Такие детали можно устанавливать наиболее длинной частью в призме, а конец поддерживать подвижной опорой (фиг. 11,а).

#### Установка цилиндрических деталей с пересекающимися осями

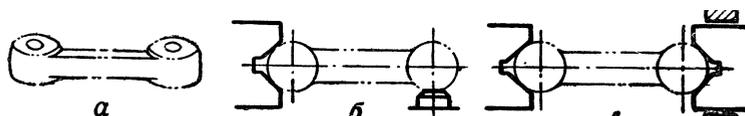
При установке цилиндрических деталей с пересекающимися осями следует считаться с возможным отклонением осей в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Поэтому такие детали нельзя устанавливать на двух неподвижных призмах. Если

<sup>1</sup> А. Б. Яхин, Проектирование технологических процессов механической обработки, Оборонгиз, 1946.

одна призма неподвижна, то вторая должна иметь свободу перемещений в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Ввиду сложности изготовления такой призмы пользуются упрощенной установкой (фиг. 11,б).

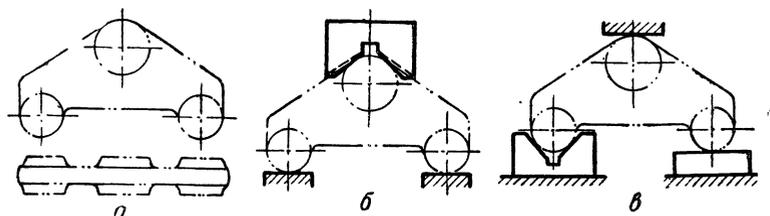
#### Установка деталей по нескольким поверхностям

Если изделие представляет собой два соединенных между собой цилиндра с параллельными осями, установку удобнее всего производить по цилиндрическим поверхностям. В тех



Фиг. 12. Установка детали с отверстиями, оси которых совпадают с осями цилиндров.

случаях когда в детали сверлятся отверстия, оси которых должны совпадать с осями цилиндров (фиг. 12,а), установка по цилиндрическим поверхностям является единственным правильной. На базовую плоскость деталь кладется торцами цилиндров, которые должны быть обработаны заранее. Левая часть изделия фиксируется с помощью призмы; для предотвращения смещения правой части предусматривается упор (фиг. 12,б) или подвижная призма (фиг. 12,в). При проверке



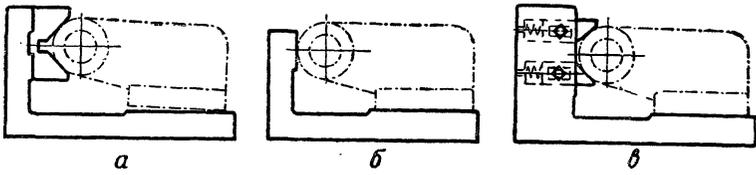
Фиг. 13. Установка детали с тремя цилиндрическими поверхностями.

в данном случае соблюдения правила шести точек следует иметь в виду, что подвижная призма, перемещающаяся в направляющих и служащая одновременно зажимом, представляет собой только одну точку установки.

Если в детали имеются три цилиндрические поверхности (фиг. 13,а), то также неправильно фиксировать их с помощью неподвижных призм. Два способа правильной установки даны на фиг. 13,б и 13,в.

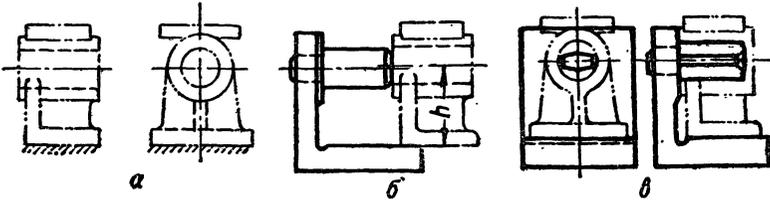
Если деталь должна устанавливаться на плоскость и прижиматься цилиндрической поверхностью, было бы неправильно устанавливать ее, как показано на фиг. 14,а, так как в этом случае высоту можно отсчитывать как по отношению к пло-

скости, так и по отношению к призме; правило шести точек при этом также не выполняется. Правильные способы установки показаны на фиг. 14,б и 14,в.



Фиг. 14. Установка детали на плоскую и цилиндрическую поверхности:  
*а*—неправильный способ установки; *б* и *в*—правильные способы установки.

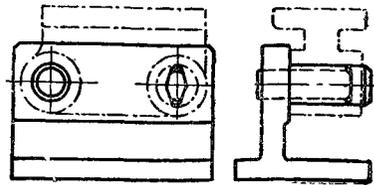
Пример неправильной установки детали (фиг. 15,а) по внутреннему отверстию и плоскости показан на фиг. 15,б; способ неправилен из-за возможных отклонений размера *h*. Правиль-



Фиг. 15. Установка детали по отверстию и плоскости:  
*а*—деталь; *б*—неправильный способ установки; *в*—правильный способ установки.

ная установка показана на фиг. 15,в. Установочный штырь срезан с двух сторон, благодаря чему небольшие отклонения размера *h* детали не влияют на правильность установки. Необходимо обеспечить плотное соприкосновение детали и опорной плоскости.

При установке детали с двумя отверстиями конец одного из установочных штырей, так же, как и в предыдущем примере, срезается. Благодаря этому при незначительных колебаниях расстояния между отверстиями деталь все же можно установить. Для облегчения надевания детали рекомендуется срезанный штырь делать более коротким (фиг. 16). Деталь сначала надевается на длинный штырь, так что к моменту установки на срезанный штырь облегчается нахождение второго отверстия.



Фиг. 16. Установка детали по двум отверстиям.

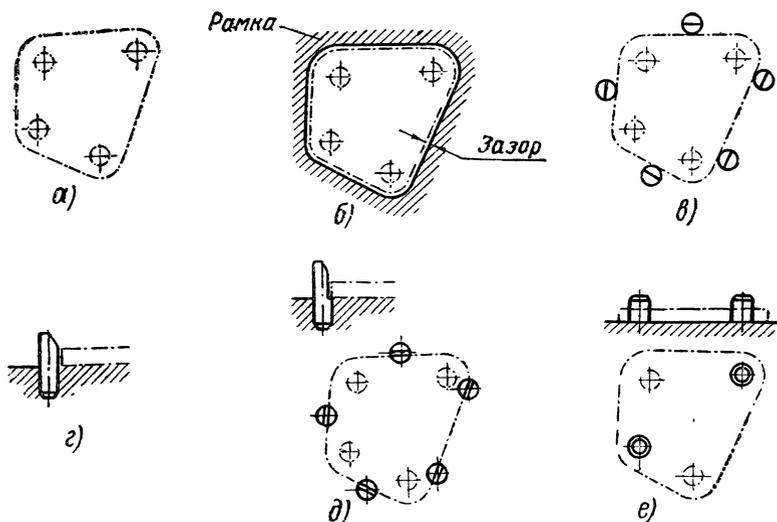
## § 5. Упрощенные способы установки

До сих пор рассматривались случаи установки деталей, которые в течение всего процесса обработки должны сохранять полную неподвижность. Однако часто нет необходимости в такой установке деталей. Выше указывалось, что сварные изделия, ввиду особенностей технологического процесса, имеют после сварки точность не выше 7-го класса. Поэтому при сборке свариваемые детали узла, подвергающегося дальнейшей обработке, могут быть установлены с некоторой определенной свободой. Введение одной или нескольких степеней свободы, как правило, упрощает установку. Необходимо предостеречь начинающего конструктора от чрезмерной простоты, которая в ряде случаев может привести к браку изделия.

Ниже приводится ряд примеров упрощенных способов установки деталей при сборке узлов. К этим способам установки правило шести точек неприменимо.

### Установка плоских деталей из листового материала

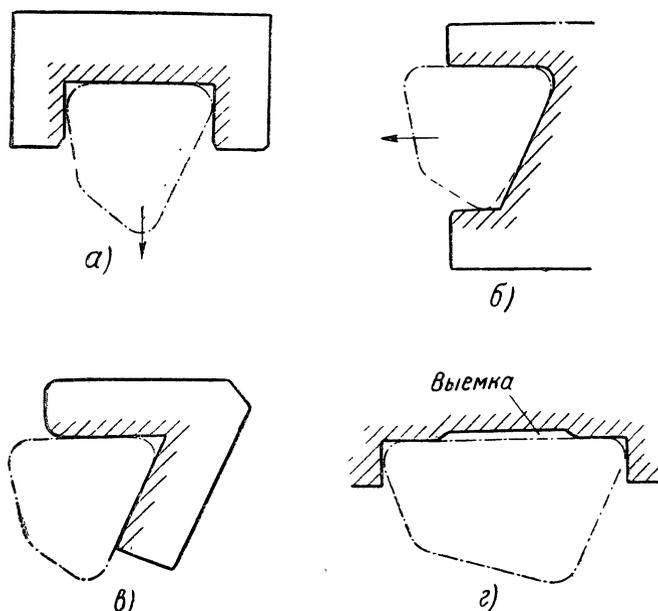
Деталь, показанная на фиг. 17,а, может быть установлена с помощью рамки, внутренний контур которой соответствует контуру устанавливаемой детали (фиг. 17,б). Но такая установка



Фиг. 17. Установка плоской детали из листового материала.

повка нерациональна: обработка внутреннего контура рамки — трудоемкая операция и, кроме того, совпадение контуров серийных деталей и рамки почти невозможно. Для таких деталей можно использовать несколько штифтов, устанавливаемых

по внешнему контуру детали (фиг. 17,а). Штифты ставятся с таким расчетом, чтобы даже при несколько избыточных размерах детали оставался зазор. Для более легкого попадания детали в гнездо, образованное штифтами, последние делаются со скосом (фиг. 17,б). Можно устанавливать штифты в неточно размеченные отверстия в основании приспособления, с тем чтобы затем припилить штифты по детали (фиг. 17,в). Если в детали имеются отверстия, установку можно производить по отверстиям на штифты. Штифты устанавливаются под два наи-



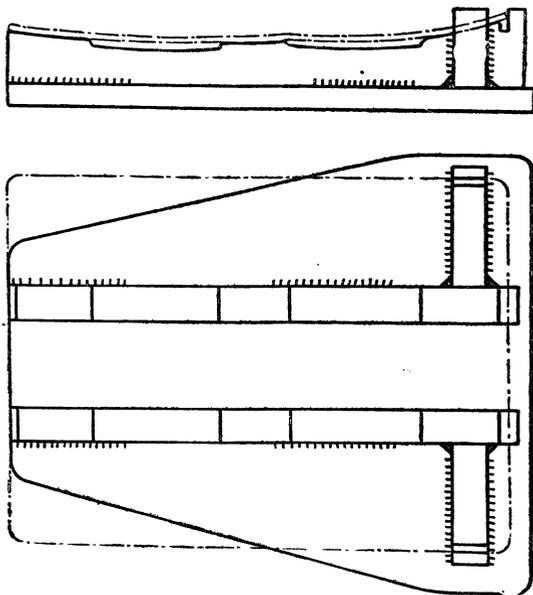
Фиг. 18. Установочные рамки при удалении изделия в сторону.

более удаленные отверстия (фиг. 17,е). Диаметр каждого штифта на 0,2—0,3 мм меньше диаметра отверстия. Для облегчения установки на штифтах снимают фаски под углом 30°.

Рассмотренные способы установки пригодны лишь в том случае, если изделие после сборки и прихватки вынимается кверху. При удалении изделия в какую-либо боковую сторону применяются рамки, частично охватывающие контур детали. В зависимости от того, в какую сторону снимается изделие после прихватки, рамки устанавливаются с различных сторон детали (фиг. 18,а, б и в). При длинных прямых гранях следует уменьшать поверхность соприкосновения рамки с деталью (фиг. 18,г). В случае установки плоских деталей большой площади базовую поверхность выполняют в виде нескольких ре-

бер, сваренных между собой. Края ребер опиливают по контуру детали (фиг. 19).

Плоские детали из листового материала, служащие ребрами жесткости, устанавливают с помощью так называемых гребенок (фиг. 20).



Фиг. 19. Фиксатор для установки деталей с большой базовой поверхностью.

Установка с помощью одной гребенки больше двух ребер жесткости не рекомендуется ввиду опасности перекоса ребер и вследствие этого трудности откидывания гребенки. Прорезь гребенки должна превышать толщину ребра жесткости на 0,3—0,5 мм.

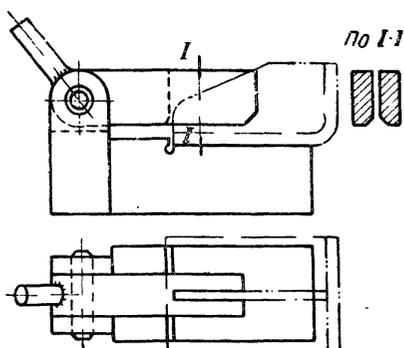
#### Установка деталей по цилиндрическим поверхностям

Упрощенная установка деталей с цилиндрическими поверхностями производится как по внутреннему, так и по наружному диаметрам.

Установка по наружному диаметру производится с помощью призм. Конструкции призм, применяющихся для упрощенной установки деталей с цилиндрическими поверхностями по наружному диаметру, показаны на фиг. 21.

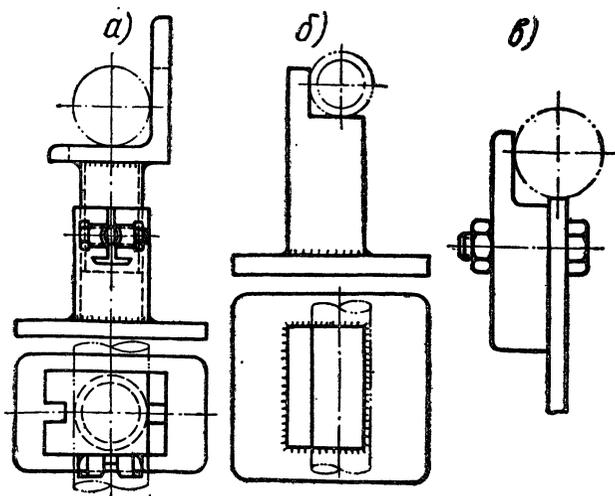
У этих призм расположение биссектрисы угла под  $45^\circ$  к горизонту не обеспечивает точного центрирования ни в верти-

кальной, ни в горизонтальной плоскостях; поэтому с помощью призм такой конструкции можно осуществить лишь упрощенную установку; они применяются в случаях установки цилиндрической детали при сборке сбоку или удалення изделия из приспособления в одном из боковых направлений, а также в случае необходимости перемещения детали во время обработки. Конструкция призмы (фиг. 21, а) используется в крупных приспособлениях и стапелях. Она обеспечивает регулирование по высоте и по углу в горизонтальной плоскости. Этот фиксатор применяется с незначительными изменениями на многих заводах в качестве нормального для деталей различных диаметров.



Фиг. 20. Установка ребер жесткости с помощью гребенки.

Призмы, показанные на фиг. 22, применимы в случаях, когда незначительные отклонения оси детали в горизонтальной и вертикальной плоскостях не имеют значения.

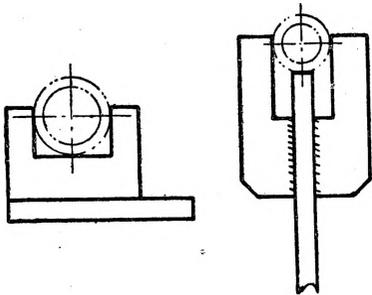


Фиг. 21. Конструкции призм для упрощенной установки цилиндрических деталей.

Расстояние между ограничителями призмы выбирается таким, чтобы детали с наибольшим плюсовым отклонением устанавливались с небольшим зазором (0,1—0,2 мм). Такие призмы

пригодны только в случае удаления изделия из приспособления вверх.

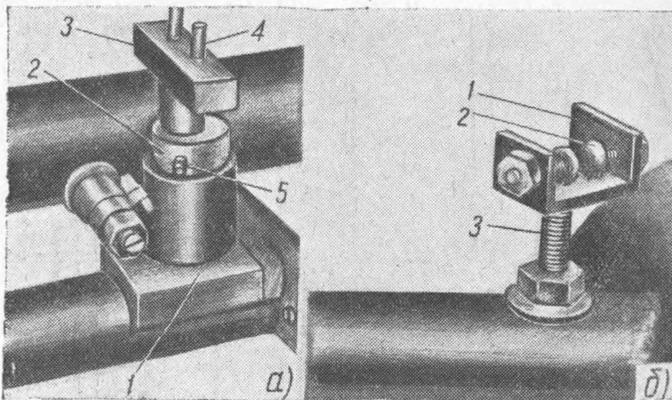
На фиг. 23 показаны две конструкции регулируемых призм; установка принципиально подобна установке в призмах по фиг. 21.



Фиг. 22. Конструкции призм для грубой установки цилиндрических поверхностей.

Цилиндрическая деталь устанавливается в призме (фиг. 23,а) между двумя цилиндрическими штифтами 4, расстояние между которыми равно диаметру детали плюс зазор. Пластина 3 может вращаться в отверстии цилиндра 2, благодаря чему обеспечивается установка детали под требуемым углом. В цилиндре 2 отверстие просверлено эксцентрично и цилиндр может вращаться в разрезной втулке 1. Поворотом цилиндра 2 с пластиной 3

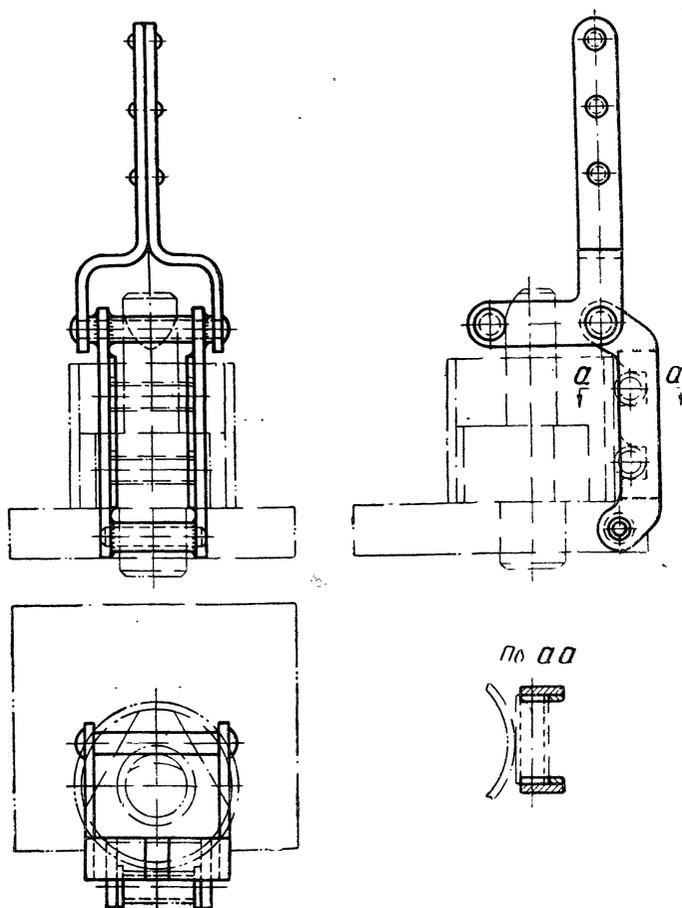
достигается боковое регулирование. По высоте регулирование обеспечивается вертикальным движением пластины 3 в отверстии цилиндра 2. Установочный винт 5 фиксирует положение детали по высоте. Фиксатор (фиг. 23,б) представляет собой бо-



Фиг. 23. Конструкции регулируемых призм.

лее простую конструкцию регулируемой призмы. Цилиндрическая деталь устанавливается между головками двух установочных винтов 2, ввинченных в полки швеллера 1. Боковое регулирование здесь достигается вращением установочных винтов, положение которых фиксируется контргайками. Регулирование по углу и по высоте осуществляется вращением основного винта 3 в гайке.

При сборке самолета часто применяются сварные хомутики, представляющие собой патрубки различных диаметров с приваренными к ним трубками под стяжные болты. Для фиксации последних при сварке применяют шарнирный фиксатор (фиг. 24), обеспечивающий достаточно надежную и быструю установку



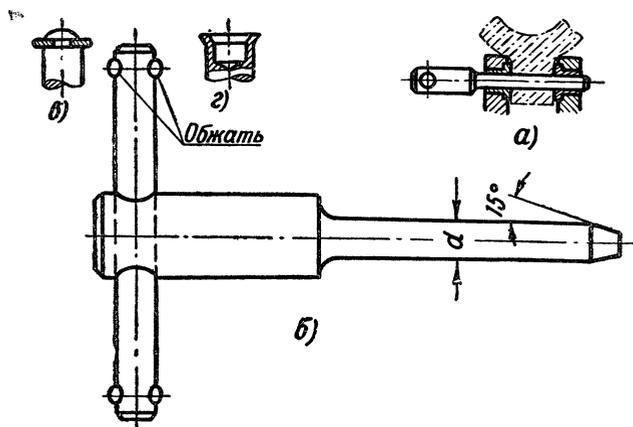
Фиг. 24. Фиксатор для установки трубок сварных хомутиков.

трубок, свободный подход для прихватки и быстрое снятие хомутика. Установка трубок в этом фиксаторе производится в призмах, подобных показанной на фиг. 22.

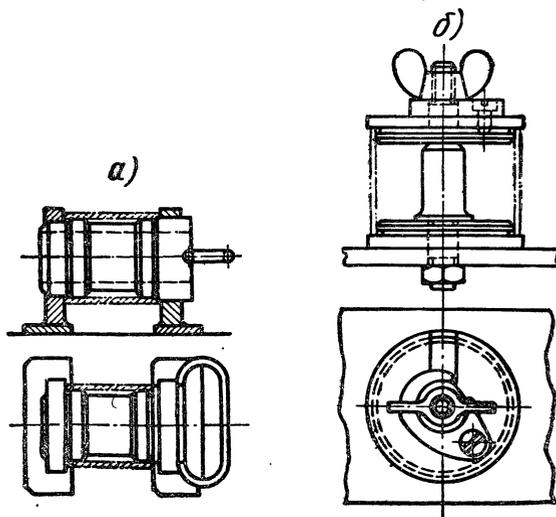
Для установки изделий по внутренней цилиндрической поверхности пользуются штырями. Детали с механически обработанными отверстиями небольших диаметров устанавливаются с помощью точеных цилиндрических штырей (фиг. 25, а и б). Штыри снабжаются перекидными поперечинами, которые расклепы-

ваются на шайбах (фиг. 25,в) или рассверливаются и расчеканиваются по концам (фиг. 25,г).

При установке трубчатых деталей по внутреннему диаметру длина установочной поверхности не должна быть большой, так



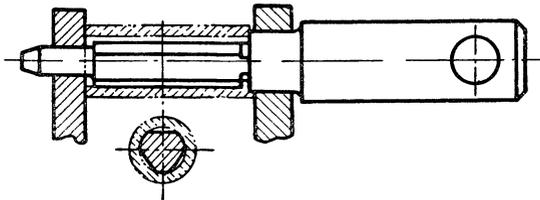
Фиг. 25. Штыри для установки деталей по внутренним цилиндрическим поверхностям.



Фиг. 26. Штыри с кольцевыми установочными поверхностями.

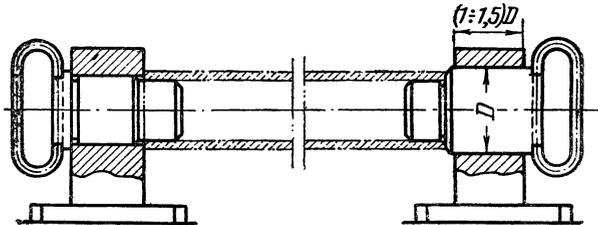
как точная обработка большой поверхности стóит дорого, а точность установки от этого не увеличивается. Кроме того, штыри с большой установочной поверхностью труднее вынимать. Одним из способов уменьшения установочной поверхности

является конструирование штырей с кольцевыми установочными поверхностями (фиг. 26, *а* и *б*). Уменьшение площади касания установочных штырей с деталями обеспечивает минимальный отвод тепла, что особенно важно в приспособлениях для прихватки и сварки. Для этой же цели иногда применяются штыри со скошенными гранями (фиг. 27). Диаметр установоч-



Фиг. 27. Штырь со скошенными гранями.

ной части штыря для трубчатых деталей обычно берется на 0,2—0,5 мм меньше внутреннего диаметра трубки. Направляющая часть штыря для обеспечения правильного направления должна быть обработана под посадку движения (см. § 9). Для получения поверхностей различной точности и с различной чи-

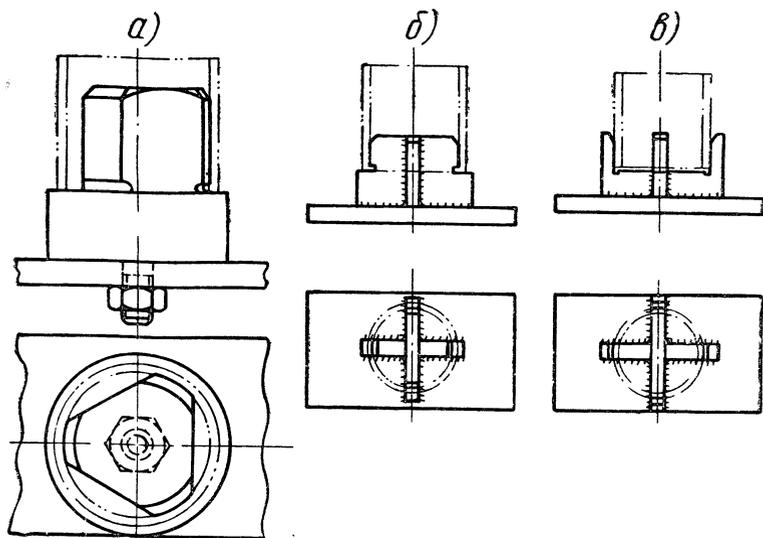


Фиг. 28. Установка длинной цилиндрической детали с помощью двух штырей.

стойкой обработки применяются ступенчатые штыри, у которых диаметр передней направляющей части меньше диаметра установочной части. Последний в свою очередь меньше диаметра задней направляющей части (см. фиг. 27). Ступенчатые штыри обладают тем преимуществом, что их легче вынуть из направляющих отверстий и из обработанного изделия. В случае установки по внутреннему диаметру длинных цилиндрических деталей вместо одного штыря следует предусматривать два для обоих концов детали (фиг. 28). Правильность установки цилиндрической детали в осевом направлении обеспечивается упором одного торца детали в кронштейн, а другого — в ступеньку на штыре. В случае двух штырей (см. фиг. 28) для каждого имеется один направляющий кронштейн; ширина на-

правляющего кронштейна должна быть в этом случае не меньше 1—1,5 диаметра направляющей части штыря.

Для установки сварных патрубков применяются точеные установочные пальцы со срезанными гранями (фиг. 29,а). Используются также составные сварные фиксаторы из ребер, обточенных после сварки на небольшую высоту по наружному



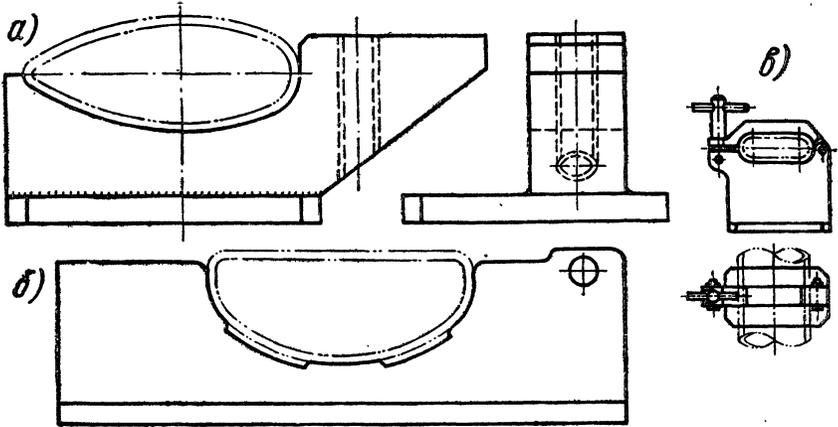
Фиг. 29. Установка сварного патрубка.

(фиг. 29,б) или по внутреннему диаметру (фиг. 29,в). Последние применяются для патрубков, диаметр которых превышает 70 мм.

#### Установка овальных и каплеобразных труб и деталей, собираемых из штампованных полых частей

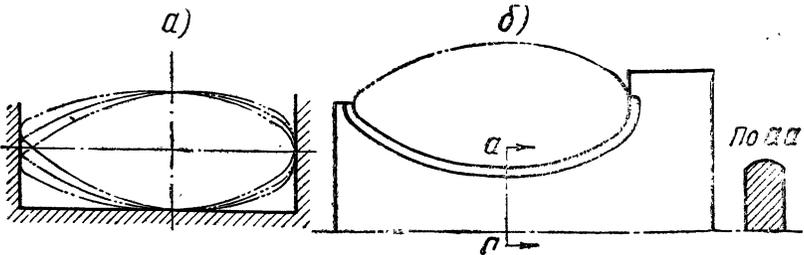
Установка полых деталей овальной, каплеобразной и другой формы производится с помощью фиксаторов, контур которых соответствует контуру детали (фиг. 30). Если полая деталь составлена из двух штампованных половин, установка их производится в разъемных фиксаторах (фиг. 30,в). Методика установки полых, нецилиндрических деталей в разъемных фиксаторах-призмах часто используется для цилиндрических деталей, в том числе и для труб. Существует множество конструкций разъемных призм с полным контуром для установки цилиндрических трубчатых деталей. Этот механический перенос очень неудачен; изготовление призм с полным цилиндрическим контуром дороже и затруднительнее, чем обычных угловых призм. При этом точность и надежность сборки не увеличиваются. Глубоко оши-

бочно представлении, будто в таких призмах трубчатая деталь соприкасается с контуром призмы по всему наружному диаметру и вследствие этого устраняется опасность местных вмятин при сильном зажатии. Трубчатые детали после прокатки



Фиг. 30. Фиксаторы для установки полых деталей различной конфигурации.

или протяжки не имеют строго цилиндрических сечений и при установке касаются цилиндрических контуров разъемных призм только в нескольких точках.



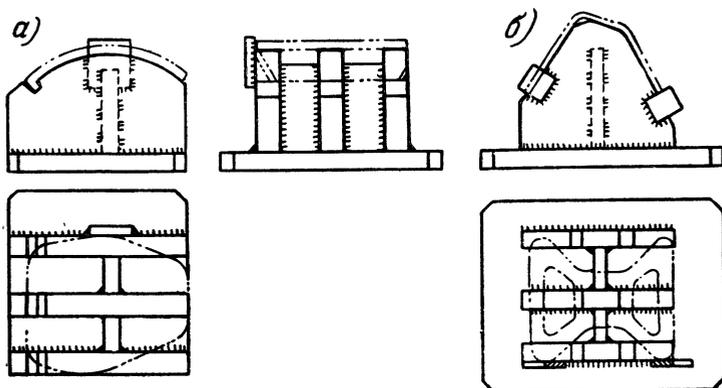
Фиг. 31. Фиксация труб каплеобразного профиля.

Применение разъемных фиксаторов-призм для не цилиндрических, а более сложных очертаний полых деталей вызвано недостаточной точностью установки их в угловых или корытообразных призмах (фиг. 31,а).

Ввиду трудности обработки контура призмы до точного совпадения с деталью, а также трудоемкости слесарной обработки такого контура нужно стремиться к минимальной поверхности призмы, уменьшая ширину призмы, закругляя контур (фиг. 31,б) и выбирая часть поверхности призмы (фиг. 30,б).

### Установка штампованных коробочек

Основания сварных кронштейнов, устанавливаемых на лонжеронах, представляют собой штампованные листовые корытообразные детали-коробочки. Для установки таких деталей перед сваркой применяются составные из ребер сварные фиксаторы.

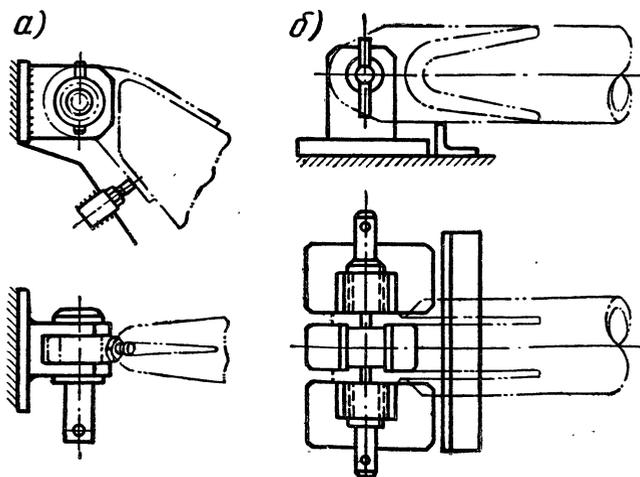


Фиг. 32. Фиксаторы для установки штампованных коробочек.

ры, контур которых обработан в соответствии с внутренним контуром основания коробочки (фиг. 32). Толщину ребер фиксаторов не следует выбирать свыше 8 мм.

### Установка деталей по двум поверхностям

Ушки и вилки стержней моторам и других узлов устанавливаются обычно при сварке на цилиндрический штырь по сты-

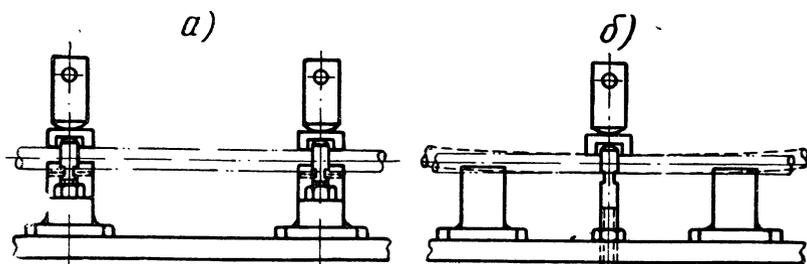


Фиг. 33. Установка концевого уха.

ковочному отверстию и подпираются регулируемой по высоте опорой (фиг. 33,а). Необходимость в подвижной опоре вызывается тем, что вилки и ушки обычно получают горячей штамповкой и размеры ребер часто имеют отклонения от чертежа. Для сварки ребро должно выступать на определенную величину из детали, в которую оно врезается. С помощью подвижной опоры регулируется размер выступающей части. В тех случаях, когда деталь после штамповки строгается, допустимо применение неподвижной опоры (фиг. 33,б).

### § 6. Закрепление изделий

Детали, установленные в определенном положении, должны быть надежно закреплены перед обработкой. Только в простейших сборочно-сварочных приспособлениях, так называемых вре-



Фиг. 34. а—правильное расположение зажима; б—неправильное расположение зажима—изделие деформируется.

мянках, установленные детали придерживаются подручным слесарем. Производительность таких приспособлений мала, а точность сборки и сварки в них весьма низка. Во всех остальных видах приспособлений закрепление деталей является одним из первых требований.

Закрепление деталей осуществляется с помощью зажимов разнообразной конструкции, причем все зажимы должны удовлетворять некоторым общим требованиям.

1. Зажимы должны быть надежны и просты. Чем проще конструкция зажима, тем зажим надежнее. Сложные зажимы надежны лишь пока новы.

2. Зажимы должны приводиться в действие без значительного напряжения сил. Зажимы должны быть удобны, расположены доступно, закрепление должно производиться по возможности одной рукояткой.

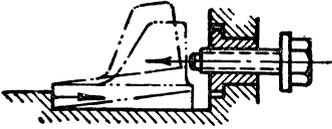
Эксперименты, проведенные для сравнения удобства положений зажимных рукояток (сбоку, спереди, сверху), показали преимущество расположения зажимных рукояток сбоку по отношению к рабочему.

3. К. п. д. зажима должен быть возможно большим.

4. Зажим должен действовать быстро.

Помимо требований, предъявляемых к конструкциям зажимов, большое значение имеет правильная установка их.

Усилия от зажимов должны восприниматься жесткими опорами (фиг. 34,а); в противном случае изделие деформируется (фиг. 34,б) или смещается с установочных поверхностей (фиг. 35).



Фиг. 35. Неправильное расположение зажима — изделие смещается

При пользовании несколькими зажимами одновременно нужно следить за тем, чтобы усилия от зажимов не действовали во встречных направлениях.

### Классификация зажимов

По способу действия зажимы делятся на:

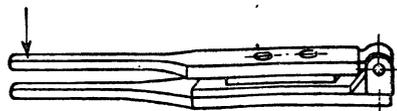
1) зажимы прямого действия, усилия зажима которых передаются непосредственно на изделие: пружинные, гидравлические, пневматические, электромагнитные;

2) зажимы, трансформирующие усилия. Эти зажимы преобразуют приложенные усилия при помощи рычага, клина или винта и соответственно называются рычажными, клиновыми, винтовыми, эксцентриковыми, ленточными и комбинированными.

В слесарно-сварочных приспособлениях, применяемых на самолетостроительных заводах, зажимы первого рода пока не распространены, поэтому в дальнейшем они не рассматриваются.

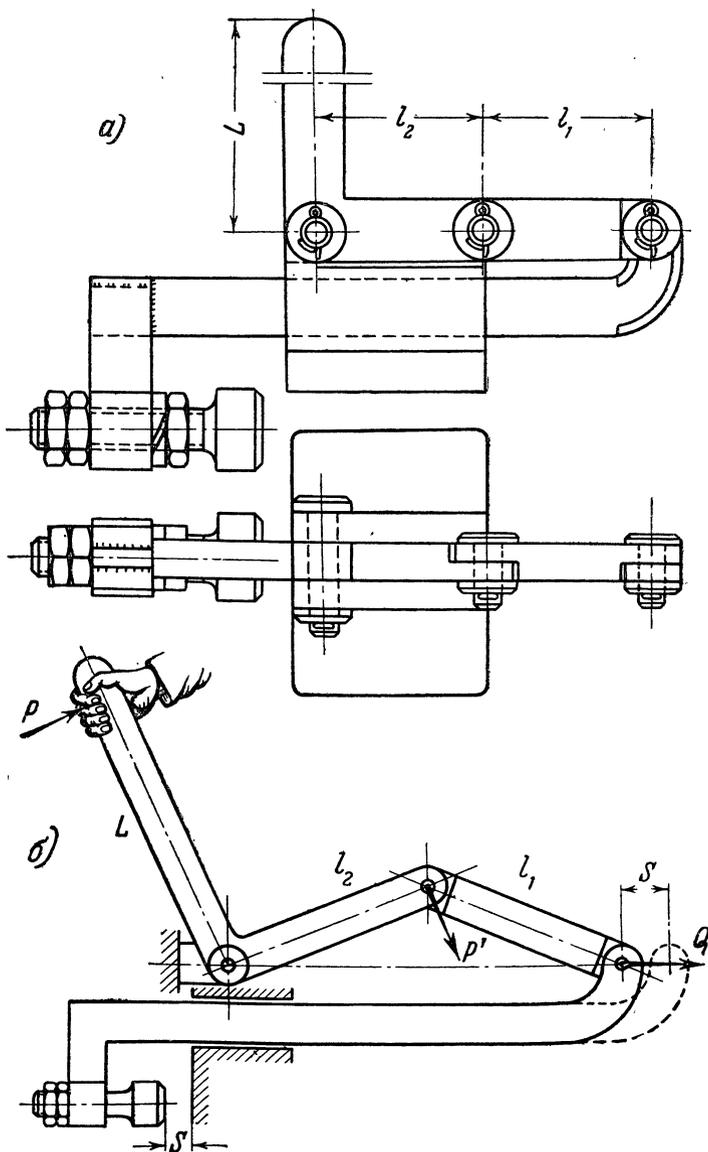
### Зажимы рычажные

Рычажные зажимы чаще всего используются в комбинации с винтовыми, клиновыми и эксцентриковыми. На фиг. 36 показан простой рычажный зажим, применяемый в приспособлениях для точечной сварки. Детали устанавливаются в приспособлении с помощью рамки по наружному контуру. Крышка приспособления закрывается и усилием руки деталь прижимается к основанию. Иногда на конце рукоятки укрепляют защелку, которая действует на рукоятку с усилием, заставляющим ручку пружинить и прижимать крышку к изделию.



Фиг. 36. Простой рычажный зажим.

На фиг. 37,а изображена конструкция, а на фиг. 37,б схема действия одного из шарнирных рычажных зажимов, применяе-

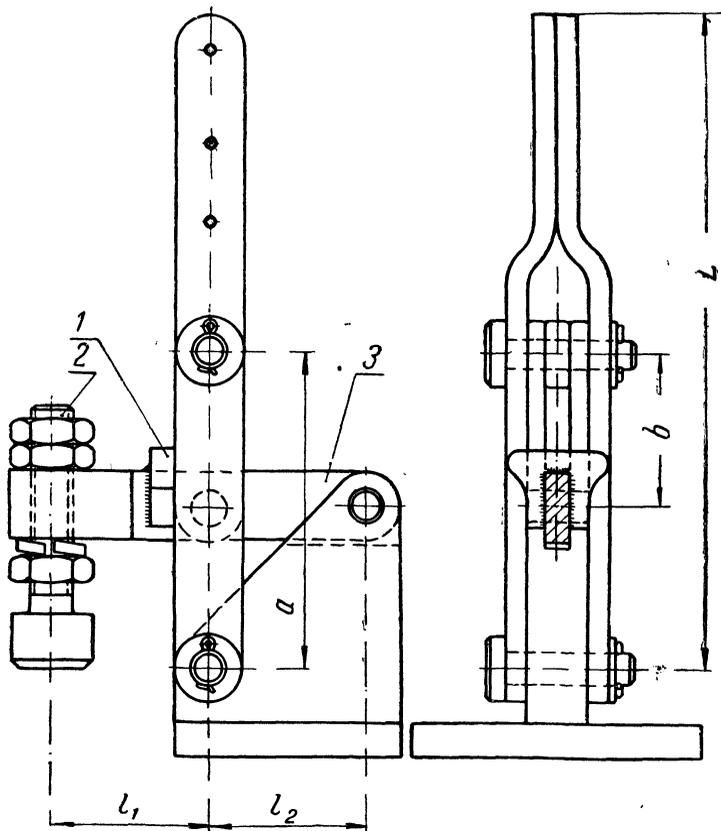


Фиг. 37. Рычажный шарнирный зажим.

мых в сборочных приспособлениях. Достоинствами этих зажимов являются быстрота действия при сравнительно большом растворе и значительная сила зажатия.

Сила зажатия  $Q$  растет с ростом отношения  $L/l_2$  и с уменьшением  $l/l_1$ .

Известны случаи срезания шарнирных осей при очень больших усилиях зажатия. Для ограничения усилий применяются амортизаторы.



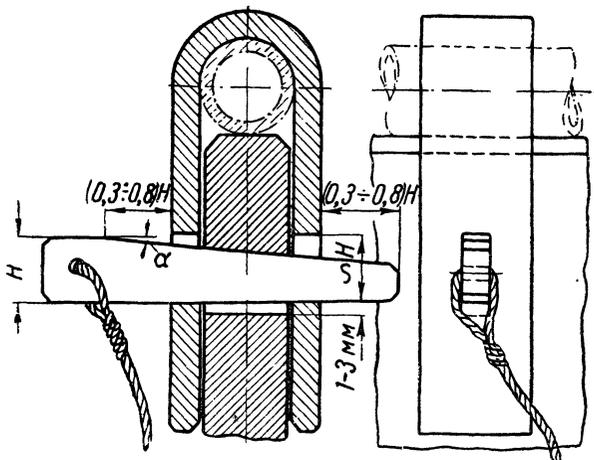
Фиг. 38. Рычажный шарнирный зажим другой конструкции.

На фиг. 38 показан рычажно-шарнирный зажим другого типа, чаще применяемый в сборочных приспособлениях. Для полного открывания этого зажима, т. е. для перехода зажимного болта из вертикального положения в горизонтальное, должно соблюдаться условие  $b \geq l_2$ . С увеличением размера  $b$  растет и сила зажатия. Но с ростом отношения  $b/l_2$  увеличивается угол отвода рычага до полного открывания зажима и, следова-

тельно, уменьшается скорость открывания. Оптимальным соотношением поэтому следует считать  $b=l_2$ . Сила зажатия растет также с увеличением отношений  $L/a$  и  $l_2/l_1$ . Стопор 1 служит для фиксации мертвого положения зажима. Регулированием прижимного болта 2 удается устранить неправильное положение пятки относительно опорной поверхности. Это дает возможность применять такой зажим для закрепления как цилиндрических, так и плоских деталей. Необходимо иметь в виду, что рычажно-шарнирные зажимы, не снабженные амортизатором, быстро разбалтываются и перестают действовать. Поэтому необходимым условием хорошей работы таких зажимов является использование амортизатора. В случае зажатия упругих изделий последние иногда сами выполняют роль амортизаторов. Можно также добиться амортизации, удлиняя плечо  $l_1$  и увеличивая этим упругость рычага 3. Однако лучше всего снабжать зажимы специально подобранными амортизаторами: шайбами Гровера, резиновыми прокладками и т. д. Чем большей жесткостью обладает амортизатор, тем больше сила зажатия.

#### Зажимы клиновые

На фиг. 39 изображен клиновой зажим, применяемый в оправках для гибки труб. Одним из необходимых условий хо-

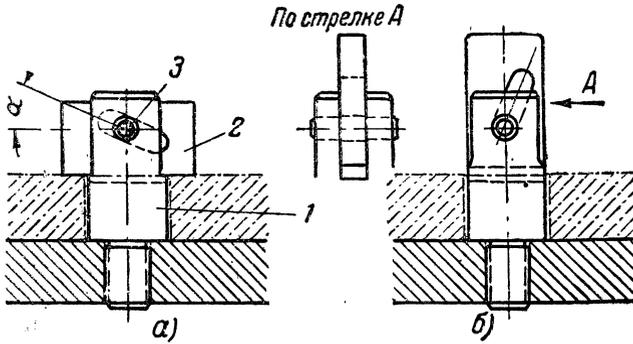


Фиг. 39. Клиновой зажим с отъемным клином.

рошей работы такого зажима является требование, чтобы клин не выскочил самопроизвольно, т. е. чтобы он был самотормозящимся.

Условием самоторможения является  $\alpha \leq \rho$ , где  $\alpha$  — угол клиновой поверхности, а  $\rho$  — угол трения; принимая  $\operatorname{tg} \rho = \mu = 0,1$ , получим крайнее значение  $\alpha \approx 6^\circ$ .

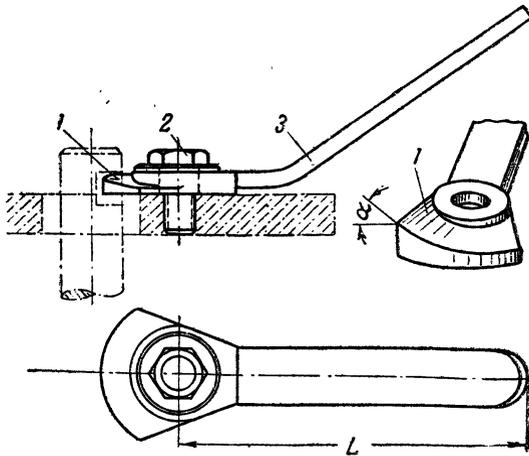
Для предупреждения самопроизвольного выскакивания клина при случайном толчке угол  $\alpha$  принимают несколько меньшим. Однако слишком малые углы  $\alpha$  также нерациональны, так как с уменьшением угла  $\alpha$  при одинаковой высоте подъема растет длина клина, что неудобно и требует лишнего времени для уста-



Фиг. 40. Клиновой зажим с неотъемным клином.

новки и выема клина. Конструкция клинового зажима (фиг. 39) обладает рядом недостатков:

1) для достаточно сильного зажатия требуется применение молотка, что вообще не рекомендуется;



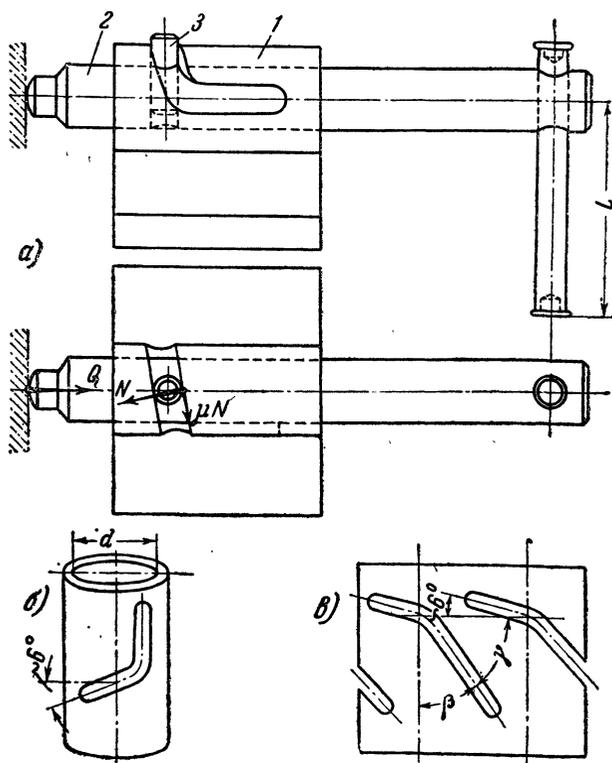
Фиг. 41. Клиновой (кулачковый) зажим.

2) клин является отъемной частью, что даже при наличии цепочек или гибких тросиков также не рекомендуется.

В клиновом зажиме на фиг. 40 планка 2 с клиновой прорезью, осуществляющая зажатие детали, скреплена с корпусом

приспособления болтом 1 со штифтом 3. При пользовании таким зажимом не исключается необходимость в применении молотка для зажатия или освобождения детали. Кроме того, планка 2 непосредственно соприкасается с поверхностью изделия, что может вызвать смятие.

В конструкции клинового зажима на фиг. 41 оба указанных выше недостатка устранены. Клин сделан в виде кулачка 1, который вращается на оси 2. Движение клина осуществляется с помощью рукоятки 3.



Фиг. 42. Байонетный зажим.

На фиг. 42,а показан байонетный зажим. Во втулке 1 профрезерован фигурный паз, горизонтальная часть которого обеспечивает обратный ход прижима, а наклонная — зажатие. Угол наклона из условий самоторможения выбирается не более  $6^\circ$  (фиг. 32,б). Для обеспечения плавной работы байонетного зажима следует по возможности снабжать втулку двумя прорезами, а байонетный шток — двумя байонетами. Если не требуется большого обратного хода зажима в осевом направлении, прорез выполняют в виде винтовой линии (фиг. 42,в). Углы  $\beta$  и  $\gamma$

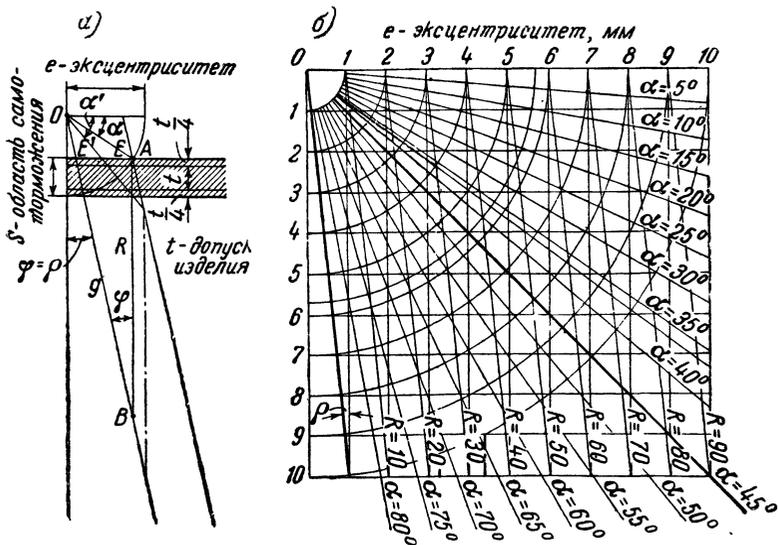
лучше всего выбрать равными  $45^\circ$ , так как при слишком малом угле  $\gamma$  подача на один оборот будет весьма малой, а при слишком малом угле  $\beta$  мы получим конструкцию фиг. 42,б.

### Эксцентрикые зажимы

По мере вращения эксцентрика с изделием соприкасаются поверхности зажима, все более удаленные от оси вращения, пока не наступает заклинивание.

В случае когда  $\mu > \frac{e \cos \alpha}{R + e \sin \alpha}$ , эксцентрик будет самотормозиться:

- $\mu$  — коэффициент трения;
- $e$  — эксцентриситет;
- $R$  — радиус эксцентрика;
- $\alpha$  — угол, зависящий от положения эксцентрика.



Фиг. 43. Схема эксцентрикового зажима.

Так как зажимаемые детали имеют допуски по толщине, то для предупреждения недостаточного зажатия предел самоторможения эксцентрика увеличивают с учетом допуска изделия, как это показано на фиг. 43,а.

Если самоторможение должно начаться в точке А, то радиус эксцентрика  $R$  должен удовлетворять условию  $R = \frac{e (\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{\mu}$  (без учета трения в цапфе).

**Пример.** Для эксцентрика с эксцентриситетом  $e = 3$  мм и радиусом  $R = 20$  определить угол поворота, от которого начинается самоторможение.

По номограмме (фиг. 43,б) видно, что наклонная линия с индексом  $R=20$  и дуга с индексом  $e=3$  пересекаются в точке, соответствующей  $\alpha=42^\circ$ . Здесь, следовательно, начинается самоторможение. Глубина, на которую эксцентрик зажимает с самоторможением от этой точки, получается как разность между величиной эксцентриситета и проекцией на ось ординат точки пересечения дуги с наклонной.

Эта проекция представляет собой значение  $e \sin \alpha$ , в данном случае равное 1 мм.

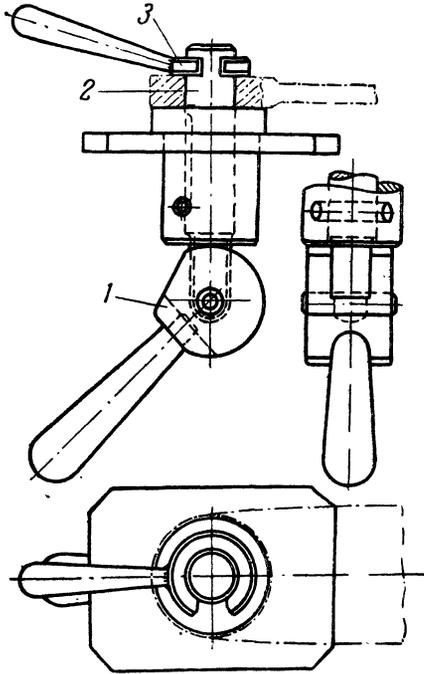
При построении номограммы коэффициент трения  $\mu = \operatorname{tg} \rho$  принят равным 0,1, но номограмма может быть построена для любых других значений  $\mu$ .

Если по условиям работы эксцентрик подвергается значительным толчкам и сотрясениям, расчет по указанной номограмме необходимо корректировать, иначе эксцентрик не будет самотормозящим.

Рассмотрим несколько конструкций эксцентриковых зажимов.

На фиг. 44 показан зажим, применяемый в сборочно-сварочных приспособлениях для зажатия штампованных или кованных деталей, установленных по предварительно просверленному отверстию с помощью штыря 2, который одновременно является элементом зажима. Зажатие осуществляется эксцентриком 1 с помощью штыря 2 и быстросъемной шайбы 3. В этом случае эксцентрик перемещается не непосредственно по детали, а по торцу втулки, соответствующим образом термически обработанной. Такая конструкция всегда предпочтительнее, так как при перемещении эксцентрика по детали последняя сминается и стремится переместиться в горизонтальном направлении. Недостатком зажима является наличие отъемной шайбы 3 и некоторое неудобство пользования, так как эксцентрик не виден работающему.

На фиг. 45 показаны конструкции эксцентриковых зажимов для цилиндрических деталей. Такие зажимы широко применяются в сборочно-сварочных приспособлениях и хорошо зарекомендовали себя в отношении быстроты действия и надеж-

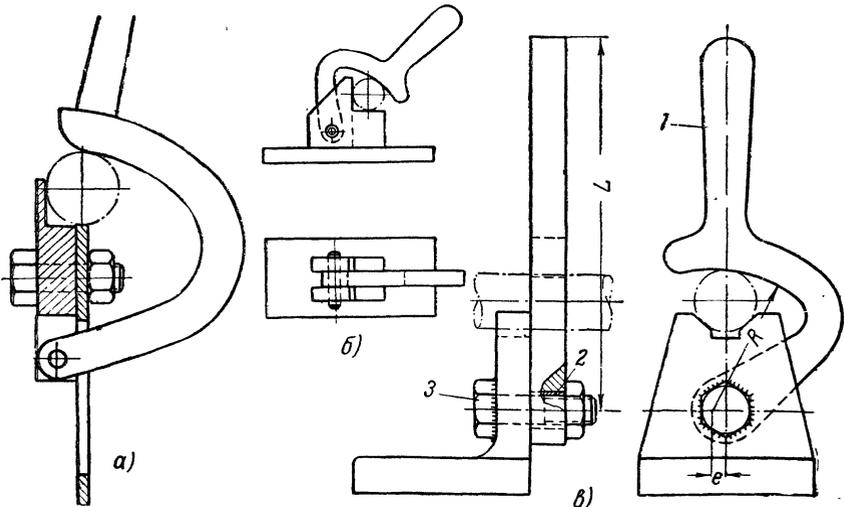


Фиг. 44. Эксцентриковый зажим для зажатия плоских деталей.

ности. Выбор размеров  $R$  и  $e$  рубильника может быть произведен также с помощью номограммы фиг. 43.

Рубильник, показанный на фиг. 45, в, на первый взгляд может вызвать поворот зажимаемой трубы вокруг ее оси.

Нетрудно показать, что зажимаемая цилиндрическая деталь может повернуться лишь при некоторых определенных условиях. По фиг. 46 видно, что для этого равнодействующая внеш-



Фиг. 45. Эксцентровые зажимы для зажатия цилиндрических деталей.

них сил  $Q$  должна лежать вне опорных точек  $A$  и  $B$ . Иными словами, поворот детали возможен при условии, когда

$$\mu = \operatorname{tg} \rho > \operatorname{tg} \varphi.$$

Для призмы с углом  $90^\circ$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{x}{r+x} = \frac{r \cos 45^\circ}{r(1+\cos 45^\circ)} = \frac{\sqrt{2}}{2+\sqrt{2}}.$$

При трении металла по металлу  $\mu_{\max} = 0,415$ <sup>1</sup>. Следовательно, при зажатии металлического цилиндра в призме с углом  $90^\circ$  металлическим рубильником поворот детали невозможен. Даже в случае тонкостенных труб зажим не вызывает вмятин, как можно было бы предположить. При этом высота рукоятки  $L$  обычно принимается равной  $1-1,5 R$ , где  $R$  — радиус эксцентрика.

<sup>1</sup> С. Б. Минут, Опытное исследование несмазанных фрикционных материалов, Труды КМММИ, выпуск 43—44/5.

Чем меньше толщина стенки и чем больше диаметр трубы, тем в этих пределах величину  $L$  берут меньшей.

Чтобы эксцентрик-рубильник 1 (фиг. 45,б) легко вращался на болте 3, на болт надевается трубка 2, высота которой на 0,1—0,2 мм больше толщины рубильника.

#### Винтовые зажимы

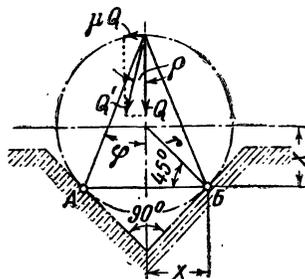
Для зажимных винтов целесообразно применять прямоугольную или трапециoidalную нарезку. Учитывая возможность использования инструмента для нарезки крепежных винтов, можно допускать для зажимных винтов с наружным диаметром до 12 мм обычную треугольную нарезку, а выше 12 мм — трапециoidalную и ленточную.

Угол  $\alpha$ , обеспечивающий самоторможение, выбирается из условия

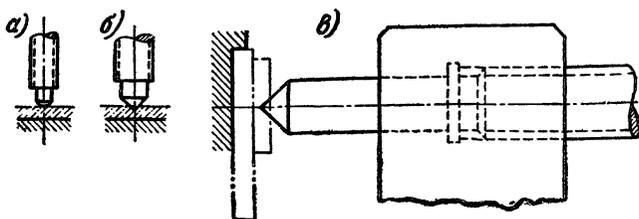
$$\operatorname{tg} \alpha \leq \operatorname{tg} \rho = \mu.$$

В качестве зажимных винтов не рекомендуется применять готовые крепежные болты. Следует применять винты со специальными концами и головками. В случаях когда не требуется большая площадь прижима, концы зажимных винтов выполняются, как показано на фиг. 47,а.

Иногда для зажатия и одновременной фиксации шайб и других плоских деталей углублением от керна применяется винт



Фиг. 46. Схема зажима.



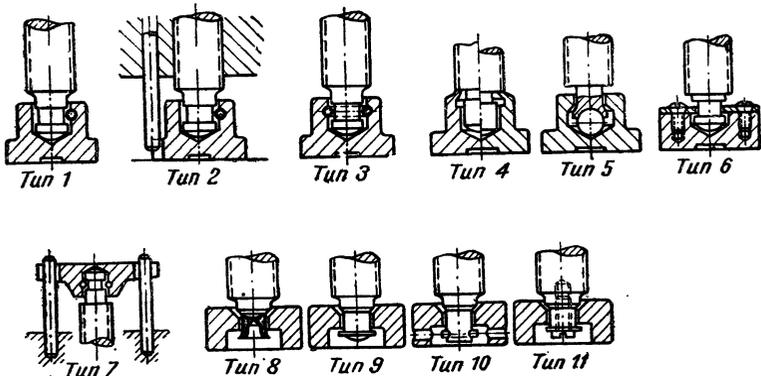
Фиг. 47. Зажимные винты.

с острым концом (фиг. 47,б). Если требуется более точная фиксация детали, конец винта снабжается направляющей, скользящей по соответствующему обработанной поверхности гайки (фиг. 47,в).

В случаях опасности повреждения обработанной поверхности применяют винты с прижимными пятками (фиг. 48). Чтобы пятка не вращалась, она снабжается рифленой поверхностью или штифтами (фиг. 48, типы 2 и 7). На фиг. 48 представлено несколько конструкций пяток, из которых наиболее рационален

тип 5; недостатком этой конструкции является невозможность демонтажа.

Вместо пяток можно применять более простые прижимные кольца (фиг. 48, типы 8—11) небольших размеров. Но пятки более рациональны, так как они допускают больший перекося, а следовательно, обеспечивают более равномерное распределение прижимного усилия.



Фиг. 48. Конструкции прижимных пяток и колец.

Головки нажимных винтов также должны иметь конструкцию, отличную от головок обычных крепежных болтов даже в случае, если нажимной винт должен заворачиваться гаечным ключом. При обычной головке гаечный ключ приходится держать на весу во все время работы. Поэтому обычную головку под ключ необходимо дополнить опорой в виде буртика (фиг. 48,а).



Фиг. 48а.  
Головка нажимного винта с буртиком.

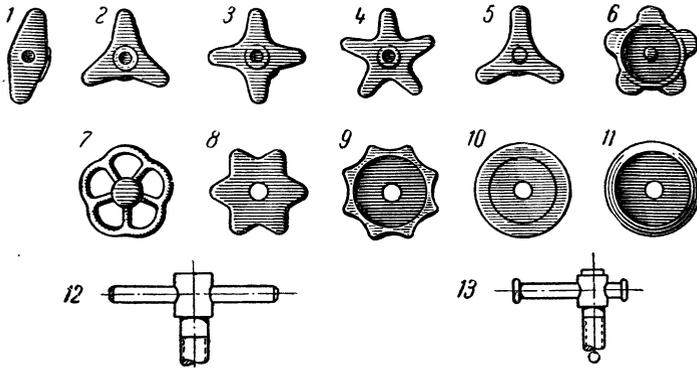
Нажимные винты снабжают рукоятками. На фиг. 49 дано 13 типов рукояток, применяемых в приспособлениях с ручным зажимом винтов.

Наилучшими являются рукоятки с четным числом углов (типы 1 и 3), которые удобно охватить рукой. Треугольная ручка (тип 2) — наихудшая.

Зажимные рукоятки следует располагать так, чтобы они были доступны и их можно было беспрепятственно поворачивать на полную окружность.

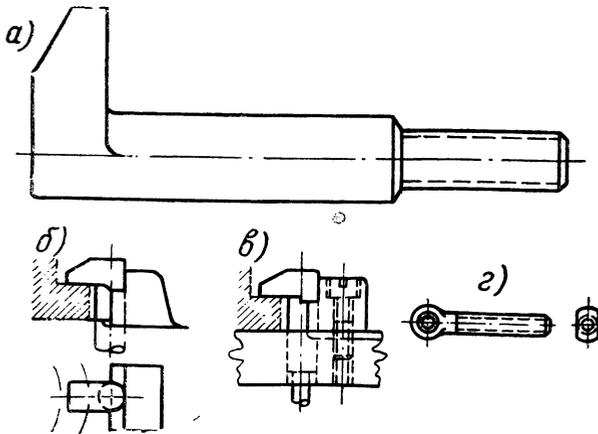
Практически установленная минимальная высота рукоятки над плоскостью приспособления равна 40 мм. Конструктивными видоизменениями простого винта для зажима являются Г-образные и шарнирные болты. Г-образный болт (фиг. 50,а) применяется для зажатия деталей с узкими бортиками в случаях, когда для зажимного устройства мало места. Ввиду того что Г-образный болт подвергается изгибу во время зажатия, следует предусмотреть прилив или привертной пластик, воспри-

нимающие изгибающий момент, возникающий в процессе зажатия детали (фиг. 50,б и в). Шарнирный болт (фиг. 50,г) применяется не в качестве самостоятельного зажима, а является



Фиг. 49. Конструкции рукояток зажимных винтов.

элементом комбинированных зажимов (см. ниже). Зажатие с помощью Г-образного и шарнирного болтов отличается от рассмотренных ранее случаев вращением гайки, а не болта. Что-

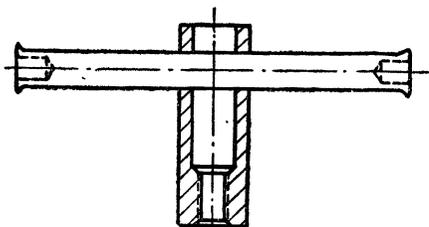


Фиг. 50. Г-образные и шарнирные болты.

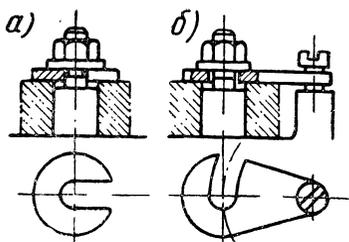
бы предохранить руки от ранения, при вращении гайки, часто применяются специальные так называемые высокие гайки (фиг. 51).

Быстродействующий зажим может быть осуществлен сочетаниями разрезной шайбы с гайкой и неподвижным болтом.

Эта конструкция зажима применима в случаях, когда зажимаемая деталь устанавливается на штырь ранее расточенным отверстием, диаметр которого больше наружного диаметра гайки (фиг. 52,а). Разрезная шайба должна снабжаться накаткой и быть не очень тонкой. Часто разрезную шайбу крепят на



Фиг. 51. Высокая гайка.



Фиг. 52. Зажимы с разрезной шайбой.

оси к корпусу приспособления (фиг. 52,б). Шайбе нужно обеспечить свободу перемещения вдоль оси в пределах допуска изделия.

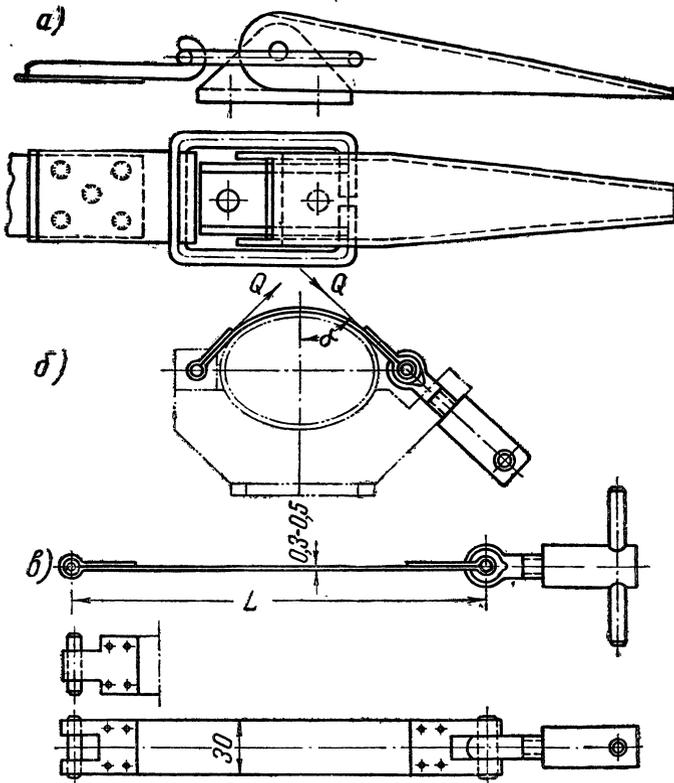
#### Ленточные зажимы

Отличием ленточных зажимов является способность их принимать форму зажимаемой детали благодаря эластичности элемента зажима — стальной ленты. Конструктивно эти зажимы представляют собой комбинацию тонкой стальной ленты (0,3—0,5 мм) с шарнирным болтом и гайкой или трехзвенным замком патефонного типа (фиг. 53,а).

Обычно применяются ленты шириной около 30 мм. Ленточные зажимы используют для закрепления трубчатых деталей овальной, эллиптической или неправильной формы и полых изделий (баков, патрубков и т. д.). Применение эластичных зажимов вместо жестких обусловлено трудностью изготовления жестких зажимов, совпадающих по всему контуру с зажимаемой деталью и поэтому деформирующих последнюю. На фиг. 53,б представлен ленточный зажим для закрепления патрубка овальной формы. Длина ленты выбирается в соответствии с размером зажимаемой детали. Оба конца ленты загибаются вокруг оси шарниров и свариваются точечной сваркой (фиг. 53,в) или склепываются, образуя петлю. Иногда для предохранения поверхности зажимаемых деталей от местных повреждений к внутренней стороне ленты приклеивается или приклепывается войлочная прокладка. Заклепки устанавливаются изнутри таким образом, чтобы головки их были утоплены в войлоке. Общий недостаток ленточных зажимов — сравнительно быстрый излом ленты вблизи заклепок или сварных точек.

### Комбинированные зажимы

Большинство зажимов, применяемых в приспособлениях, представляет собой различные комбинации элементарных зажимов: эксцентриковых, рычажных и др.



Фиг. 53. Ленточные зажимы.

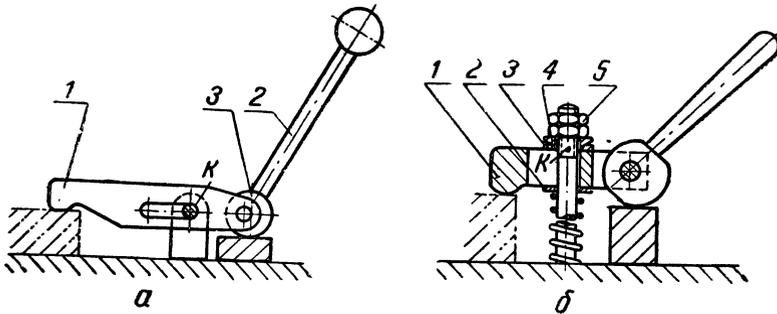
### Рычажно-эксцентриковые зажимы

На фиг. 54,а изображен рычажно-эксцентриковый зажим. Он состоит из рычага-прихвата 1 с опорой в точке К. Усилие от рукоятки 2 передается с помощью эксцентрика 3 и рычага.

На фиг. 54,б показан другой рычажно-эксцентриковый зажим, отличающийся конструкцией шарнира. В этом зажиме шарнир заменен пружиной, упирающейся в шайбу 2 и удерживающей прихват. Последний прижимается к пружине двумя сферическими шайбами 3 и 4, благодаря чему болт 5 при перекосе прихвата не изгибается. К. п. д. этого зажима меньше к. п. д. зажима, описанного выше, вследствие того, что трение

между сферическими шайбами больше трения в шарнире зажима *фиг. 54,а*.

Для плоских деталей применяют рычажно-эксцентриковый зажим (*фиг. 55*). Зажимное действие его достигается эксцентричным положением оси вращения скобы *1* относительно центра цилиндрической части рычага *2*. Винт *3* обеспечивает зажатие при различной высоте деталей. Выступ рычага *2* служит для откидывания его рукояткой скобы *1*. Недостатком зажима является использование для зажатия изделия только части уси-



**Фиг. 54.** Рычажно-эксцентриковые зажимы.

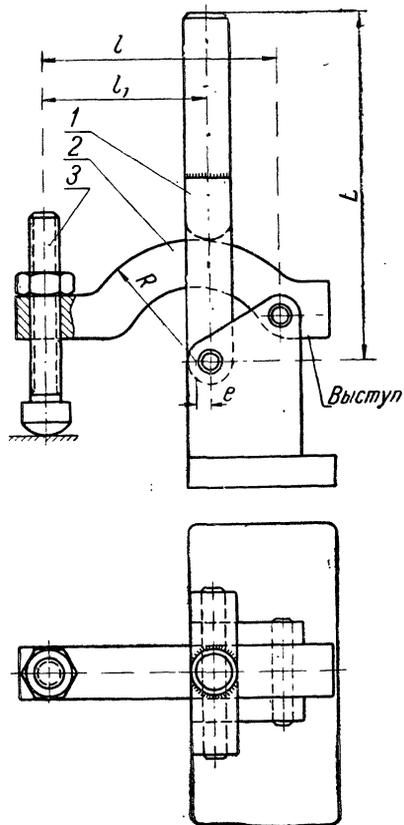
лия эксцентрика. Усилие зажатия растет с уменьшением плеча  $l_1$  и расстояния  $e$  (эксцентриситета) между осями рычага *2* и скобы *1*, а также с увеличением длины  $L$  рукоятки скобы и плеча *1*.

Быстродействующий и сильный зажим показан на *фиг. 56*.

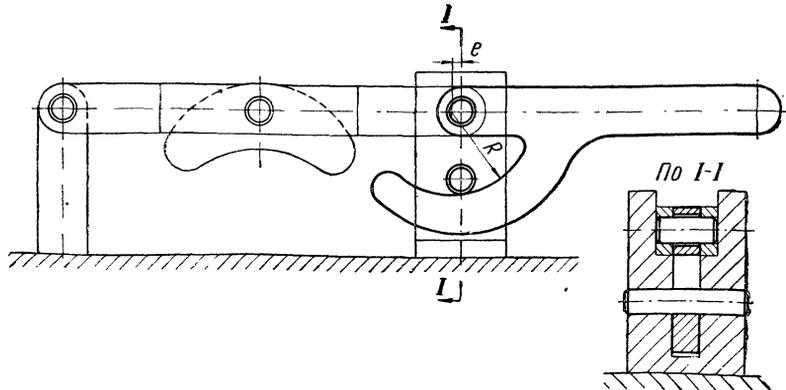
#### Рычажно-винтовые зажимы

На *фиг. 57* показан зажим, подобный зажиму *фиг. 54*, но принципиально отличный от него. Зажимное усилие создается навинчиванием высокой гайки на винт. В данной конструкции усилие  $Q_1$  при любом соотношении  $l_1$  и  $l_2$  будет меньше усилия  $Q$ , развиваемого гайкой с винтовой нарезкой. Перекос прихвата в этой конструкции зажима возможен благодаря сферической форме конца гайки.

Для зажатия прихвата здесь применена высокая гайка с поперечиной, которая может быть заменена в случае необходимости другой рукояткой. Для зажима обработанной поверхности прихват делают гладким, при необработанной — прихват снабжается выступом. Освобождение изделия может производиться сдвиганием прихвата или его поворотом (в зависимости от конкретных условий). В первом случае прихват снабжается продолговатым отверстием и пазом под опорный болт (*фиг. 57,б*), во втором — применяется прихват, показанный на *фиг. 57,в*.



Фиг. 55. Рычажно-эксцентриковый зажим с частично используемыми усилиями.

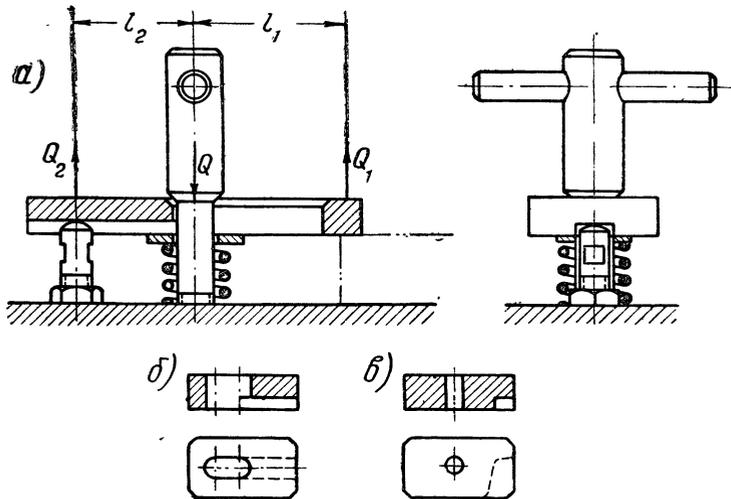


Фиг. 56. Рычажно-эксцентриковый быстродействующий зажим.

Для обеспечения достаточного открывания прихвата необходимо при конструировании проверять длину паза.

Опорный болт допускает регулирование высоты зажима в зависимости от размеров зажимаемой детали. На фиг. 58,а показана конструкция зажима, в которой опорный болт прикреплен к прихвату.

На фиг. 58,б дан прихват, отогнутая часть которого служит опорой. Этот прихват проще, но не допускает боковых перекосов.



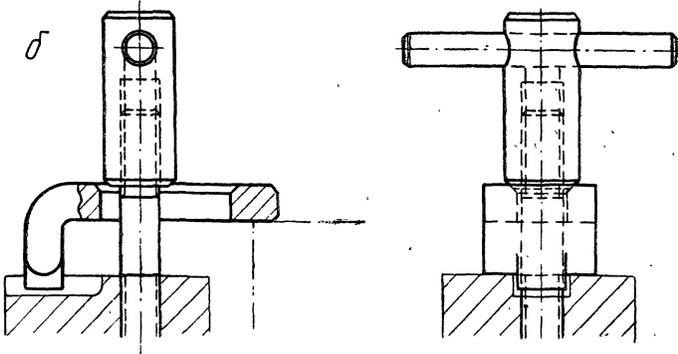
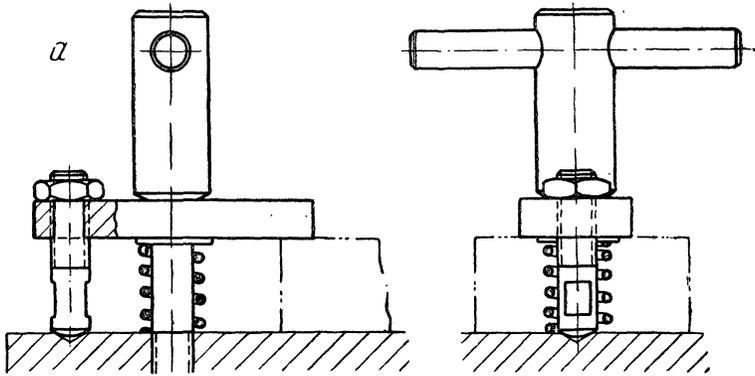
Фиг. 57. Рычажно-винтовой зажим.

Рычажно-винтовой зажим, работающий по схеме зажима фиг. 54, показан на фиг. 59. Сила зажима может изменяться в широких пределах за счет изменения плеч  $l_1$  и  $l_2$ .

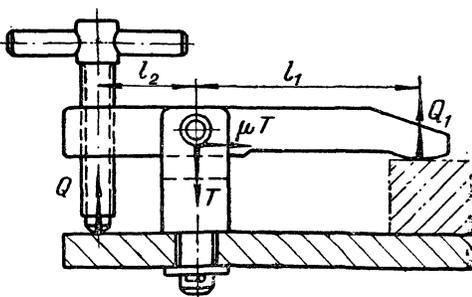
Эта конструкция обладает тем недостатком, что боковой перекоп прихвата передается на шарнирную ось и ухудшает условия вращения. На фиг. 60 показан рычажно-винтовой зажим для цилиндрических деталей диаметром 16—30 мм. Схема зажима, как и в предыдущем случае, обеспечивает силу зажатия, превышающую усилие, развиваемое винтом.

Недостатки зажима: 1) в случае отклонения диаметра детали от расчетного зажим перестает центрировать деталь и зажимное усилие отклоняется от биссектрисы призмы; 2) зажимная планка не связана с винтом и поэтому для установки ее в рабочее положение и откидывания необходимо дополнительное время.

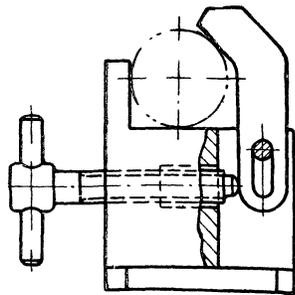
Рычажно-винтовые зажимы для закрепления трубчатых деталей показаны на фиг. 61. Эти зажимы применяются с регулирующими призмами (фиг. 21,а). Достоинством зажимов является



Фиг. 58. Зажим с опорным болтом.

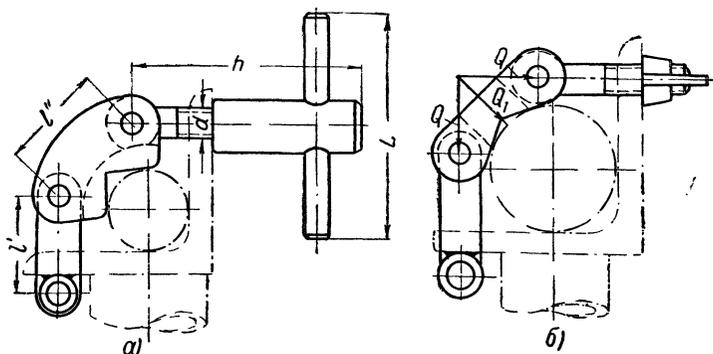


Фиг. 59. Рычажно-винтовой зажим.



Фиг. 60. Рычажно-винтовой зажим для цилиндрических деталей.

благоприятное распределение усилий, обеспечивающее самоцентрирование деталей и быстроту действия. Для зажатия или освобождения детали достаточно повернуть гайку на полоборота.

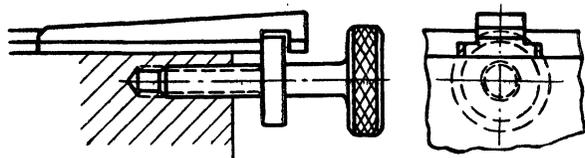


Фиг. 61. Многорукие рычажно-винтовые зажимы для цилиндрических деталей.

Прижимная планка (фиг. 61,а) применяется для зажима деталей диаметром 12—27 мм, планка фиг. 61,б — для деталей диаметром 28—60 мм.

#### Клино-винтовые зажимы

Выше мы установили, что клиновые зажимы требуют для сильного зажатия применения молотка. Кроме того, они являются отъемной частью приспособления, что также относится к их недостаткам.

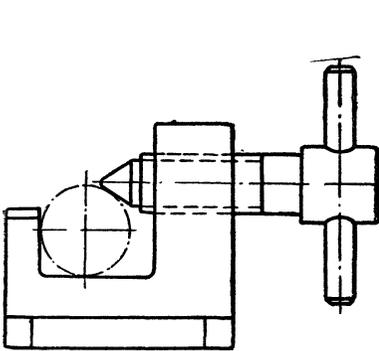


Фиг. 62. Клино-винтовой зажим с поступательным перемещением клина.

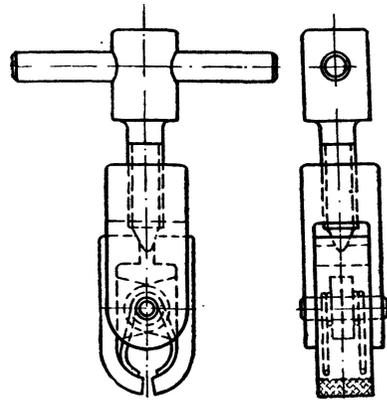
В конструкциях, рассмотренных ниже, усилие, действующее на клин, создается винтом. В зажиме, показанном на фиг. 62, клин перемещается по пазу. Винт снабжен выступающим кольцом, которое входит в прорезь клина, и, вращаясь, заставляет клин двигаться вдоль оси винта. При подсчете осевого усилия, развиваемого винтом, следует учитывать трение торца кольца в прорези клина. На фиг. 63 изображен клино-винтовой зажим для цилиндрических деталей. Усилие зажатия, развиваемое зажи-

мом, велико, но зажим обладает рядом существенных недостатков: 1) вследствие значительного усилия зажатия в точке сопряжения конуса винта с цилиндром на детали остается вмятина или след от конуса; поэтому для зажатия тонкостенных труб и обработанных поверхностей этот зажим недопустим; 2) при установке детали и ее удалении вверх требуется много времени для вывинчивания и завинчивания винта.

Конструкция винта с конусным концом более удачно использована в зажиме (фиг. 64), который широко распространен и служит для закрепления деталей с отбортовкой (баков) при



Фиг. 63. Клино-винтовой зажим для цилиндрических деталей с одно-временным вращательным и поступательным движением.



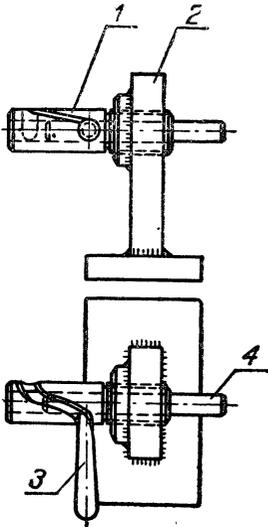
Фиг. 64. Зажим для зажатия отбортованных деталей при сборке.

сборке под прихватку. При самой малой величине отбортовки зажим прекрасно работает. На ряде заводов такой зажим нормализован.

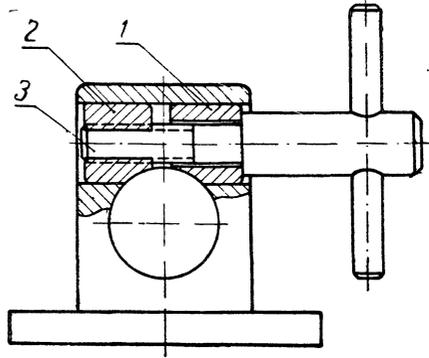
На фиг. 65 показан быстродействующий сильный зажим, состоящий из втулки 1, нарезанная часть которой вращается в гайке 2. Другая часть втулки снабжена прорезью под байонет 3. Прижимной штырь 4 быстро перемещается по прорези и затем вместе со втулкой вращается в гайке, осуществляя зажатие.

Зажим (фиг. 66) носит название тангенциального или револьверного. Действие зажима основано на заклинивании цилиндра кулачками 1 и 2, которое происходит под действием стягивающего усилия от винта 3.

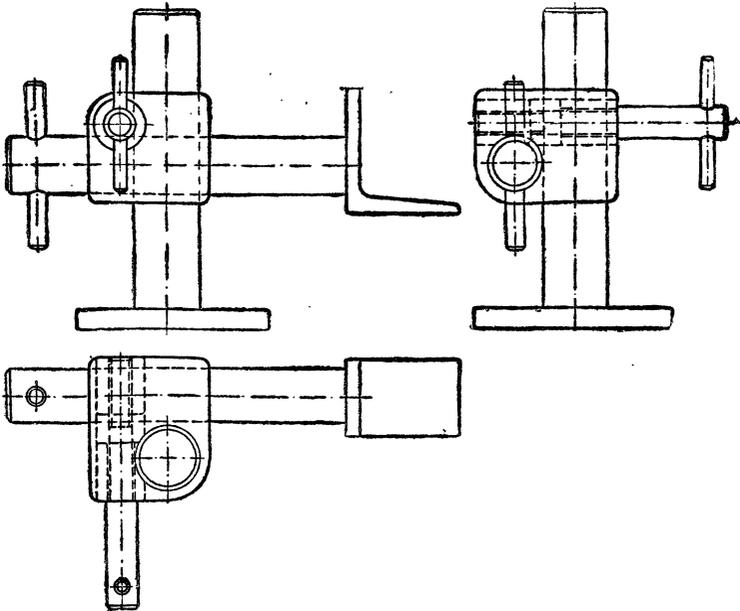
На фиг. 67 показано применение тангенциального зажима для закрепления плавающего фиксатора одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Благодаря исключительной надежности и скорости действия этот зажим применяется также для закрепления осей поворотных приспособлений и плавающих фиксаторов.



Фиг. 65. Быстродействующий комбинированный зажим.



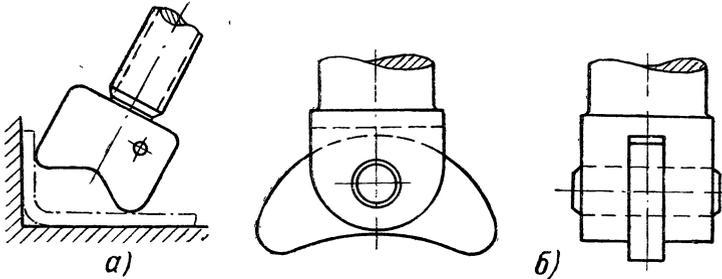
Фиг. 66. Тангенциальный зажим.



Фиг. 67. Плавающая стойка с тангенциальным зажимом.

### Многokrатные зажимы

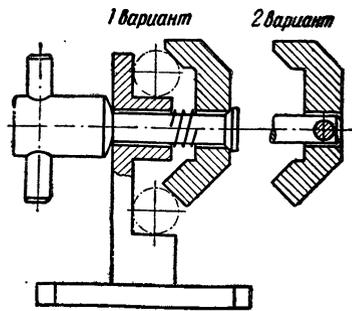
Многokrатные зажимы представляют собой комбинированные зажимы, служащие для одновременного зажатия изделия в нескольких местах в одной или разных плоскостях. В большинстве случаев эти зажимы выполняются в виде рычажно-винтовых.



Фиг. 68. Конструкции выравнивающих кулачков.

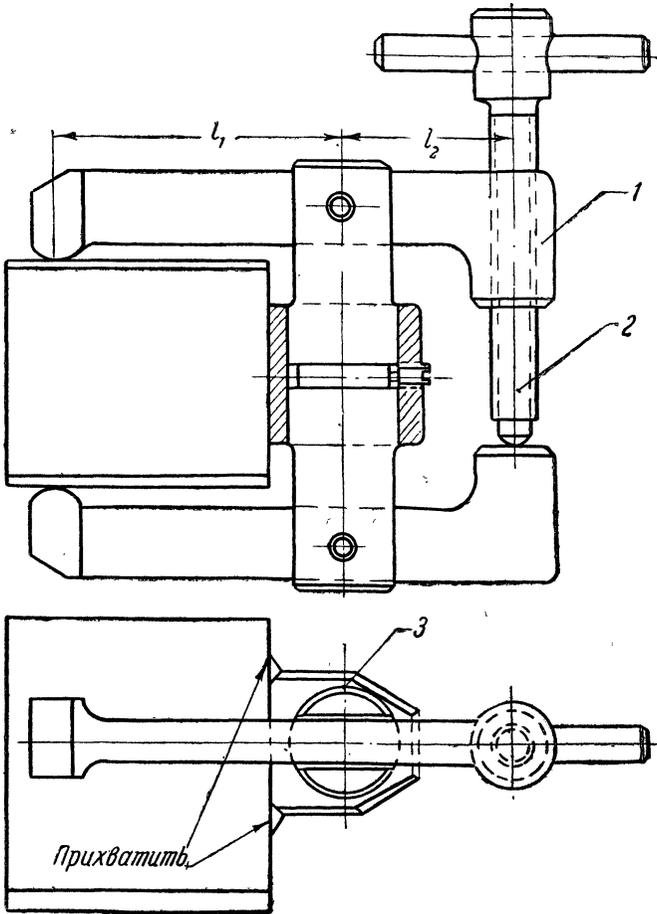
Если в какой-либо точке не требуется усиленного зажатия, то следует обеспечить автоматическое выравнивание сил зажима. Конструкции элементов выравнивания разнообразны; чаще всего применяются шарнирные или коромыслообразные кулачки (фиг. 68).

При помощи коромыслообразного рычага возможно одновременное зажатие нескольких деталей. В случае, если зажимаются две детали, равнодействующая располагается в одной плоскости с силами зажатия. Расстояние от точки зажатия до равнодействующей подбирается в зависимости от того, какое изделие необходимо зажать сильнее. На фиг. 69 показан зажим для одновременного зажатия двух цилиндрических деталей. Из двух вариантов крепления прижимной планки предпочтительнее первый, так как планка может свободно перекашиваться в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях. На фиг. 70 изображен двухсторонний зажим для закрепления коробчатых ребер нервюрных узлов.

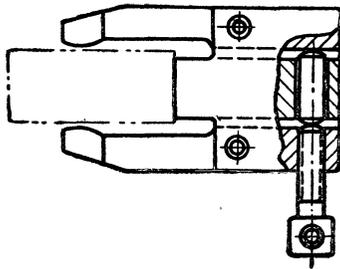


Фиг. 69. Комбинированный зажим для зажатия двух цилиндрических деталей.

Поворотом нажимного болта 2 на пол оборота достигается одновременное прижатие обоих ребер к плоскости фиксатора и надежное удержание их в нужном положении на время прихватки. После прихватки винт ослабляется и зажимные планки 1



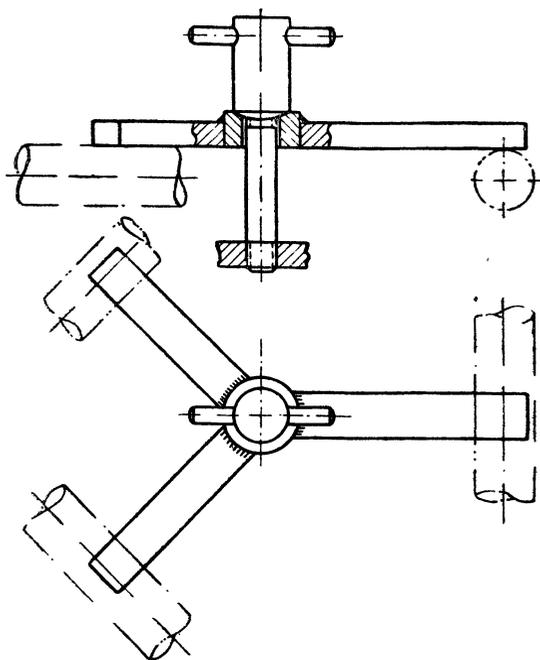
Фиг. 70. Комбинированный зажим для зажатия листовых деталей.



Фиг. 71. Комбинированный зажим с промежуточным штифтом.

повертываются на оси 3 на  $90^\circ$ , освобождая узел. Силу зажатия можно регулировать. Недостатком зажима является изгиб зажимного болта 2 в процессе зажатия. Этот недостаток устранен в двухстороннем зажиме фиг. 71, где усилие зажима передается с помощью штифта, скользящего в направляющем отверстии.

При зажатии трех деталей одновременно точка приложения усилия должна располагаться внутри треугольника, соединяющего три точки касания фигурного прихвата, и не находиться на прямой, соединяющей какие-либо две из них. На фиг. 72 показан



Фиг. 72. Комбинированный зажим для зажатия трех деталей.

зажим для трех цилиндрических деталей. Можно закреплять одновременно и свыше трех изделий. Однако одновременное закрепление свыше двух изделий применяется редко (исключая многоместные приспособления), так как приспособление становится неудобным в обслуживании и сила зажатия в каждой точке уменьшается.

#### Выбор зажимов

Выше были указаны (см. гл. II, § 6) основные требования, которым должны удовлетворять зажимы. Зажим должен быть прост как в изготовлении, так и в монтаже. Простота изготовления не может рассматриваться вне связи с оборудованием для

изготовления приспособлений. Поэтому вопрос о конструкции зажимов должен рассматриваться в каждом конкретном случае с учетом производственных возможностей.

При массовом или крупносерийном изготовлении наиболее дешевой и производительной является обработка холодным штампованием. Следует стремиться к уменьшению слесарной доработки при монтаже зажимов. Второе, третье и четвертое (см. гл. II, § 6) требования могут быть выражены в математической форме. Это даст возможность подойти к выбору зажима не только с качественной, но и с количественной оценкой. Такая всесторонняя оценка облегчит задачу выбора наиболее рационального зажима.

Для сравнения различных зажимов введем унификацию размеров их (см. табл. 1).

Таблица 1

№ по пор.	Наименование	Количественная характеристика	Примечание
1	Длина рукоятки $L$	100 мм	См. фиг. 37, 41, 42, 45b, 55, 56
2	Длина плеч рычагов $l_1$ и $l_2$	50 "	См. фиг. 37, 38, 55, 56, 57, 59,
3	Радиус эксцентрика $R$	30 "	См. фиг. 45b, 55, 56
4	Эксцентриситет $e$	3 "	См. фиг. 45b, 55, 56
5	Угол наклона клина $\alpha$	6°	См. фиг. 41.
6	Диаметр нарезки винта и гайки $d$	12 мм	
7	Наружный диаметр высокой гайки $D$	24 "	
8	Угол наклона нарезки винта $\alpha_0$	3°	
9	Угол у вершины нарезки $2\beta$	60°	
10	Радиус байонетного штока $r_0$	12 мм	
11	Радиус кулачка $R_0$	12 "	
12	Радиус цапф $r$	5 "	
13	Коэффициент трения $\mu = \operatorname{tg} \rho$	0,1	

Для выражения вышеуказанных трех требований в математической форме третье требование может быть сформулировано двояко. Если задана сила зажатия  $Q$ , то наилучшим будет зажим, который обеспечит эту силу при наименьшем усилии  $P$  рабочего. Это же требование можно сформулировать по-другому. При определенном постоянном усилии  $P$ , прикладываемом к зажиму, наилучшим будет зажим, преобразующий это усилие в максимальную силу зажатия. На этом последнем положении и строится наше сравнение.

К. п. д. зажима  $\eta$  представляет собой отношение работы преобразованного усилия к общей затраченной работе, или — что тоже — отношение разности общей затраченной работы и потерь на трение к общей затраченной работе. Скорость работы  $\nu$  зажима характеризуется отношением пути, проходимого элементом зажатия (прихватом, эксцентриком и т. д.), к пути, на котором действует усилие рабочего (на рукоятке или попереchine). Формулы и расчеты даны в приложении.

Лучше всего указанным выше требованиям удовлетворяют шарнирно-рычажные зажимы. Они развивают весьма большие усилия зажатия при сравнительно небольшом напряжении руки рабочего. Этому способствует и высокий к. п. д. этих зажимов. Скорость зажатия и освобождения изделий из этих зажимов значительно выше, чем во всех других рассмотренных зажимах. Подбором амортизаторов можно регулировать усилия зажатия в широких пределах. Элементы этих зажимов просты и при серийном или массовом производстве могут изготавливаться штамповкой. После штамповки требуется лишь развертка отверстий. Широкое внедрение шарнирно-рычажных зажимов в приспособления повысит производительность и уменьшит утомляемость рабочих.

## § 7. Опорные и направляющие элементы приспособлений

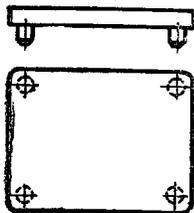
### Основания приспособлений

В зависимости от размеров и формы приспособлений в качестве оснований применяются плиты, корпуса, рамы и каркасы. Небольшие приспособления монтируются на плитах. Размеры плит обычно не превышают  $250 \times 300$  мм при толщине 10—14 мм. Плита снабжается четырьмя ножками, которые запрессовываются или привариваются (фиг. 73).

Если приспособление имеет значительные размеры в одном направлении, то часто в качестве оснований применяются швеллеры подходящих размеров. Для крупных приспособлений, расположенных в одной плоскости, основания изготавливаются в виде рам (фиг. 74) из профильного проката, с приваренными к ним платиками в местах расположения фиксаторов, зажимов и других деталей приспособления.

Для приспособлений, расположенных в различных плоскостях в пространстве, основаниями служат сварные каркасы, набранные из различного профильного проката (фиг. 75).

При проектировании рам и каркасов сборочных приспособлений все более широко применяются трубы вместо прокатных профилей. Использование стальных труб в сборочных приспособлениях дает преимущество большей жесткости, более выгодного отношения прочности к весу и уменьшения травматизма, обычно вызываемого наличием острых кромок и углов. Сравнительный анализ показал, что трубчатый каркас приспособления значительно дешевле каркаса из профильного проката, хотя стоимость материала в первом случае в среднем на 33% выше.



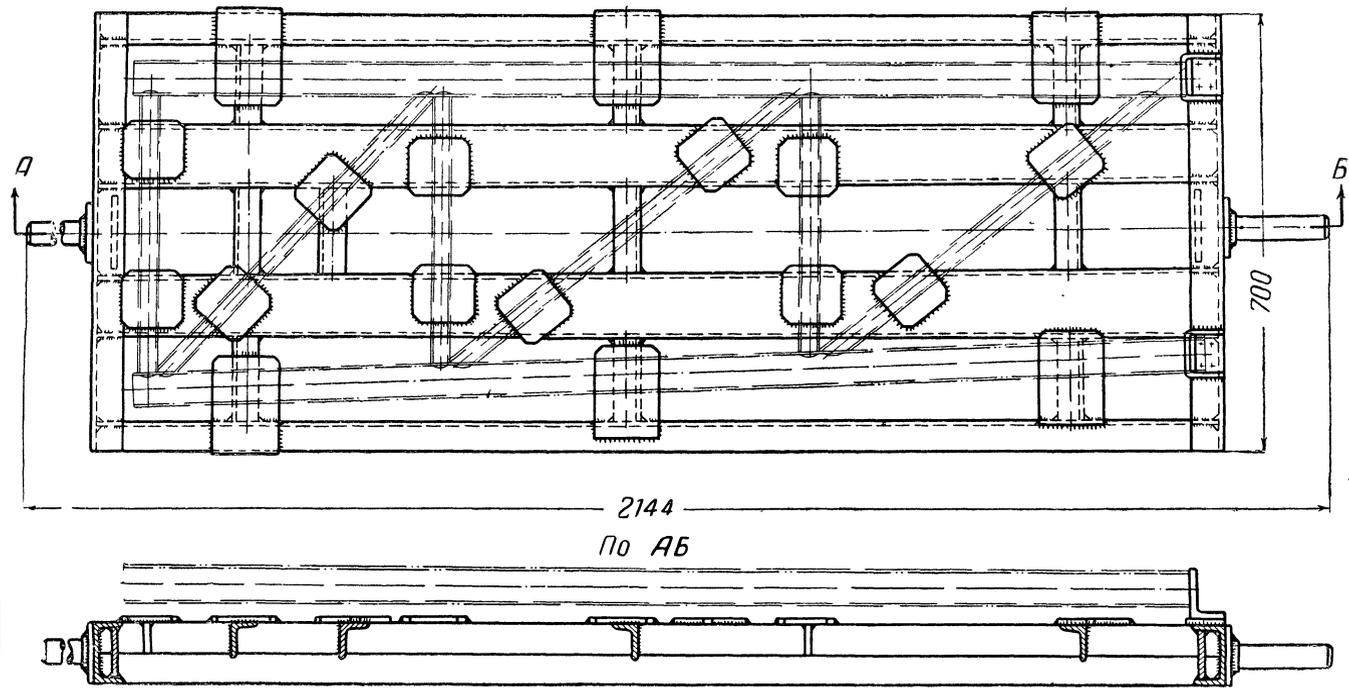
Фиг. 73. Основание приспособления в виде плиты.

При проектировании крупных каркасов сборочных приспособлений возникает ряд трудностей, которые требуют особого разрешения. Чем крупнее каркас приспособления, тем труднее обеспечить жесткость всех его элементов. Требование увеличения жесткости часто приводит конструктора к ферменной конструкции. Ферменные конструкции затрудняют подход к собираемому и прихватываемому изделию. Поэтому рекомендуется применять рамные конструкции типа, показанного на фиг. 76.

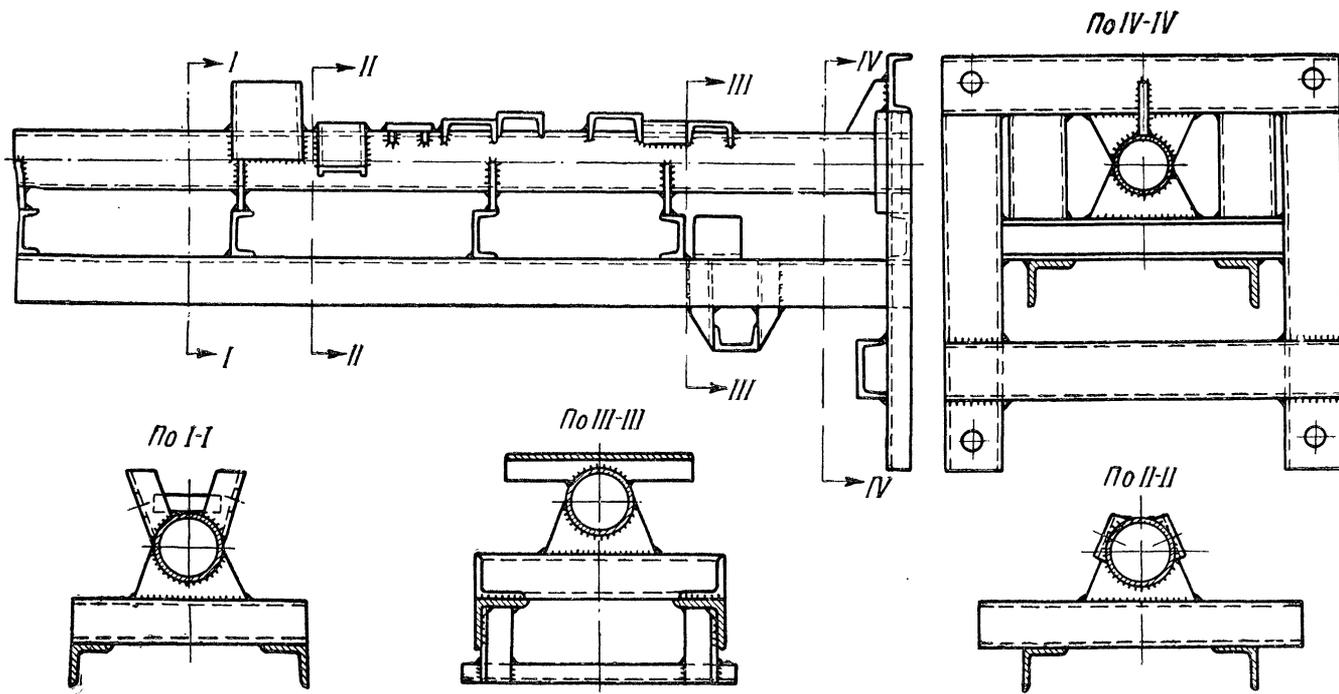
Такая конструкция облегчает подход к приспособлению во время сборки и создает удобные условия работы, обеспечивая вместе с тем требуемую жесткость. Требование жесткости каркаса приспособления ограничивает число опор. Каркасы приспособлений должны устанавливаться не более чем на трех опорах. Если размеры приспособлений не позволяют применить конструкцию каркаса достаточной жесткости для установки на трех опорах, предусматриваются дополнительные регулируемые опоры.

### Кронштейны

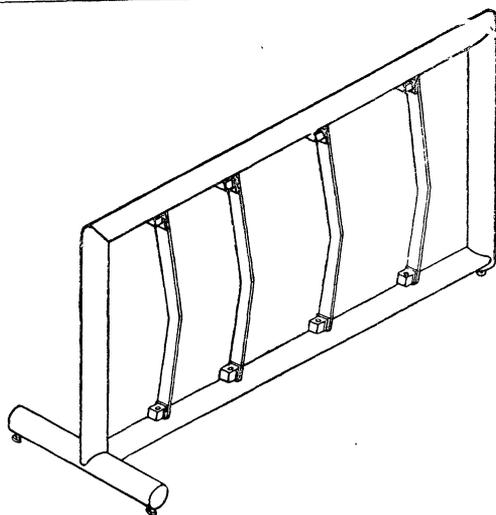
Самыми многочисленными элементами сборочных и сварочных приспособлений являются различного рода направляющие кронштейны. Обычно направляющие кронштейны (фиг. 77) отличаются размерами  $b$ ,  $d$  и  $h$  и представляют собой стойки с приваренными к ним втулками, которые, собственно, и сообщают направление фиксатору. Часто стойку кронштейна собирают и сваривают из отдельных элементов (фиг. 77,а). Применение прокатных профилей резко снижает время и затраты на изготовление стойки, поэтому необходимо добиваться максимального использования профильного проката при конструировании кронштейнов, стоек и подобных деталей. На фиг. 77,б показан кронштейн из угольника с приваренным к нему ребром. На фиг. 77,в и 77,г изображены кронштейны, изготовленные с ис-



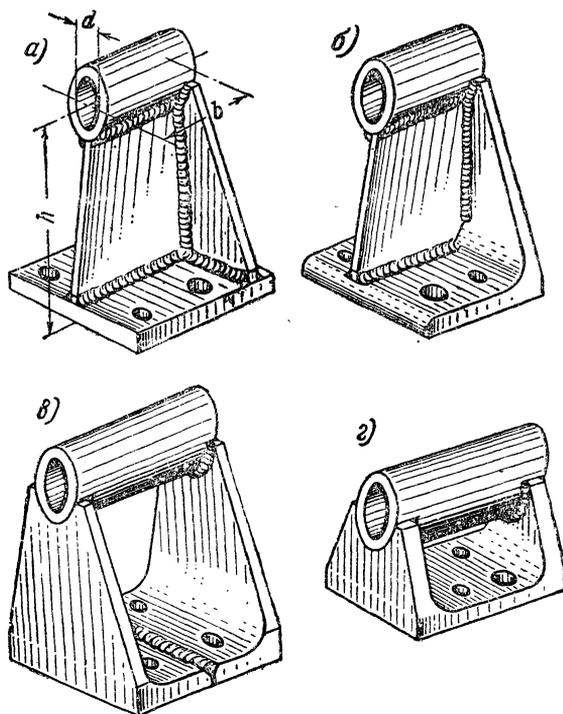
Фиг. 74. Основание приспособления в виде рамы.



Фиг. 75. Сварной каркас приспособления.



Фиг. 76. Сварное сборочное приспособление рамного типа на трех опорах.

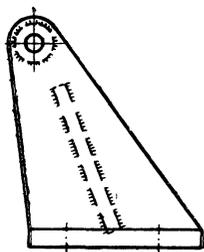


Фиг. 77. Различные конструкции направляющих кронштейнов.

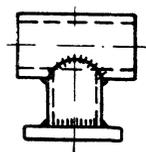
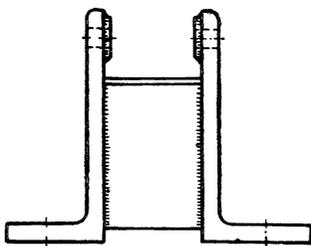
пользованием угольников и швеллеров. Для направляющих втулок рекомендуются отрезки труб подходящих диаметров с механической доработкой направляющего отверстия после сварки кронштейна.

Часто применяются кронштейны, в которых направляющими служат отверстия в ребрах кронштейна (фиг. 78).

Иногда стойка кронштейна выполняется из трубы (фиг. 79). Чаще всего такая конструкция применяется в кронштейнах на стапелях, причем в этих случаях регулирование по высоте обеспечивается с помощью пружинящей разрезной трубы (фиг. 21,а). При этом, после установки фиксатора на нужную высоту необ-



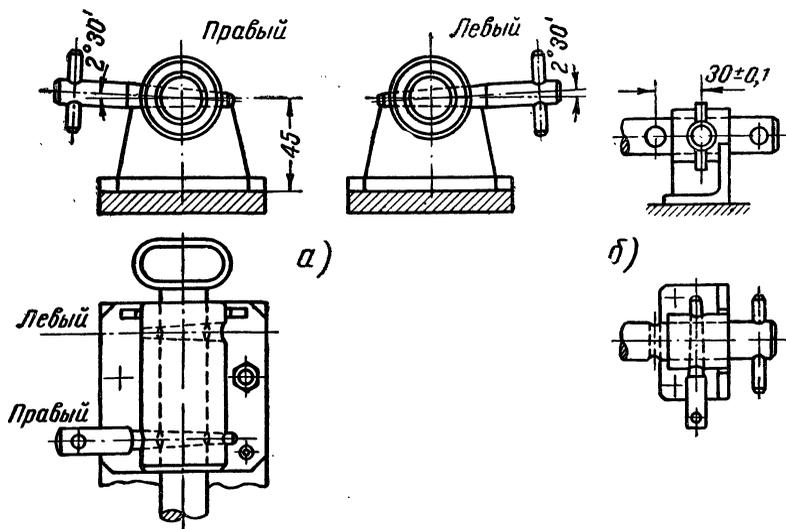
Фиг. 78. Сварной кронштейн с направляющими отверстиями в ребрах.



Фиг. 79. Сварной кронштейн с трубчатой стойкой.

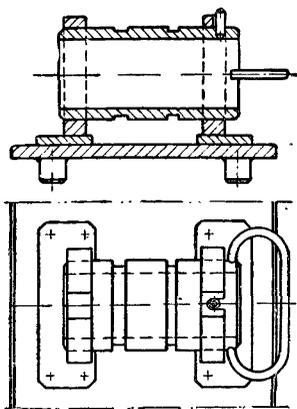
ходимо устанавливать помимо зажимного болта контрольный штифт, чтобы избежать смещения в процессе работы. Совершенно недопустимо применение разрезной втулки в качестве направляющей фиксаторов-штырей, так как при этом не обеспечивается точное направление. Вследствие деформации втулки во время зажатия перекашивается ось фиксатора-штыря, причем в зависимости от усилия зажатия перекося ось будет неодинаковым. Если положение фиксатора относительно направляющей втулки должно быть определенным, применяют вспомогательные фиксаторы, с помощью которых основной фиксатор устанавливается в строго определенное положение. В качестве вспомогательных фиксаторов применяются конусные и цилиндрические штыри. Применение конусного штыря облегчает и ускоряет установку; кроме того, в случае изнашивания конусный штырь продвигают дальше и этим устраняют люфты, неизбежные при пользовании цилиндрическим штырем. Но при конусном штыре точность установки основного фиксатора ниже, чем при цилиндрическом, так как изнашивание конусного штыря происходит неравномерно. Кроме того, при установке конусного штыря допуск на основной фиксатор сносится к одной стороне. На фиг. 80,а показано применение конусного штыря для установки фиксатора при сборке и прихватке в одном приспособлении правой и левой деталей одновременно. На фиг. 80,б изображен случай приме-

нения конусного штыря для установки фиксатора при сборке и прихватке перед сваркой в одном приспособлении двух подобных деталей различной длины.

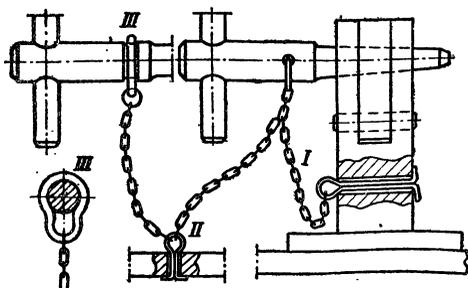


Фиг. 80. Применение конусного штыря в качестве вспомогательного фиксатора.

Часто бывает необходимо предотвратить продольное перемещение фиксатора или его вращение. В этих случаях нет необходимости применять штыри; пример установки такого фиксатора показан на фиг. 81. Во избежание потери отъемные вспо-



Фиг. 81. Предупреждение продольного и поперечного перемещений фиксатора.



Фиг. 82. Прикрепление отъемных частей.

могательные фиксаторы крепятся к корпусу приспособления или фиксатора с помощью гибкого тросика или цепочки (фиг. 82).

## § 8. Выбор материалов при проектировании приспособлений

Для деталей оснастки рекомендуется пользоваться сталями марок 20, 20А, 3, 5, 45, У7А, У8А, У12А и 65Г, практически обеспечивающими изготовление всех необходимых деталей слесарно-сварочных приспособлений. Увеличивать ассортимент сталей нет нужды, так как это усложняет работу по изготовлению оснастки и мешает унификации и нормализации деталей.

Сталь 20 служит для изготовления деталей, к которым предъявляются требования высокой твердости поверхности при вязкой сердцевине. Эта сталь цементируется на глубину 0,3—1,1 мм и закаливается до  $R_c = 55$ .

Сталь 20А применяется в виде отходов труб для изготовления каркасов ступелей. Ввиду больших габаритов, возможности деформации под влиянием собственного веса и необходимости иметь большие печи эти каркасы не подвергаются отжигу.

Сталь 3 используют для изготовления малоответственных деталей, работающих с малой нагрузкой без трения. Термической обработке эта сталь не подвергается, за исключением отжига рам и каркасов после сварки перед механической обработкой и сборкой.

Сталь марки 5 служит для изготовления средненагруженных деталей. Не цементируется и не закаливается.

Сталь 45 применяется для средненагруженных деталей и для рабочих поверхностей, не подвергающихся большому износу. Не цементируется. Закаливается до  $R_c = 40—45$ . Без термической обработки почти не применяется.

Сталь У7А служит для изготовления деталей, от которых требуется большая вязкость при умеренной твердости. Закаливается до  $R_c = 52—58$ .

Сталь У8А используют для плоских пружинных деталей, ленточных зажимов и т. д. Закаливается до  $R_c = 52—58$ .

Сталь У12А выбирают для деталей очень большой твердости, не подвергающихся ударам. Закаливается до  $R_c = 56—62$ .

Сталь 65Г служит для изготовления цилиндрических пружин и эластичных деталей.

Кроме сталей при изготовлении приспособлений используют медь и ее сплавы (для специальных электродов сварочных машин), текстолит и балинит (для деталей шаблонов и приспособлений для контактной сварки) и дерево (макеты, болванки и т. д.).

Следует указать на недопустимость применения инструментальных сталей и стали 45 без термической обработки.

## § 9. Выбор допусков при проектировании приспособлений

Точность изготовления приспособления обуславливается точностью агрегатов и узлов. Из практики механической обработки известно, что для получения точных размеров изделий соответствующий инструмент должен быть изготовлен с точностью,

примерно в 3 раза превышающей точность изделия. Это правило распространяется и на специальные приспособления для сборки и сварки, т. е. точность приспособления должна быть в 3 раза больше точности изделия, а точность макета или эталона в 9 раз больше точности изделия.

В американской и английской авиапромышленности между точностью макета и изделия принято соотношение 10, причем под точностью агрегатов принято понимать точность размеров между стыковочными точками.

По ОСТ точность отдельных классов связана между собой простым соотношением. Если принять, например, точность 7-го класса за единицу, то точность остальных классов приблизительно будет иметь кратность по табл. 2.

Таблица 2

Класс точности	5	4	3	2
Кратность по отношению к 7-му классу точности, принятому за единицу	2	4	12	24

Отсюда следует, что размеры между стыковочными точками сборочно-сварочных приспособлений должны быть выдержаны по 4-му классу точности.

Допуски на установочные размеры могут быть приняты равными по абсолютной величине допускам для отверстия и вала соответствующего размера при скользящей посадке.

Для приспособлений, как и в общем машиностроении, принята система отверстия и лишь в редких случаях прибегают к системе вала. В приспособлениях для сборки и прихватки сварных узлов и агрегатов установочные размеры должны быть выдержаны по 4-му классу точности; точность изготовления деталей приспособлений указана ниже.

Разделим все детали приспособлений на четыре группы в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями точности.

Первая группа: детали установочные или фиксирующие, непосредственно соприкасающиеся с изделием и строго определяющие его положение в пространстве (ложементы, рамки, установочные штыри и штифты).

Вторая группа: направляющие всех типов, т. е. детали, с помощью которых определяется положение в пространстве деталей первой группы и дается направление инструменту.

Третья группа: детали, непосредственно не влияющие на положение изделия, но сопряженные с другими деталями; по условиям работы эти сопряжения должны быть выполнены с

точностью не ниже 4-го класса (детали зажимов, шарнирные вилки, откидные планки).

Четвертая группа: детали, не влияющие на правильность расположения изделия, не сопрягаемые с другими деталями или сопрягаемые с зазором не выше 5-го класса точности (болты откидные, прихваты, рамы стapelей и т. д.).

Точность деталей первой и второй групп зависит от характера технологического процесса, для которого предназначено приспособление, и от точности фиксируемых деталей. Помимо этого, точность деталей первой группы связана с выбором установочных поверхностей, способов их обработки и геометрических соотношений. Допуски для деталей этой группы должны подбираться так, чтобы зазоры между поверхностями устанавливаемых деталей и поверхностями установочных и фиксирующих деталей были минимальными, но при этом была обеспечена посадка движения.

В качестве примера рассмотрим выбор допуска на цилиндрический штырь, служащий для установки в приспособлениях для сборки и прихватки отрезка трубы диаметром  $33 \times 30$  по внутреннему диаметру. Так как внутренний диаметр трубы после сварки обрабатывается разверткой, то труба поступает на сборку механически необработанная. Допуски на размеры стандартной трубы диаметром  $33 \times 30$  равны:

$$\text{для наружного диаметра } d = 33_{-0,30}$$

$$\text{для толщины стенки } S = 1,5_{-0,10}^{+0,10}$$

внутренний диаметр может иметь величину  $d = 29,5 - 30,2$ . Минимальные зазоры по 3-му классу точности (для большинства деталей сборочно-сварочных приспособлений точность выше 3-го класса нерациональна) соответствуют скользящей посадке; зазоры колеблются в пределах  $0 - 0,090$ . Поэтому диаметр фиксирующего штыря следует выбрать равным:

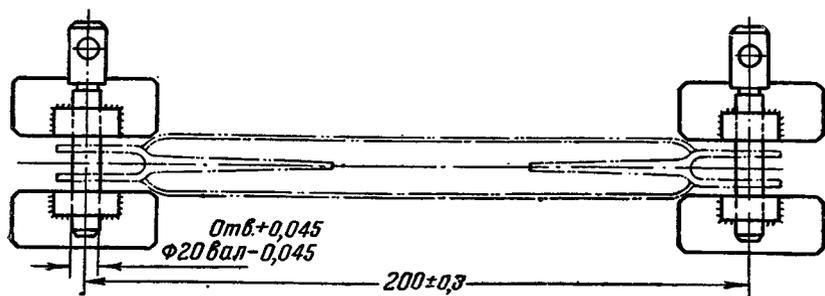
$$d = 29,5, \quad x_s = 29,5_{-0,085}^{-0,025}$$

Нетрудно проверить, что, обработав штырь по ходовой посадке, мы при наименьшем диаметре трубы  $d = 29,5_{-0,09}$  получим зазор, соответствующий скользящей посадке (0,090).

При выборе допусков для деталей второй группы необходимо учесть требование об обеспечении точности размеров между стыковочными точками детали. Иными словами, допуски направляющих деталей должны обеспечивать зазоры, не превышающие допуски на размеры между стыковочными точками. Выше мы указали, что точность сварных узлов после сварки соответствует 7-му классу точности, и так как точность приспособлений должна быть в 3 раза больше, то приспособления для сборки и прихватки должны быть изготовлены по 4-му классу точности. Но это не значит, что направляющие фиксаторов также должны иметь

точность по 4-му классу. В каждом отдельном случае допуски на фиксаторы должны рассчитываться. Например, размер 200 мм с допуском по 4-му классу точности  $\pm 0,3$  мм между стыковыми точками обеспечивается с помощью двух подвижных фиксаторов диаметром 20 мм (фиг. 83).

Если допуск на направляющее отверстие в стойке будет выбран по 3-му классу точности  $+0,045$ , а на диаметр штыря  $-0,045$ , что соответствует скользящей посадке, то крайние отклонения от размера 200 могут быть  $+0,18$  и, следовательно, допуск  $\pm 0,3$  будет выдержан. Не то будет, если для отверстия и штыря фиксатора взять допуск для той же посадки, но по 4-му классу



Фиг. 83. Обеспечение размера 200 мм между стыковочными точками с помощью двух подвижных штырей.

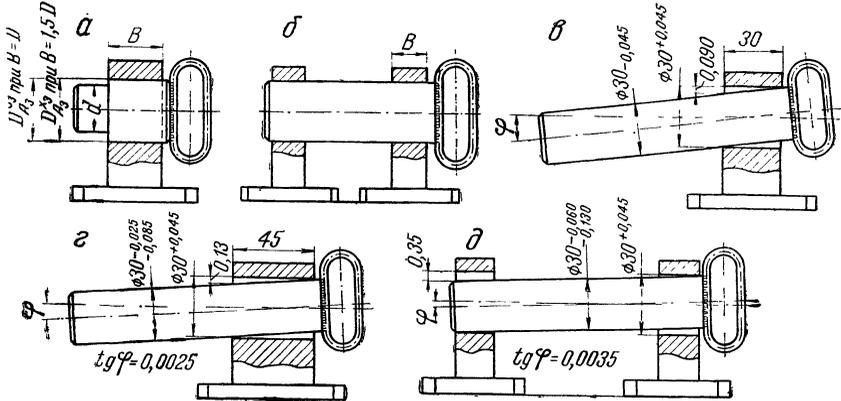
точности. Крайние отклонения при этом будут составлять  $\pm 0,56$  и допуск  $\pm 0,3$  выдержан не будет. Если один из фиксаторов сделать постоянным, оставив другой подвижным, последний может быть выполнен по 4-му классу точности.

На ряде примеров иллюстрируем выбор допусков для деталей второй группы. На фиг. 84,а показан фиксатор-штырь для установки цилиндрических деталей в сборочно-сварочные приспособления. Чтобы избежать большого перекоса штыря, обычно принимают  $B=1-1,5 d$ . В случае когда  $B=1 d$ , для штыря выбирается скользящая посадка по 3-му классу точности. В случае  $B=1,5 d$  штырь может обрабатываться по ходовой посадке того же класса точности.

Условия обеспечения точности положения фиксатора-штыря, показанного на фиг. 84,б, более благоприятны, так как перекося штыря сводится к минимуму благодаря двум направляющим (при этом увеличиваются силы трения при вынимании штыря). Ширина  $B$  каждой направляющей может быть уменьшена и вместо скользящей и ходовой посадки можно применить широкоходовую посадку по 3-му классу точности, сохранив ту же точность установки штыря. Это можно подтвердить несложным расчетом. Пусть, например, штырь имеет  $D=30$  мм и  $l=100$  мм. В случае  $B=D=30$  мм допуск на отверстие по 3-му классу  $\pm 0,045$ , допуск

на вал для скользящей посадки  $-0,045$ . Наибольший зазор равен  $0,090$  и тангенс угла возможного перекоса штыря  $\operatorname{tg} \varphi = 0,0033$  (фиг. 84, *в*). Если  $B=1,5$  мм,  $D=45$  мм, то согласно вышеуказанному следует применять ходовую посадку. При этом допуск на отверстие составляет попрежнему  $+0,045$ , но для вала имеем  $-0,025$  и, следовательно, наибольший зазор равен  $0,13$ . Тангенс угла  $\operatorname{tg} \varphi = 0,0025$  (фиг. 84, *г*), т. е., несмотря на более свободную посадку, точность установки штыря не уменьшилась, а возросла.

На фиг. 84, *д* штырь имеет две направляющие. При широкоходовой посадке допуск для вала составляет  $\begin{matrix} -0,060 \\ -0,130 \end{matrix}$ . Наиболь-



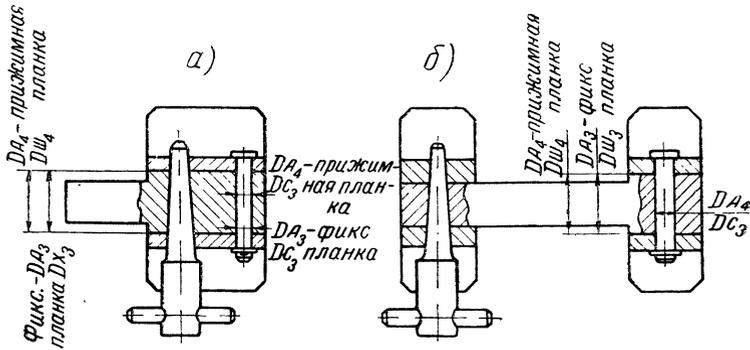
Фиг. 84. Фиксирующий штырь с одной направляющей.

ший зазор равен при этом  $0,35$ , а тангенс угла возможного перекоса  $\operatorname{tg} \varphi = 0,0035$ . Таким образом в третьем случае, хотя посадка значительно свободнее, чем в первом, возможный перекос штыря примерно такой же, как и в первом случае. При этом нужно еще иметь в виду, что штыри обычно делаются ступенчатыми, следовательно, при наличии двух направляющих диаметр отверстия второй направляющей обычно меньше диаметра отверстия первой и поэтому допуск, а следовательно, и наибольший зазор будут меньшими. Уменьшится и возможный перекос штыря.

Эти примеры приводятся с целью помочь конструктору приспособлений ориентироваться в подобных случаях. Однако формальный перенос выбранных допусков недопустим. Необходимо в каждом отдельном случае производить расчет необходимых допусков, учитывая выше изложенные выше соображения.

На фиг. 85, *а* и *б* показан пример выбора допусков деталей фиксатора и прижимной планки сборочно-сварочных приспособлений при одной или двух направляющих. Соображения, положенные в основу выбора допусков, аналогичны вышеизложенным. Выбор допусков для деталей третьей и четвертой групп не зависит от типа приспособлений и характера изделий, а

лишь от условий работы деталей и их сопряжений. При выборе допусков неподвижных соединений необходимо иметь в виду, что чем прочнее неподвижное соединение, тем больше допуски на неточность изготовления деталей и тем легче их изготовление.



Фиг. 85. Выбор допусков для фиксатора.

Поэтому, в тех случаях когда соединение не предполагается впоследствии разъединить, рационально применять наиболее плотную холодную посадку.

### § 10. Сварка приспособлений

При изготовлении деталей приспособлений (каркасы, кронштейны и др.) сварка обеспечивает по сравнению с литьем выигрыш в стоимости, времени изготовления, весе приспособлений и количестве металла. Уменьшение стоимости объясняется меньшей трудоемкостью конструирования сварной детали, а также тем, что отпадает необходимость изготовления модели. Затраты на материал для сварных приспособлений ниже, так как их требуется меньшее количество.

При изготовлении приспособлений используют главным образом дуговую сварку, реже контактную и в виде исключения — газовую. Дуговая сварка применяется для материалов толщиной свыше 1,2 мм. Тонкие листовые детали толщиной до 1,2 мм соединяют газовой сваркой. Точечной сварке подвергаются материалы общей толщиной около 6 мм, причем разница в толщине свариваемых частей может доходить до 50%. Стальные детали, подвергаемые перед сваркой цементации, в местах сварки должны предохраняться от обогащения углеродом.

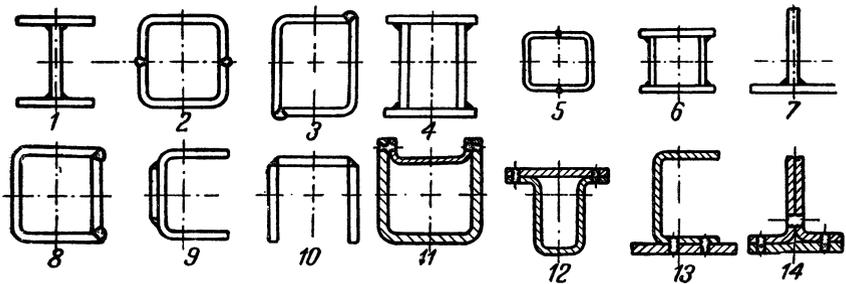
#### Усадка и напряжения

В результате сварки детали деформируются в продольном направлении, изгибаются, скручиваются и теряют устойчивость. Кроме того, форма и размеры сварной детали меняются с течением

нием времени (действие релаксации остаточных напряжений). Избежать заметного изменения формы и размеров можно, снимая или значительно уменьшая остаточные напряжения сварной детали. Для этого необходимо произвести отжиг детали после сварки. Для прокатных профилей и конструкционной малоуглеродистой стали температура отжига должна быть 600° С.

Избежать коробления при сварке почти невозможно, но на уменьшение его может в значительной степени повлиять конструктор.

При конструировании необходимо располагать продольные швы симметрично относительно сечения (фиг. 86). На семи последних эскизах показаны примеры нерациональной конструкции. Все эти элементы после сварки изогнутся.



Фиг. 86. Рациональные и нерациональные конструкции сварных деталей.

Рекомендуется располагать наплавленный металл так, чтобы арифметическая сумма моментов его объемов относительно оси элемента была минимальной. С этой точки зрения элемент фиг. 86,2 сконструирован более рационально, чем элемент фиг. 86,6.

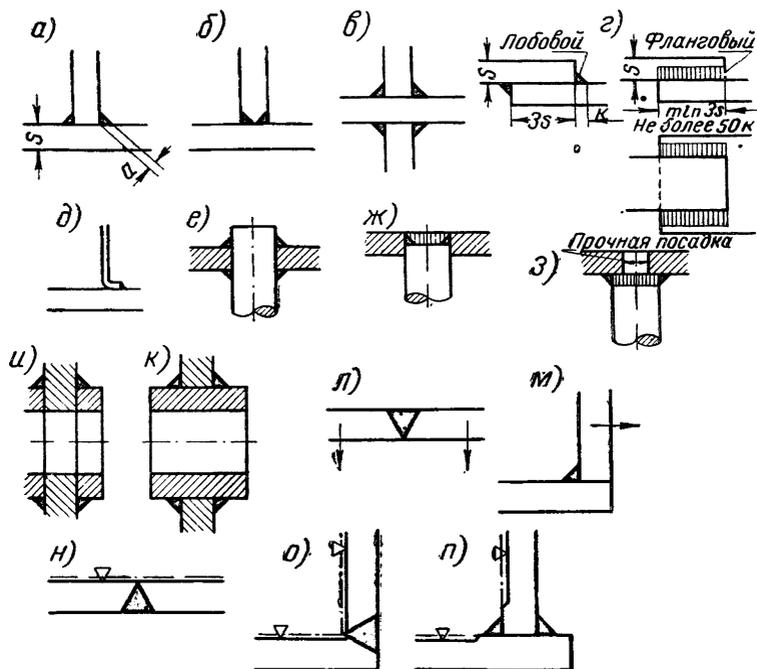
Следует стремиться уменьшать количество швов в сварном элементе.

#### Виды и размеры сварочных соединений

В производстве приспособлений чаще всего пользуются сварочным соединением втавр. Наиболее простое соединение втавр, не требующее особой подготовки сварных кромок, показано на фиг. 87,а.

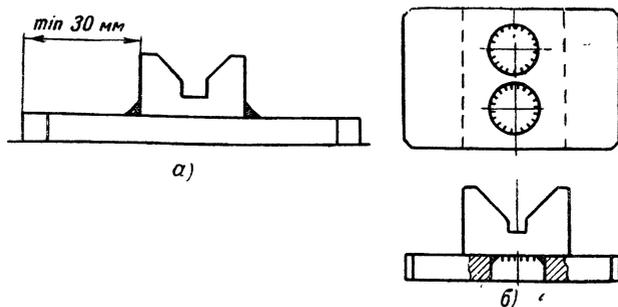
При приварке втавр бобышек к поддоннику, который крепится к основанию приспособления болтами, следует иметь в виду, что минимальное расстояние от кромки поддонника до края приваренной бобышки не должно быть менее 30 мм (фиг. 88,а). В тех случаях когда конструктивно невозможно выполнить это требование, иногда применяют способ, показанный на фиг. 87,б, но ввиду дополнительных затрат этим видом соединений следует

пользоваться возможно реже. В исключительных случаях приварку бобышки можно осуществить в прорезь (фиг. 88,б). Чтобы



Фиг. 87. Соединение втавр.

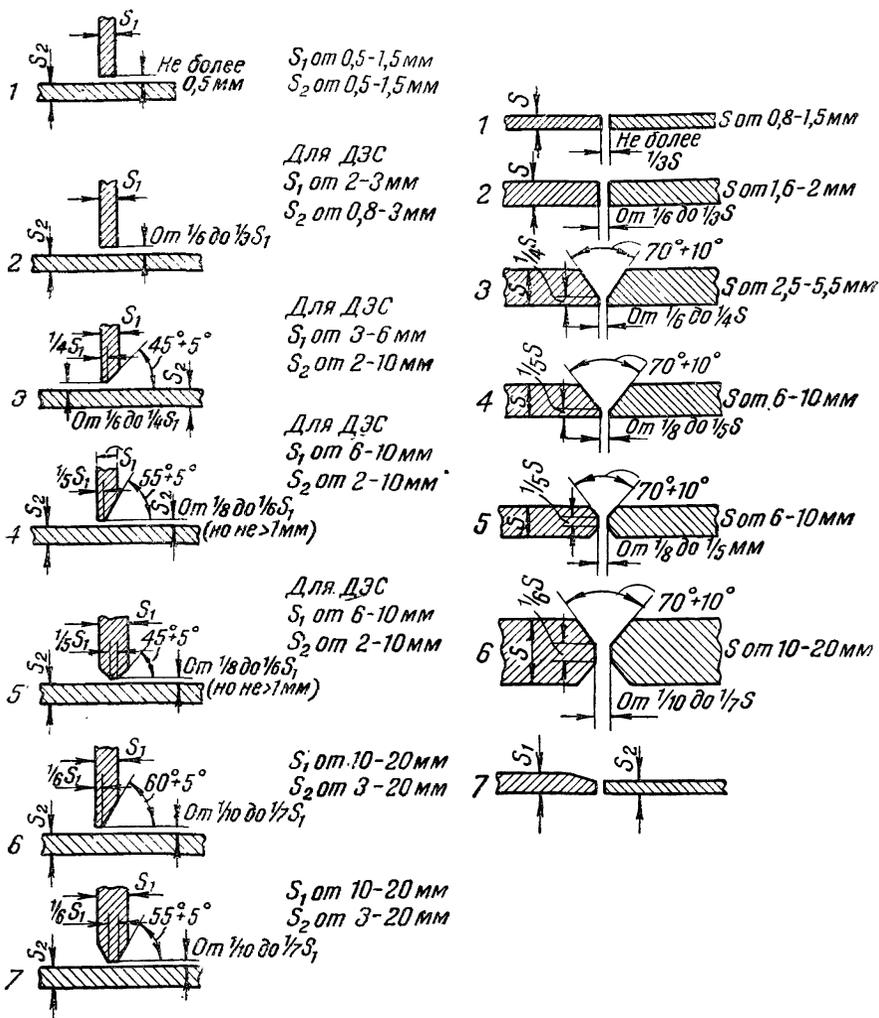
при этом место сварки было доступно электроду, диаметр или ширина паза должны достигать примерно 25 мм, но никак не мо-



Фиг. 88. Минимальные расстояния от кромки до сварного шва.

гут быть менее 15 мм. Следует избегать крестообразных стыков (фиг. 87,в), так как в этом случае возникают значительные усадочные напряжения.

Для листов рекомендуется соединение внахлестку (фиг. 87,е). Для сварки точечного листового материала с толстым рекомендуется соединение, показанное на фиг. 87,д. Соединения встык свариваемых материалов толщиной до 4 мм выполняются без скоса кромок, но с зазором до  $\frac{1}{3} S$ , где  $S$  — толщина материала.



Фид. 89. Выбор зазоров и углов скосов при сварке материалов различной толщины.

При сварке более толстых листов кромки скашиваются под углом  $\sim 30^\circ$ , благодаря чему вершина шва становится более доступной электроду. При одинаковой толщине листов для выполнения х-образного шва требуется меньшее количество присадоч-

ного материала, чем для v-образного, однако подготовка шва первого рода требует больших затрат.

На фиг. 87,е показано простое соединение листа с круглым стержнем. Сварка в отверстие (фиг. 87,ж) применяется, если пруток не должен выходить за поверхность листа. Сварное соединение на фиг. 87, з рекомендуется для болтов, подвергающихся большой боковой нагрузке. На фиг. 87, и и 87, к представлены два способа сварки двухсторонней ступицы. Второй способ обеспечивает большую точность, но он дороже, так как требует изготовления лишнего отверстия.

Зазоры и углы скосов для материалов различной толщины даны на фиг. 89.

При конструировании точечных швов следует руководствоваться следующими указаниями:

а) толщину соединяемых элементов следует ограничить 8 мм (фиг. 90, а и б);

б) в сильно нагруженных элементах конструкции число свариваемых листов не должно быть более двух;

в) диаметр сварной точки устанавливается в зависимости от толщины соединяемых частей. Обычно принимается

$$d \geq 1,5 S_T + 5,$$

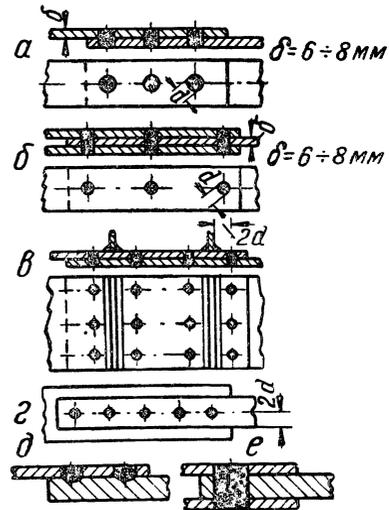
где  $S_T$  — наименьшая толщина соединяемых частей;

г) расстояние от точечного шва до перпендикулярных элементов (ребер жесткости и кромок уголков) (фиг. 90,в) должно быть  $\geq 2d$ .

Целесообразно соединение двух листов одинаковой толщины, одного тонкого листа с толстым (фиг. 90,д), двух тонких, привариваемых к толстому (фиг. 90,е). Приваривание тонкого листа между толстыми технологически нерационально.

Конструктор приспособления должен указывать размеры шва на чертеже. Отсутствие соответствующих указаний ведет к тому, что в цехах узлы свариваются швами значительно большего сечения и длины, чем это требуется по условиям работы.

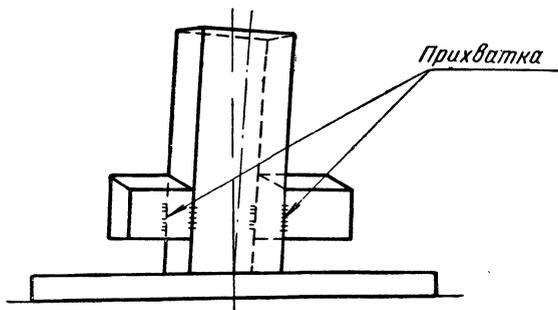
При сварке плавлением рекомендуется для ненагруженных элементов толщиной до 4 мм высоту шва принимать равной толщине элементов. Для ненагруженных элементов с толщиной



Фиг. 90. Геометрические соотношения для точечной сварки.

больше 4 мм высоту шва брать 4—6 мм. Для этих же элементов при длине шва 60 мм и больше применять прерывистые швы. Отношение длины шва к промежутку принимается равным 1 : 2.

Элементы приспособлений, которые требуют быстрой смены в процессе наладки или демонтажа, а также мало нагружен-



Фиг. 91. Пример рационального применения прихватки вместо сварки.

ные при работе приспособлений следует соединять прихватками длиной 10—15 мм (фиг. 70 и 91), которые в дальнейшем можно без затруднения срубить.

#### Расположение сварных швов

Самым слабым местом односторонних швов является вершина, поэтому такие швы по возможности следует располагать так, чтобы вершина шва подвергалась только сжимающим усилиям (фиг. 87, л и м). Имея в виду последующую механическую обработку, следует стремиться к расположению швов таким образом, чтобы они не были повреждены при обработке (фиг. 87, н, о и п).

### § 11. Техника выполнения чертежей приспособлений

Чертежи приспособлений должны быть ясными и исчерпывающими. Это требование мало сказывается на стоимости подготовки производства, так как расходы на изготовление чертежей составляют весьма малую долю общих расходов на проектирование и изготовление приспособлений.

После необходимой подготовки конструктор приступает к вычерчиванию общего вида приспособления. Прежде всего на бумагу наносятся контуры изделия, которые, так же как и чертеж приспособления, должны, как правило, выполняться в трех проекциях. В исключительных случаях допускаются две проекции, дополненные необходимыми разрезами и сечениями. Желательно вычерчивать изделие и общий вид приспособления в натуральную величину. Конструирование в масштабе создает

трудности, ведущие даже опытных конструкторов к ошибкам. В случае конструирования больших приспособлений для сборки и прихватки для общего вида выбирается наибольший возможный масштаб по ОСТ, но узлы, разрезы и сечения следует выполнять в натуральную величину.

Важным правилом является соблюдение расположения проекций изделия, принятого на чертеже изделия. На первый взгляд часто кажется, что изменение положения изделия в пространстве, упрощая чертежную работу, облегчает и изготовление приспособлений. Это мнение ошибочно. Изделие вычерчивается обычно в рабочем положении, для которого снимаются размеры с плаза и производится увязка с другими изделиями. Изменение положения вызывает необходимость пересчета размеров, приведенных на чертеже изделия, что является источником ошибок и, самое главное, усложняет проверку готового приспособления.

Контуры изделия вычерчиваются красной тушью сплошными линиями. Тушь дает возможность переделывать неудачные или ошибочные детали приспособления, сохраняя контуры изделия. Цветные линии контура изделия облегчают работу конструктора. При отсутствии красной туши контур изделия наносится красным карандашом. Можно также наносить контуры изделия условным пунктиром (штрих-пунктир) черной тушью и в крайних случаях карандашом.

После нанесения контуров изделия вокруг них вычерчивают фиксирующие и зажимные элементы. Порядок нанесения на чертеж фиксирующих и зажимных деталей таков. Сначала наносятся фиксаторы и зажимы для установки основных деталей изделия, а затем все нанесенные детали связываются плитой или каркасом. При этом иногда во избежание усложнения рамы приходится изменять конструкции крепления фиксаторов и зажимов.

На общем виде приспособления проставляются размеры, количество которых должно быть минимальным, но достаточным для монтажа и контроля.

Необходимо указывать размеры:

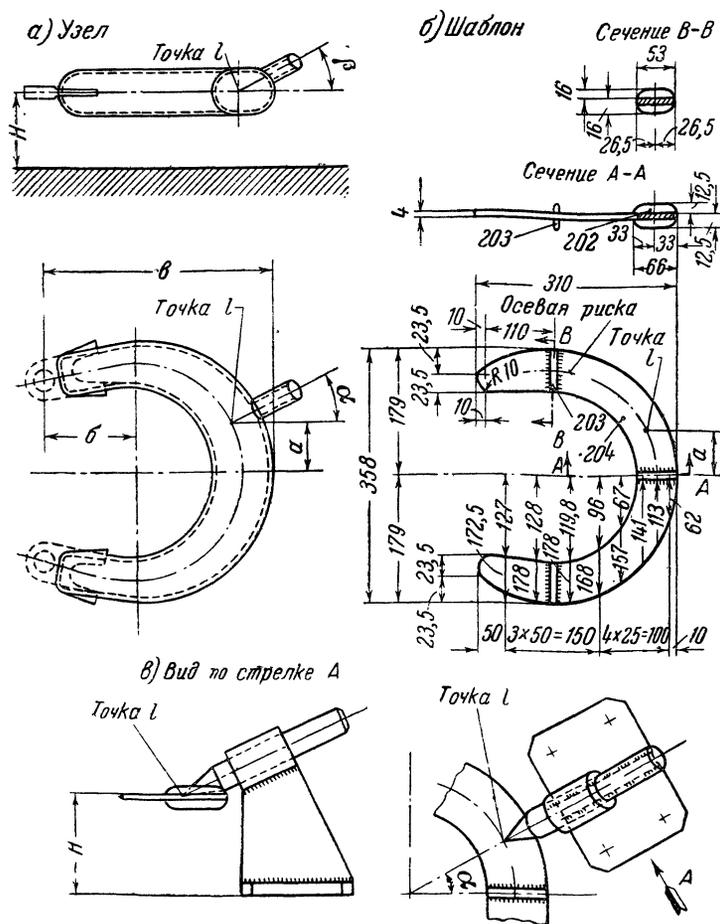
- а) установочные,
- б) нужные для взаимной увязки всех узлов,
- в) габаритные и
- г) рабочие размеры фиксаторов.

Установочные размеры узлов и приспособлений следует проставлять до обработанных базовых плоскостей или главных осей приспособления, не замыкая цепочки их.

Не рекомендуется указывать размеры до осей болтов, штифтов и других второстепенных деталей, расположение которых не обязательно выдерживать точно.

Нередки случаи, когда на общем виде не указаны размеры установки детали или группы деталей. Такие случаи бывают в пространственных и других конструкциях, в которых сложность

подсчетов размеров устраняется установкой по шаблону. При плазово-шаблонном методе работы этот способ является правилом. В этих случаях общий вид снабжают примечанием: «Деталь ... установить по шаблону №...».



Фиг. 92. Установка фиксатора с помощью шаблона.

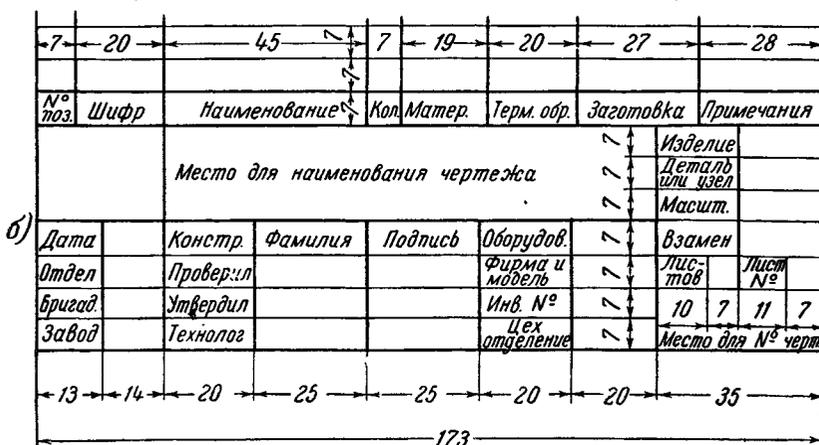
На фиг. 92 приведен пример установки фиксатора в приспособлении для сборки и прихватки вилки костыля. Конструктор снабдил чертеж общего вида приспособления соответствующим примечанием со ссылкой на чертеж шаблона (фиг. 92,б) изделия. С помощью шаблона производится не только установка фиксаторов (фиг. 92,в), но и разметка и припиловка их внутренних контуров по овальным контурам шаблона в сечениях А—А и В—В (фиг. 92,б).

Если изделие в процессе производства уточняется и окончательные размеры ещё неизвестны, то детали и узлы приспособления могут окончательно устанавливаться при наладке. В этом случае на чертеже общего вида делается примечание: «Детали №№ . . . . установить при наладке».

Чертежи общих видов поворотных приспособлений снабжаются примечанием: «После отладки приспособление отбалансировать».

В НИАТ разработаны штампы (фиг. 93, 94 и 95) для чертежей общих видов и деталей, а также для изменений; первые

а) Штамп угловой для чертежа общего вида и сборочного узла



Фиг. 93. Штампы для чертежей.

два штампа ставятся в правом нижнем углу чертежа. Каждое приспособление снабжается клеймом, копия которого проставляется на чертеже. Рекомендуется указывать на чертеже приспособления место для клейма.

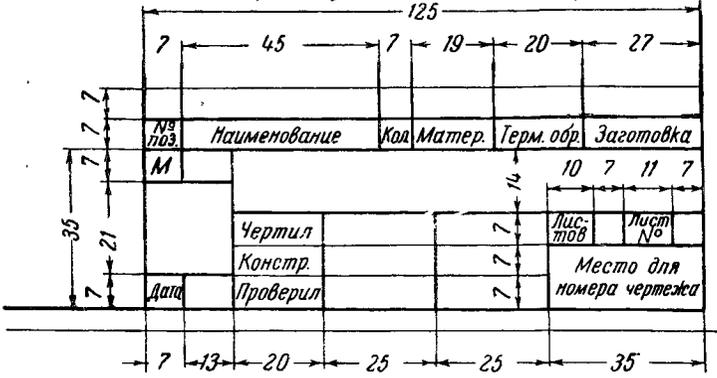
При заполнении спецификации нужно руководствоваться следующими указаниями:

а) в наименовании приспособления следует указывать полное название приспособления (например, «Приспособление для сборки и прихватки»);

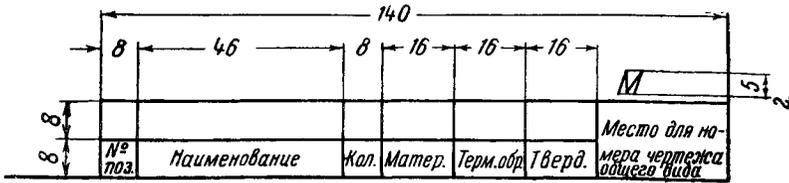
б) следует также указывать, для какой операции предназначено приспособление, например, «Приспособление для сварки деталей №№ . . . . узла № . . . . ». На чертеже приспособления для прихватки нужно перечислить все номера деталей, которые собираются и прихватываются в данном приспособлении;

в) сварной детали или сварному узлу, как уже было указано, присваивается один порядковый номер, а в графе «материал» указывается «сварной».

а) Штамп угловой для детализированного чертежа, чертежа сварного узла и отдельного чертежа детали

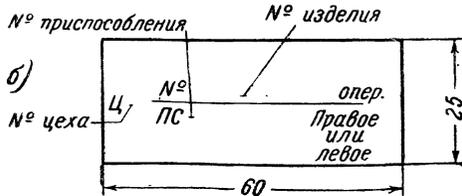
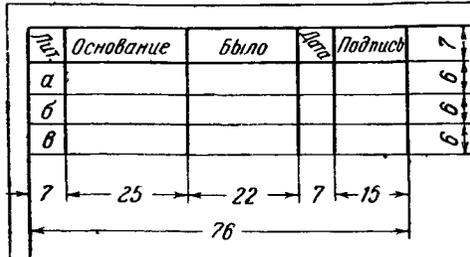


б) Штамп для гранки детализированного чертежа



Фиг. 94. Штампы для чертежей деталей.

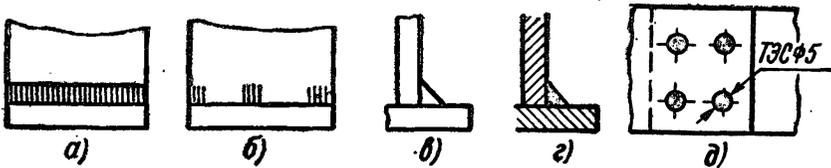
а) Штамп для изменений



Фиг. 95. Штамп для изменений.

## Чертежи деталей

Помимо формы и размеров детали на чертеже деталей должны быть даны технологические пояснения, которые даются частично условными знаками и частично в виде словесных примечаний. Приспособление должно быть полностью раздетализовано. На некоторых заводах, стремясь к экономии, стараются снабдить чертеж общего вида всеми размерами деталей и направляют такой чертеж в цех без детальных чертежей. Получается ложная «экономия», ведущая к значительным затратам времени на чтение такого сложного чертежа.



Фиг. 96. Масштабное изображение сварных швов.

Иногда цеховые технологи сами выполняют эскизы деталей в цехе. Но так как эти эскизы не проходят контроля, то такая система часто вызывает производственный брак.

Если сварной узел состоит из деталей, изготавливаемых без специальной механической обработки, то перед сваркой чертеж узла не детализуется.

Для нумерации деталей, входящих в сварной узел, рекомендуется следующая система. Номер состоит из порядкового номера сварной детали или узла по спецификации общего вида, через тире проставляются порядковые номера элементарных деталей, например, 1—01. На некоторых заводах применяется десятичная система нумерации, по которой каждому сварному узлу присваиваются две первые цифры, а следующие относятся к деталям. Эта система дает возможность вводить новые детали при изменении чертежей, не изменяя общей нумерации деталей.

На чертежах сварных узлов сварка показывается обязательно и чертежи снабжаются всеми необходимыми указаниями о размерах швов, способе сварки и т. д. При обозначении сварки используются масштабное изображение швов (фиг. 96).

Видимый шов изображается непрерывной вертикальной штриховкой (фиг. 96,а), невидимый — прерывистой по длине шва вертикальной штриховкой (фиг. 96,б). Шов сбоку изображается треугольником (фиг. 96,в), боковой шов в разрезе изображается зачерненным треугольником (фиг. 96,г). Сварка точками изображается зачерненными кружками в местах сварных точек. Точка снабжается указанием: «ТЭС Ø . . . » (фиг. 96,д).

При выполнении детальных чертежей нужно особенно стремиться к предельной ясности чертежа. Помимо всех размеров детали, необходимо снабжать чертеж полной информацией:

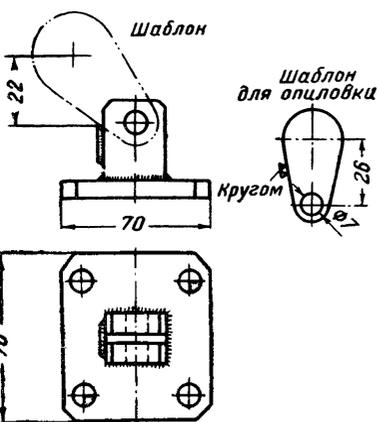
а) по обработке (согласно  $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ВКС}} 7540$ ),

б) по допускам (согласно  $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ВКС}} 7539$ ).

Рекомендуется на чертежах деталей приспособлений обозначать допуски одновременно цифрами и буквами. Это дает возможность пользоваться при изготовлении детали и предельными калибрами и универсальным мерительным инструментом (микрометром, штангенциркулем). Это важно, так как в цехе может не оказаться предельных калибров нужных размеров.

В случае необходимости тщательной пригонки совместно работающих деталей иногда, кроме назначения допусков, полезно снабжать сопрягаемые детали примечанием «Комплектовать с дет...».

При наличии сопряженных отверстий в нескольких деталях разметку под отверстия указывают на одной из деталей, преимущественно на внешней стороне. Сверление и развертка отверстий для таких деталей выполняется совместно, что оговаривается примечанием, что оговаривается примечанием, например:



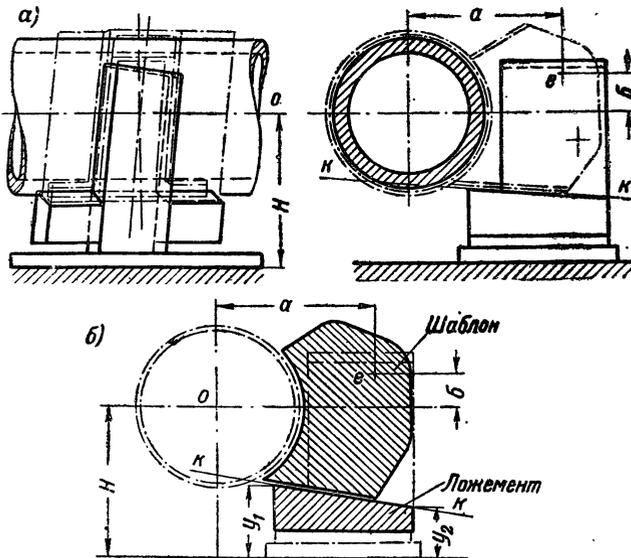
Фиг. 97. Замена размеров шаблоном.

« $\varnothing$  . . . сверлить и развернуть при сборке с дет. № . . . под штырь конусный 1 : 20». Для отверстий под шплинт указывается диаметр отверстия с примечанием: «Сверлить при сборке» и разметка отверстия не дается.

Иногда несколько подобных деталей, отличающихся одним или несколькими размерами, изготавливаются по одному чертежу детали. Неодинаковые размеры деталей на чертеже заменяются буквами. Чертеж снабжается таблицей, в которой для каждого номера детали указывается значение размера, обозначенного соответствующей буквой. Чертеж сопровождается примечанием: «Размеры . . . сведены в таблицу». При этом на чертеже могут быть даны и следующие указания: «Размер . . . . .», «Обработка . . . » и т. д. . . . «только для детали № . . . ».

Иногда при проектировании приспособлений удобнее вместо размеров детали показывать на чертеже шаблон, соответствующий контурам детали (фиг. 97).

Характерный пример применения шаблона для изготовления детали приспособления представлен на фиг. 98. На чертежах следует помещать больше дополнительных сведений, так как это облегчает и, следовательно, ускоряет работу.



Фиг. 98. Применение шаблона для изготовления ложемента.

## § 12. Особенности проектирования приспособлений при поточном методе производства самолетов

### Общие сведения

Наиболее совершенной формой организации производства является поточное производство. Организация поточного производства на отечественных авиационных заводах явилась относительно новым мероприятием.

Как известно, поточное производство организуется со свободным или принудительным ритмом. Если при первой форме соблюдение ритма зависит от исполнителя, то при принудительном ритме исполнитель должен соблюдать заданный ему ритм. Принудительное регулирование ритма осуществляется с помощью различных конвейеров. Конвейеры могут двигаться непрерывно и с перерывами («пульсирующий» поток). Так как сварщикам трудно работать на движущемся конвейере из-за колебаний и толчков при передвижении, которые отражаются на качестве сварки, то применение конвейера непрерывного движения для сварочных операций недопустимо.

Для этих операций организуется пульсирующий поток, при котором и производительность труда выше, чем при непрерывном.

В зависимости от расположения рабочих мест различают прямолинейные поточные линии и кольцевые. Как те, так и другие применяются в слесарно-сварочных цехах.

В слесарно-сварочных цехах с большой номенклатурой изделий подбираются конструктивно однородные типы изделий. За поточной линией закрепляется определенная номенклатура конструктивно-подобных изделий, которая изготавливается комплектами поочередно (причем в производстве одновременно находится только один комплект). Такая поточная линия называется переменнo-поточной.

Для выяснения особенностей приспособлений при поточном производстве следует раздельно рассматривать приспособления сборочные (под прихватку), сварочные и контрольные.

### Особенности проектирования сборочных приспособлений

Поточное производство характеризуется расчленением технологического процесса. Расчленение сварочных узлов и агрегатов на подузлы неизбежно вызывает увеличение количества приспособлений для сборки и прихватки. Подсборочные узлы выбираются с таким расчетом, чтобы была обеспечена жесткость подузла после прихватки, достаточная для переноса из приспособления или стапеля.

Сборочные работы в приспособлениях могут быть организованы тремя способами.

Приспособления и собираемые в них узлы и агрегаты остаются все время неподвижными, а рабочие передвигаются для выполнения задания через соответствующие промежутки времени. Этот способ широко применялся в самолетостроении до введения поточных методов производства.

Приспособления неподвижны, двигаются агрегаты. Это наиболее распространенный способ, который целесообразен особенно при производстве тяжелых самолетов. Поточная линия, построенная по этому способу, показана на фиг. 99. Здесь изображена поточная линия ломающихся подкосов шасси, состоящая из двух параллельных ветвей. На фигуре ясно виден конвейер, служащий для передвижения изделия от места одной операции к другой.

Приспособления для выполнения отдельных операций закреплены неподвижно.

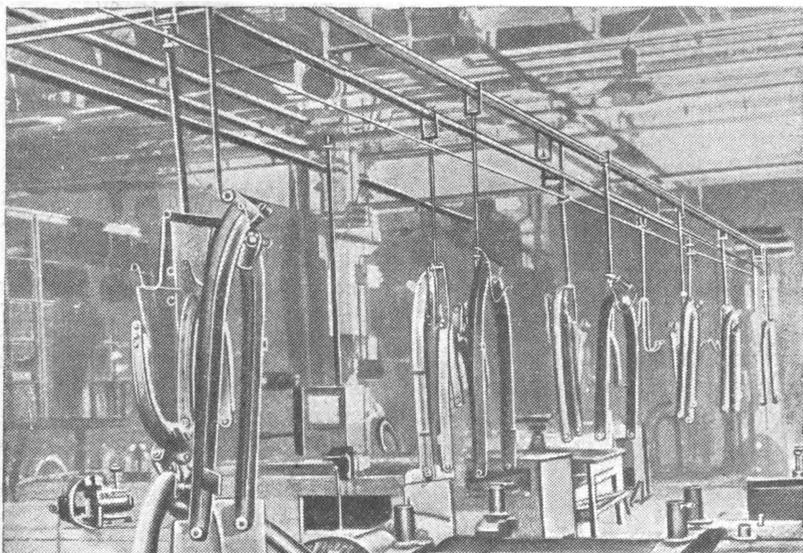
Приспособления должны быть снабжены быстродействующими зажимами и фиксаторами. Большую экономию времени обеспечивают, например, приспособления для прихватки с постоянными ограничителями.

Следует идти на некоторое удорожание приспособления, вызываемое применением более совершенных зажимных устройств. При большом числе выпускаемых изделий это удорожание вполне окупается.

Стремление добиться максимального сокращения времени на сборку и съем изделий вызывает распространение в приспособлениях пневматических зажимов.

В тех случаях когда длительность операции значительно превышает ритм потока, применяется параллельное выполнение операции на нескольких приспособлениях, число которых кратно отношению времени, затрачиваемому на операцию, к ритму потока.

Для сокращения ритма потока стремятся устранить подгоночные работы; это вызывает необходимость в дополнительной осна-



Фиг. 99. Поточная линия с неподвижными приспособлениями.

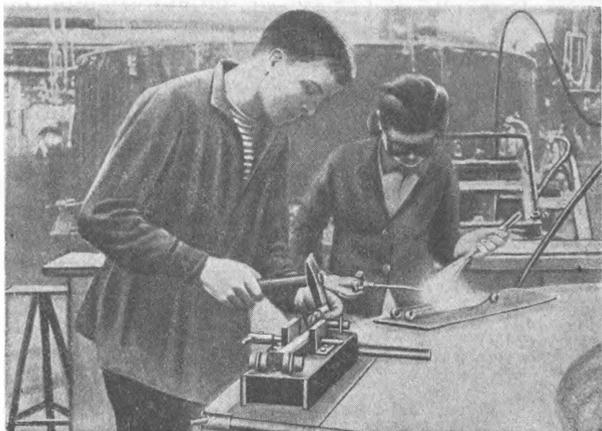
щенности поточной линии новыми приспособлениями. Устранение подгоночных работ достигается также широким применением контрольных макетов.

При третьем способе организации сборочных работ в приспособлениях передвигаются приспособления вместе с агрегатами, а исполнитель остается на месте. Это наиболее рациональный способ, обеспечивающий минимальные потери времени.

Небольшие приспособления для мелких узлов устанавливаются на конвейере и передвигаются вместе с конвейером от одного рабочего к другому.

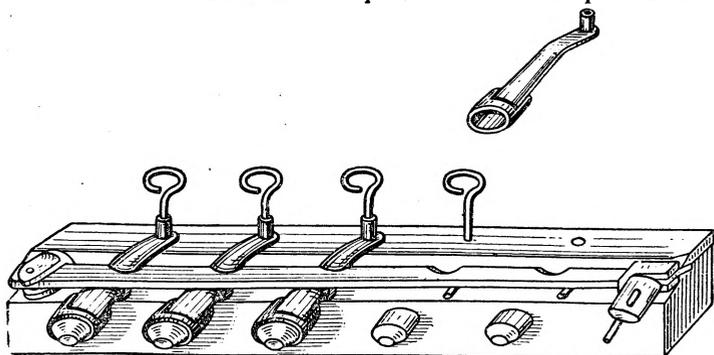
На фиг. 100 изображен участок поточной линии сборки, прихватки и сварки мелких узлов, построенной по третьему способу. Пока сварщик сваривает изделие, слесарь-сборщик производит сборку в приспособлении очередного изделия. После окончания сборки изделие вместе с приспособлением передвигается к свар-

щику, который производит прихватку, а затем; вынув изделие из приспособления, и сварку. С целью уменьшения ритма на точной линии мелких сварных узлов, построенной по третьему способу, приспособления проектируют для сборки и прихватки



Фиг. 100. Участок кольцевой поточной линии с передвигающимся приспособлением и изделием.

нескольких изделий, которые собираются все вместе и затем также все прихватываются. Такое приспособление для сборки и прихватки нескольких изделий представлено на фиг. 101.



Фиг. 101. Многозажимное приспособление для прихватки мелких узлов.

При использовании так называемых многозажимных или многосборочных приспособлений, благодаря одновременному зажатию нескольких деталей одним зажимным элементом, удается сэкономить время на сборку и съем изделия.

При организации поточной линии больших сварных узлов и агрегатов по третьему способу обеспечение передвижения при-

способлений и стапелей является более сложной задачей. Помимо усложнения конструкции приспособлений и стапелей из-за большей жесткости рам приспособлений и каркасов стапелей и снабжения их колесами или тележками, установка приспособлений и стапелей в поточной линии требует больших дополнительных площадей.

Увеличение площади при расстановке приспособлений и стапелей в поточную линию, а также увеличение количества приспособлений при организации потока предъявляет к конструктору приспособлений требование: при конструировании средних и больших приспособлений, а также стапелей для поточной линии — стремиться к минимальным габаритам приспособлений.

### **§ 13. Проектирование приспособлений при плазово-шаблонном методе**

При плазово-шаблонном методе производства плаз — основной технический документ как для проектирования, так и для производства самолета.

Шаблоны изготавливаются по плазу и увязываются между собой и с плазом. Благодаря тому что изготовленные по плазу шаблоны служат одновременно и для изготовления деталей основного изделия и для изготовления оснастки, сроки производства самолетов сокращаются.

Плазово-шаблонный метод обеспечивает получение взаимозаменяемых деталей.

В случае изготовления приспособлений по специальным чертежам, отдельно от деталей и узлов, возникают ошибки при переносе размеров. Поэтому обычно шаблоны, служащие для изготовления деталей и проверки их, одновременно используются для изготовления приспособлений.

Детали самолета из листового материала при плазово-шаблонном методе изготавливаются исключительно по шаблонам. Если узлы и агрегаты состоят не из листовых деталей, то с помощью шаблонов изготавливают детали, вписываемые в наружный контур самолета.

В случае сопряжения узлов и агрегатов сверловка отверстий в них производится по кондуктору, согласованному с шаблоном. На механически обрабатываемые детали и на сварные узлы, выполняемые электродуговой и газовой сваркой, при плазово-шаблонном методе выполняются детальные чертежи со всеми рабочими размерами. Исключение составляют такие сварные агрегаты, как фонарь, который выполняется также по шаблону.

В последнее время, в связи с широким распространением точечной сварки, с помощью шаблонов изготавливаются многие сварные листовые агрегаты (капоты, фюзеляж и др.).

## Особенности проектирования приспособлений

После разработки технологии конструктору передается техническое задание на проектирование приспособлений.

Совместная работа конструкторов приспособлений и технологов особенно важна при плазово-шаблонном методе производства, при котором часть деталей или узлов фиксируется с помощью сборочных или направляющих отверстий, часть — с помощью приспособлений и незначительная часть устанавливается по чертежу.

Конструктор приспособлений прежде всего выявляет необходимое количество и номенклатуру листовых шаблонов для изготовления и монтажа приспособлений. На шаблоны, изготовление которых возможно не по чертежу агрегата самолета, а лишь по плазу, конструктор должен дать специальные чертежи со всеми данными, за исключением размеров, получаемых с плаза (например, координат контура шаблона). Технические требования к приспособлениям в равной мере должны быть выдержаны при проектировании приспособлений по плазово-шаблонному методу. Базовые линии при проектировании агрегатов самолета служат базовыми линиями и для приспособлений.

При плазово-шаблонном методе конструкция приспособлений должна давать возможность широко использовать при монтаже их различные шаблоны.

В частности, для монтажа приспособлений широко используются рабочие шаблоны, необходимые также для изготовления агрегатов самолета и их отдельных деталей. Если эти шаблоны не удовлетворяют требованиям монтажа приспособлений, то нужно снабдить чертеж приспособления чертежами специальных листовых шаблонов, предназначенных для приспособлений.

Все специальные шаблоны готовятся по плазу того агрегата, для которого конструируется приспособление, а также увязываются с шаблонами стыкуемых между собой агрегатов.

Приспособления для сопрягающихся агрегатов должны быть увязаны между собой. Увязка при плазово-шаблонном методе производится шаблонами по разъемам агрегатов. Стыковочные шаблоны должны быть выполнены жесткими, дабы снизить деформации шаблонов до практически незначительных величин. По этой причине стыковочные шаблоны уже не представляют собой листовые шаблоны — это ферменные, пространственные конструкции. Точность изготовления стыковочных шаблонов не должна быть ниже 2-го класса, т. е. наибольшей точности, практически осуществимой в производственных условиях цехов приспособлений.

---

---

**ЧАСТЬ II.**  
**КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

---

*Глава первая*

**СЛЕСАРНО-ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**

В части I книги указывалось, что для обеспечения взаимозаменяемости узлов и агрегатов необходимо изготавливать элементарные детали в пределах заданных допусков. Выполнение этого требования для деталей из листов или труб невозможно без применения определенной оснастки, описание которой дается ниже.

**§ 1. Шаблоны для опилования**

Шаблоны для опилования деталей из листового материала имеют ту же форму и размеры, что и детали, но отличаются толщиной. Шаблоны цементируются и закаляются. Готовый шаблон накладывается на листовую заготовку «карточку» и вместе с ней зажимается в тиски, в которых и производится опиловка. При большой толщине опилюваемых деталей шаблон с «карточкой» скрепляют ручными тисками и на бородковом станке производят грубую обрезку. Затем производят ручную доводку по контуру шаблона.

Для опилования деталей из труб применяют специальные шаблоны.

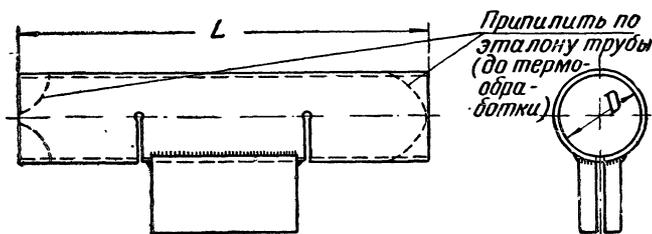
Шаблон для опилования коротких трубчатых деталей (фиг. 102) представляет собой отрезок трубы, диаметр которой подбирается с таким расчетом, чтобы обрабатываемый элемент входил внутрь шаблона с небольшим зазором.

Концы шаблона-трубы опиляются по эталону, т. е. по детали, выполненной по разметке и пригнанной по месту при сборке.

Шаблон подвергается цементации и закалке до  $R_c = 50-52$ . Для обеспечения зажатия и освобождения трубчатой детали трубу-шаблон снабжают прорезью.

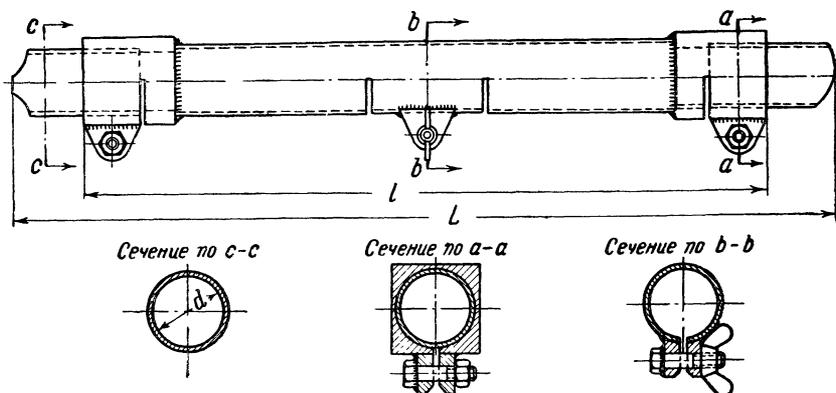
Для опилования концов длинных труб применяют специальные универсальные шаблоны (фиг. 103), представляющие собой корпус-трубу с зажимом, служащим для закрепления установ-

ливаемого в шаблон трубчатого элемента. Корпус снабжается прорезями. К концам корпуса приваривают две квадратные бобышки с прорезями и стяжным болтом. В бобышки устанавливают цементированные и закаленные шаблоны, по которым и производят опилование. Бобышки снабжены квадратами для закрепления в губках тисков во время опилования. Шаблоны, уста-



Фиг. 102. Шаблон для опилования концов коротких труб.

навливаемые и закрепляемые в бобышках, можно сменять в зависимости от нужного контура и длины. Это дает возможность применять такое приспособление для опилования группы трубчатых элементов, имеющих приблизительно одинаковую длину.



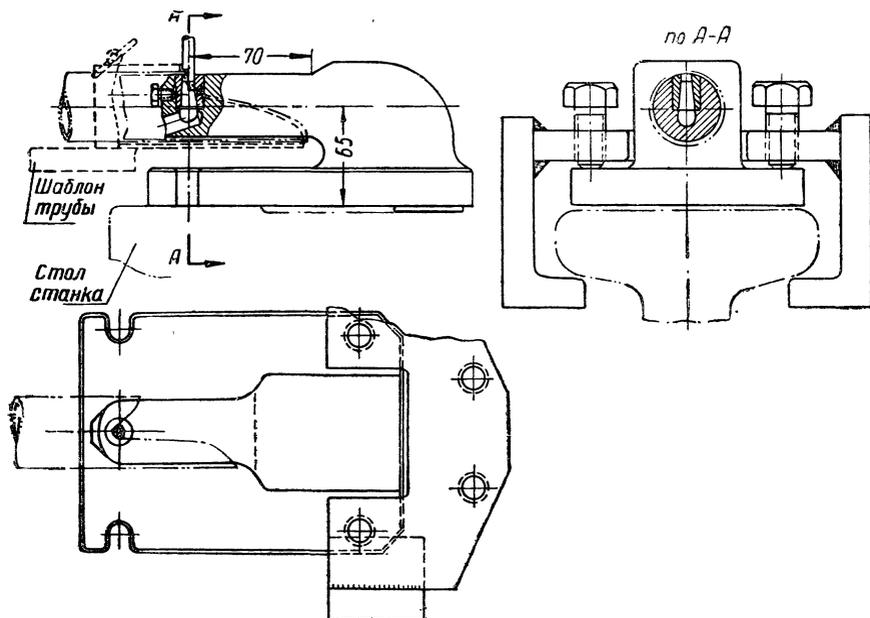
Фиг. 103. Универсальный шаблон для опилования длинных трубчатых элементов.

Перед опилованием трубы точно по контуру срезают излишнюю длину трубчатого элемента ножовкой или грубо подгоняют контуры элемента по контуру шаблона на бородковом станке. Для этого шаблон вместе с обрабатываемой трубой надевают на оправку-матрицу приспособления (фиг. 104), укрепляемого на столе бородкового станка.

В процессе обесечки контура трубчатого элемента пуансон станка перемещается по вертикали. Шаблон с укрепленной в нем

трубой в это время вращают на оправке приспособления. Кромка шаблона должна касаться пуансона. Для этого толщина стенки шаблона должна быть не меньше 4—5 мм.

Для обеспечения упругости зажимных бобышек необходимо, чтобы последние не были чересчур массивными. С другой стороны, слишком малая толщина стенок бобышек может явиться причиной смятия их губками тисков. Для корпуса шаблона необходимо применять трубу, стенки которой имеют толщину 2—3 мм, чтобы не утяжелять шаблона. Зазор между корпусом и трубой,



Фиг. 104. Приспособление для обески контура трубы на обесном станке.

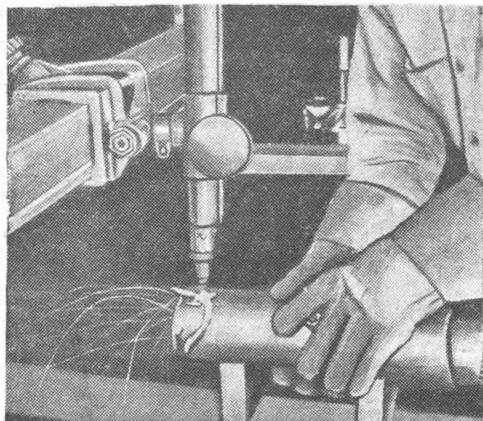
установленной в шаблоне, не должен превышать 0,5 мм. Зазор между стенками сменных шаблонов и трубчатым элементом должен быть минимальным, обеспечивающим свободное перемещение трубчатого элемента.

## § 2. Приспособления для обработки концов и гибки труб

На фиг. 105 показано устройство для обрезки трубы газовым резаком по контуру.

Приспособление представляет собой трубчатый корпус, диаметр которого больше диаметра трубы. Контур корпуса сработаны в соответствии с эталоном трубчатого элемента. Для надежного контакта толщина стенки корпуса должна быть не менее 5 мм.

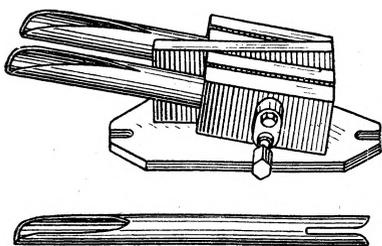
Обрезаемую трубу устанавливают в корпус и закрепляют винтами (один из них виден на фиг. 105 под рукой рабочего). Корпус свободно лежит на двух призмах. На кончик резака надевается ролик, с помощью которого выдерживается необходимое расстояние от факела горелки до кромки корпуса. В про-



Фиг. 105. Обрезка контура трубы газовым резакром в специальном приспособлении.

цессе резки корпус поворачивают, поддерживая постоянный контакт ролика с кромкой корпуса. Обрезка газовым резакром рациональна для труб диаметром свыше 70 мм.

Контурные трубчатых элементов можно обрабатывать также фрезерованием на вертикально- или горизонтально-фрезерных станках. Для этого применяют торцевые или дисковые радиусные фрезы, ширина которых равна диаметру трубы. Приспособления для фрезерования представляют собой обычно корпус с устройством для фиксации и закрепления одного или нескольких трубчатых элементов одновременно.



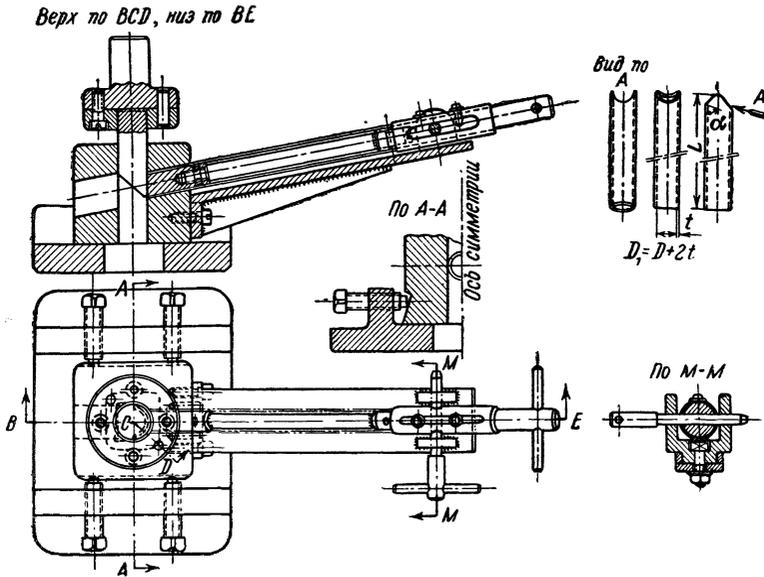
Фиг. 106. Приспособление для фрезерования контура трубы.

Одно из таких приспособлений показано на фиг. 106. Трубчатый элемент фиксируется в оправке и закрепляется стяжным болтом. В составной оправке одновременно устанавливают две детали. Рабочая часть оправки имеет ту же форму, как и контур трубы.

Рабочая часть оправки закалена. Обработанная в приспособлении деталь показана на фигуре перед приспособлением.

Наиболее производительная, экономичная и качественная обработка контуров труб достигается путем использования штампов.

При хорошо налаженных штампах не требуется дополнительной ручной подгонки. На фиг. 107 показан штамп для обрезки контура трубы. Обрабатываемая труба надевается на оправку и вместе с оправкой вставляется в матрицу через специально просверленное окно. Оправка фиксируется с помощью цилиндрического штыря (см. сечение по  $M-M$ ) в определенном положении, а пуансон, диаметр которого равен диаметру сопрягае-

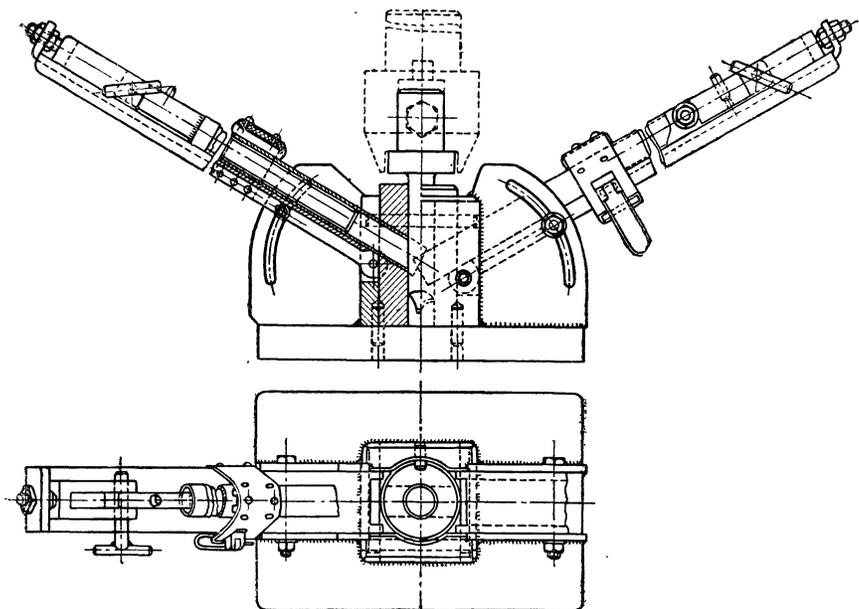


Фиг. 107. Штамп для обрезки концов труб.

мого трубчатого элемента, обрезает контур. Другой конец трубы упирается во втулку, положение которой можно регулировать с помощью вставляемых в продольную прорезь двух зажимных болтов. Универсальный корпус (фиг. 108) для обрезки контуров трубчатых элементов различного диаметра и длины и сопрягающихся под различными углами представляет собой плиту, на которой оправки устанавливают под требуемым углом. В случае необходимости угол можно изменять, так же как и расстояние от торца до места обрезки. В корпус вставляют сменную матрицу, пуансон и оправку.

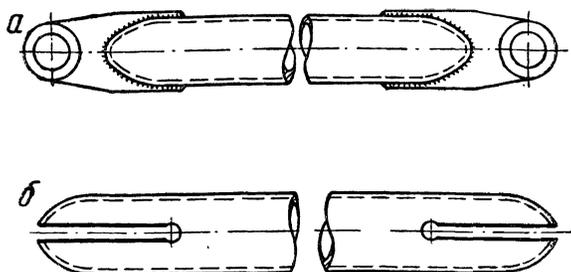
В сварных подкосах, показанных на фиг. 109,а. требуется просечка пазов и формовка концов труб (фиг. 109,б). Эти операции, выполняемые вручную, очень трудоемки и требуют высокой квалификации исполнителя. Их можно выполнять в универсальных штампах со сменными деталями, обеспечивающими об-

работку разных труб. На фиг. 110 показан чертеж штампа для просечки паза. На сменную оправку 1, являющуюся матрицей, надевается труба. Длина просекаемого паза ограничивается упо-



Фиг. 108. Универсальный корпус для обрезки концов труб.

ром на оправке. Оправка укреплена в подвижном кронштейне 2, который перемещается на стойках 3. Когда верхний пуансон упирается в стенку трубы, оправка опускается до тех пор, пока ниж-



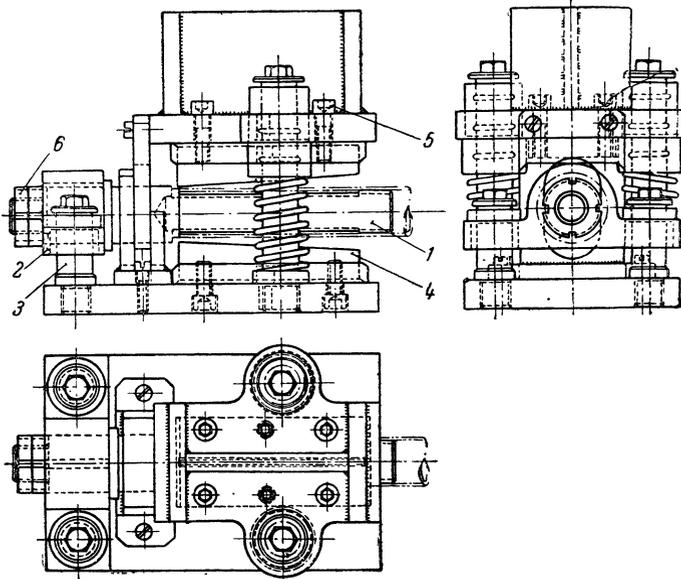
Фиг. 109. Сварной подкос.

няя часть трубы не упрется в нижний пуансон 4. После этого просекают паз.

Кроме сменной оправки матрицы, в этом штампе можно сменять и пуансоны, укрепленные на винтах 5. Для съема оправки

необходимо отвинтить контргайку и гайку 6. Правильное положение оправки фиксируется шпонкой.

На фиг. 111 показан чертеж штампа для формовки концов труб. Трубу фиксируют по предварительно сделанной в штампе прорези, для чего ее надевают на сменный сухарь 1. Для предупреждения перекоса труба укладывается на упругую призму 2. Формовку выполняют с помощью двух одновременно действующих пуансонов 3. Края пуансонов скошены под углом  $45^\circ$  и заточены так, что упираясь в тело трубы и сухарь, они одновременно отрезают излишек материала.



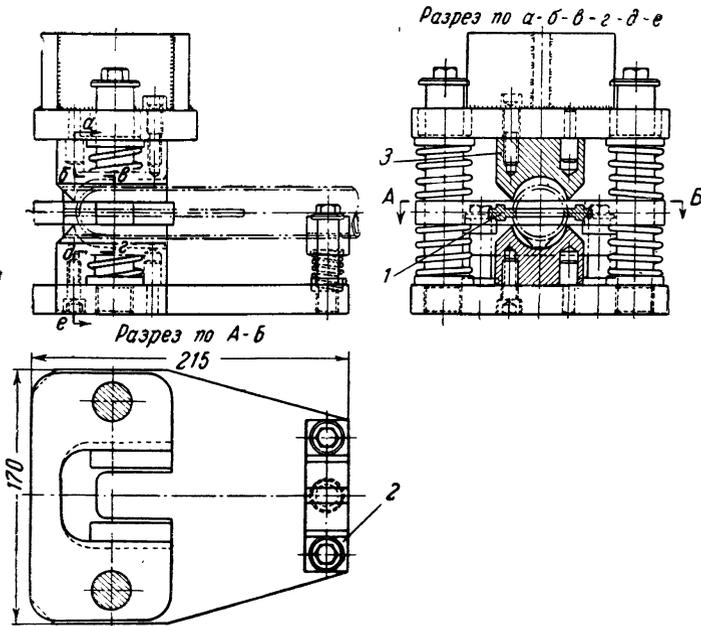
Фиг. 110. Универсальный штамп для просечки пазов в трубах.

Для расплющивания концов трубы и формовки их можно воспользоваться штампом, конструкция которого подобна показанной на фиг. 111. Готовая деталь, обработанная в штампе, показана на фиг. 112.

Гибка труб производится различными способами. Выбор того или иного способа зависит от диаметра трубы, толщины стенок, материала и радиуса изгиба.

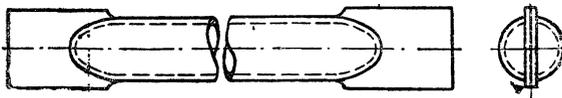
Различают гибку в холодном и горячем состоянии. В обоих случаях гибка может производиться как с наполнением, так и без него. Гибку без наполнения можно применять при таком соотношении радиуса изгиба и диаметра трубы, при котором в месте изгиба не получится складок. При очень малом отношении радиуса изгиба к диаметру трубы при гибке без наполнения происходит сплющивание трубы.

Гибка труб горячим способом производится обычно по шаблону, форма которого соответствует детали после гибки. Крепление трубы к шаблону осуществляется с помощью клинового или шарнирно-винтового зажима. Более производительной является,



Фиг. 111. Универсальный штамп для формовки концов труб.

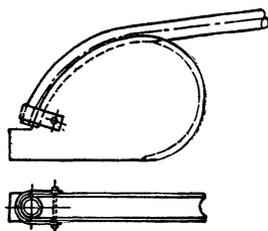
однако, холодная гибка, которая производится на оправках и с помощью роликов. При достаточно большом радиусе изгиба, небольшой толщине стенок и малом диаметре трубы холодная



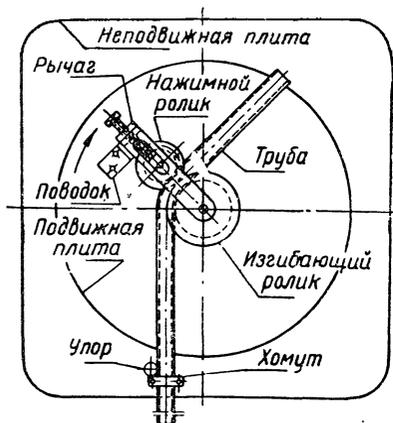
Фиг. 112. Штампованный подкос.

гибка легко осуществляется на оправках. Один конец трубы закрепляют с помощью хомута, и рабочий, взявшись за второй конец, изгибает трубу по оправке. Оправка (фиг. 113) представляет собой массивную плиту с контурами, совпадающими с формой изогнутой детали. Так как деталь обладает известной упругостью и после холодной гибки немного пружинит, то радиусы изгиба назначают меньше указанных на чертеже готовой детали.

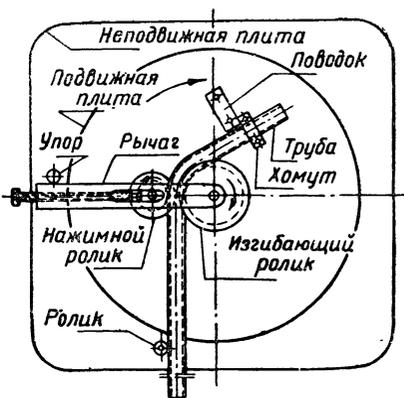
Более производительной является гибка с помощью роликов. В этом случае радиус загиба определяется диаметром гибочных роликов. Нажимные ролики устанавливаются либо неподвижно, либо так, что они могут перемещаться вокруг гибочных роликов. В первом случае труба закрепляется на неподвижной плите приспособления и загибается по гибочному ролику с помощью поводка (фиг. 114); во втором случае труба крепится к подвижной плите приспособления и при вращении последней загибается вокруг ролика (фиг. 115). По второму способу работает станок для гибки колец подмоторной рамы двигателя воздушного охлаждения (фиг. 116). Как видно по фигуре, гибочный ролик представляет собой колесо с желобком, радиус которого равен радиусу трубы с плюсовым допуском; желобок на боковой поверхности колеса имеет форму спирали. Колесо-оправка приводится во вращение электродвигателем мощностью около 3 квт через редуктор и червячную передачу. Скорость вращения оправки около 0,5 об/мин. Диаметр оправки берется меньше диаметра кольца моторамы.



Фиг. 113. Холодная гибка на оправке.



Фиг. 114. Труба закреплена на неподвижной части приспособления.



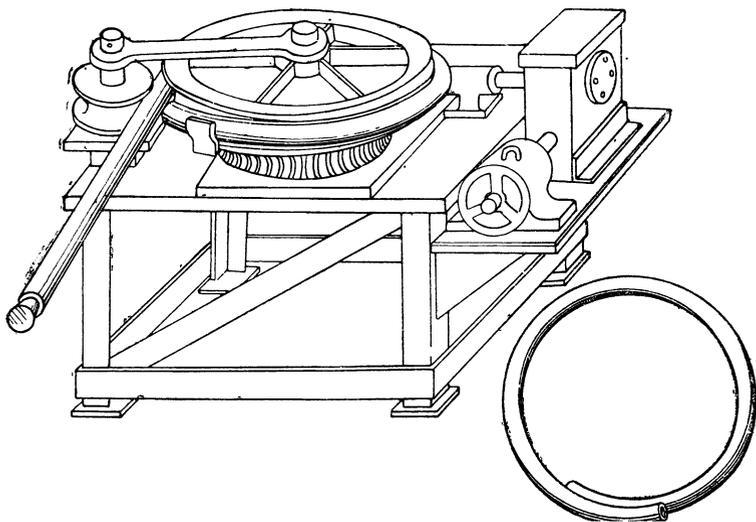
Фиг. 115. Труба закреплена на подвижной части приспособления.

Например, для кольца диаметром 650 мм, изготовляемого из хромансильевой трубы  $d=40$ , оправка должна иметь диаметр 615 мм.

Конец трубы укрепляется на гибочном ролике. С другой стороны трубу охватывает прижимной ролик со стяжной полосой.

При гибке колец различного диаметра, предназначенных для разных моторам, гибочный ролик — оправка может сниматься и заменяться другим, при этом сменяется также и прижимной ролик.

В некоторых конструкциях прижимной ролик может перемещаться в радиальном направлении, что позволяет не сменять его во всех случаях, когда диаметр трубы, из которой изготавливается кольцо моторам, не изменяется (фиг. 117 и 118). Ролик вместе



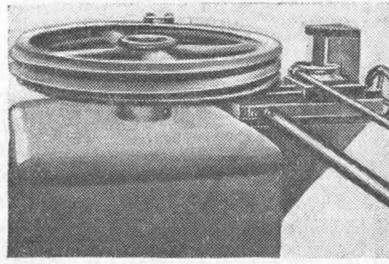
Фиг. 116. Специальные приспособления—станки для гибки кольца моторамы.

с кронштейном перемещается по направляющей вращением маховичка. На фиг. 117 видна протяжка с роликом, который помещается внутрь трубы. Схема гибки с роликом для профилирования дана на фиг. 119.

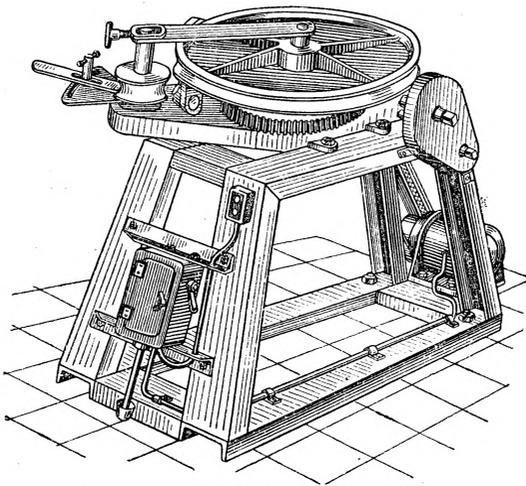
### § 3. Оправки для гибки деталей из листового материала

С точки зрения получения однотипных деталей наиболее производительным и совершенным способом является гибка деталей в специальных гибочных штампах. При отсутствии соответствующих штампов эта работа обычно производится в оправках для гибки.

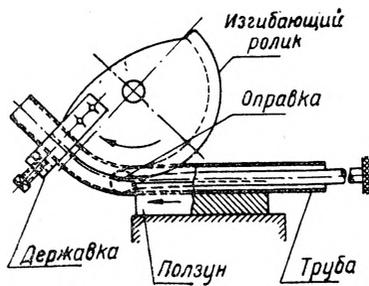
Оправка для гибки представляет собой массивную деталь, минимальная толщина которой равна 20—25 мм, а контуры совпадают с линиями сгиба, указанными на чертеже развертки детали. На оправке имеются фиксаторы, с помощью которых заготовка детали устанавливается до гибки. На оправку надевается



Фиг. 117. Конструкция станка для гибки с перемещающимся прижимным роликом и с протяжкой.



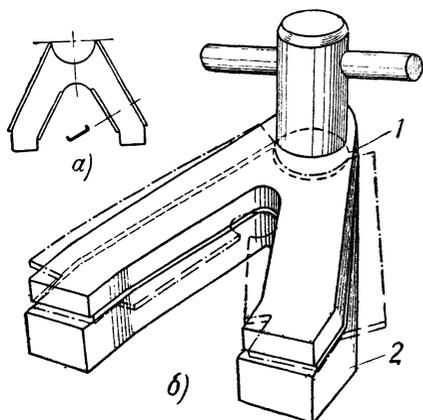
Фиг. 118. Конструкция станка для гибки с перемещающимся прижимным роликом и с протяжкой.



Фиг. 119. Схема гибки с роликом для профилирования.

крышка с зажимным винтом. Затем оправку с заготовкой детали зажимают в тиски и ударами молотка по выступающим кромкам детали придают ей нужную форму.

Оправка для гибки детали кронштейна показана на фиг. 120.



Фиг. 120. Оправка для гибки детали кронштейна.

Фиксатор 1 представляет собой пластину, толщина которой выбирается на несколько десятых мм меньше толщины детали; фиксирующая пластина соединяется с корпусом 2 оправки заклепками или точечной сваркой. Кромка оправки в местах сгиба детали закруглена, причем радиусы закругления берут на 0,3—0,5 мм меньше минимальных радиусов сгиба, допустимых для данного материала.

Если кромки детали отгибаются в разные стороны, то крышка и основной корпус оправки меняются местами.

В этом случае места сгиба обеих частей оправки скругляют. Максимальная толщина корпуса и крышки оправки равна высоте отогнутой кромки плюс 5 мм.

## Глава вторая

### СБОРОЧНО-ПРИХВАТОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### § 1. Общие понятия

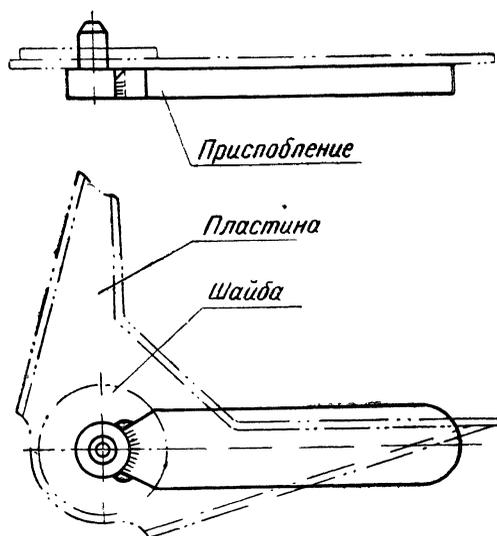
Приспособления для сборки и прихватки широко применяются и имеют большое значение в процессе сварки: они позволяют установить детали без разметки и выверки, а также закрепить их; кроме того, эти приспособления ускоряют работу и увеличивают точность ее.

Благодаря жесткому закреплению деталей уменьшаются деформации, возникающие в процессе прихватки. Сварные изделия, собранные и прихваченные в одном и том же приспособлении, имеют одинаковые геометрические формы и размеры их близки к заданным по чертежу.

При сварке изделий не удается избежать деформаций. В большинстве случаев даже при сварке в приспособлениях трудно

предотвратить коробление. В случае прихватки в приспособлениях отклонения размеров изделий от проектных получаются незначительными, что облегчает выполнение последующих операций, необходимых для получения взаимозаменяемых узлов и агрегатов.

В слесарно-сварочных цехах применяются многочисленные сборочно-прихваточные приспособления разнообразной конструкции, начиная от простейших приспособлений для прихватки шайб, привариваемых к пластинам (фиг. 121), и трубок, привариваемых к хомутикам (фиг. 122), и кончая сложными стапелями для сборки и прихватки сварных агрегатов.



Фиг. 121. Приспособление для сборки и прихватки.

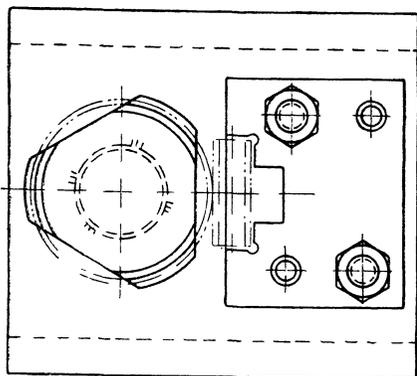
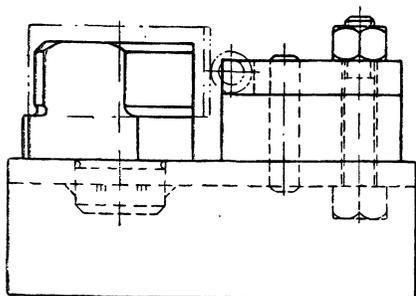
Конструкция сборочно-прихваточных приспособлений зависит от формы свариваемых изделий, числа свариваемых деталей, габаритов, расположения одной детали относительно другой, конфигурации их, толщины свариваемого материала и других факторов.

Конструкция приспособлений зависит также от способов сварки изделий. Для газовой, дуговой и атомно-водородной сварки конструкции принципиально одинаковы, но различаются в основном по доступу для прихватки. При дуговой сварке необходим более свободный доступ к изделию, чем при газовой сварке.

Приспособления для точечной сварки резко отличаются от приспособлений, применяемых при других способах сварки. Они должны быть легкими, так как в большинстве случаев рабочий держит их навесу.

Конструкция приспособлений также зависит и от характера производства — опытного или серийного. В опытном производстве пользуются простыми универсальными приспособлениями, в серийном — специализированными для отдельных операций.

Конструкция приспособлений связана, кроме того, с методом производства. Так, при плазово-шаблонном методе с его системой контрольных и ведущих отверстий конструкция приспособлений значительно упрощается.



Фиг. 122. Приспособление для сборки и прихватки деталей хомута.

## § 2. Особенности конструирования сборочно-прихваточных приспособлений

Приспособления состоят из отдельных элементов, имеющих определенное назначение и скомбинированных различным образом в зависимости от конструкции сварного изделия; одни и те же элементы могут повторяться в различных конструкциях.

Конструкция сборочно-сварочных приспособлений должна удовлетворять общим требованиям, изложенным во второй главе части I. Помимо общих требований, при разработке конструкции необходимо учитывать следующее.

1. В приспособления закладываются несвязанные одна с другой отдельные детали, а вынимаются из приспособлений узлы, скрепленные прихватками. Каждая входящая в сварной узел деталь должна устанавливаться и закрепляться самостоятельно, причем элементы приспособления, фиксирующие и закрепляющие детали, не должны мешать удалению прихваченного узла.

Для пространственных сварных узлов следует в первую очередь продумать возможность удаления изделия после прихватки, иначе можно допустить ошибку, при которой прихваченное изделие нельзя будет вынуть из приспособления.

2. В приспособлениях для сборки и прихватки необходимо учитывать усадку, изменяющую размеры свариваемого узла. Если устанавливать свариваемые детали в приспособление по размерам чертежа изделия, то после прихватки и сварки раз-

меры сварного узла будут меньше заданных. Чтобы получить правильные размеры, необходимо при установке свариваемых деталей предусматривать припуски на усадку узла в результате сварки. Припуск задается технологом и указывается в техническом задании на проектирование.

Сложные сварные изделия изготавливают частями, которые затем собирают в один узел. Такая операционная разбивка упрощает конструкцию приспособлений и ускоряет процесс изготовления узла. Припуски на усадку даются на каждую операцию, а увязка их производится по схеме припусков, представляющей собой чертеж, на котором нанесены осевые линии входящих в узел деталей и проставлены размеры, требующие припуска. Схема припусков дается на отдельном чертеже или на чертеже общего вида сборочного приспособления.

На фиг. 123 показана станина моторной установки-центроплана. Станина изготавливается за две операции. Сперва отдельно собирают и прихватывают боковые панели, а затем собирают и прихватывают две боковые панели с кольцом и раскосами.

При сборке и прихватке учитываются припуски на усадку как при первой, так и при второй операции. Так, на размер 830 мм (фиг. 124) дается припуск 4 мм, так как предполагается, что после сварки размер  $830 + 4 = 834$  уменьшится на 3 мм и таким образом останется 1 мм припуска на усадку после второй сварочной операции.

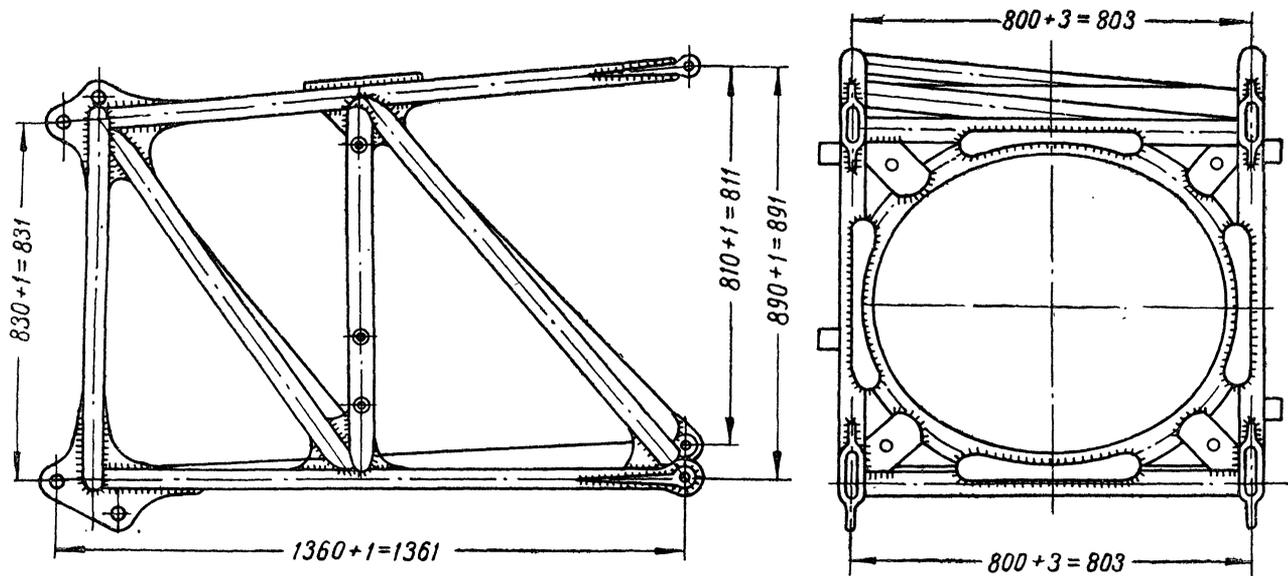
В приспособлении для сборки и прихватки обеих панелей с кольцом и раскосами (вторая операция) вместо размера 830 мм выдерживают размер 831 мм.

3. При закреплении свариваемых деталей в приспособлении зажимы необходимо размещать таким образом, чтобы они не подвергались сильному нагреву.

Детали с резьбой, пружины и чистовые поверхности должны быть предохранены от непосредственного воздействия пламени и капель расплавленного металла; кроме того, необходимо принимать меры против сильного нагрева приспособлений во время прихватки.

Если в небольшом приспособлении производить непрерывно сборку и прихватку партии деталей, то приспособление не успевает охладиться до установки и закрепления следующих деталей. Поэтому приспособления периодически охлаждают. Небольшие приспособления для этой цели опускают в воду. Средние и крупные приспособления охлаждают на воздухе.

4. Места прихваток свариваемых изделий должны находиться на определенном расстоянии от металлических частей приспособлений. В ряде случаев это сделать невозможно и прихватка производится в непосредственной близости к металлическим частям. Для уменьшения отвода тепла через металлические части приспособления в последних уменьшают поверхность соприкосновения с изделием, т. е. предусматривают воздушные про-

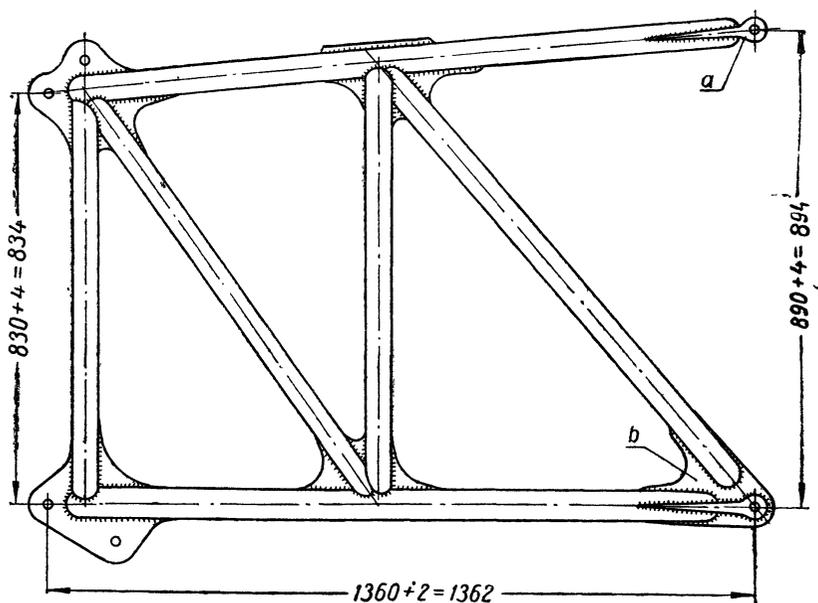


Фиг. 123. Припуски на усадку от сварки станины мотора.

межутки, которые выполняются в виде отверстий, канавок, фасок и т. п.

При сварке материалов различной толщины следует увеличивать отвод тепла от тонкостенной детали, чтобы избежать перегрева и добиться равномерного нагрева тонкого и толстого материала. В таких случаях элементы приспособлений в местах прихватки делают массивными.

5. Небольшие сварные изделия в процессе прихватки нагреваются. Удаление их из приспособлений производится плоско-



Фиг. 124. Припуски на усадку от сварки (первая операция).

губами или специальными выталкивателями. Необходимо предусмотреть возможность удобного удаления изделия.

6. Предпочтительно разъемное (на болтах) соединение элементов приспособлений с основаниями, рамами или каркасами с жесткой фиксацией контрольными шпильками. В отличие от станочных приспособлений, где резьбовые шпильки ввертывают в корпуса, в сварочных приспособлениях применяют болты с гайками. Такое соединение дает возможность регулировать элементы при установке и наладке приспособлений, так как отверстия под болты больше диаметра болтов. Кроме того, отпадает необходимость нарезать резьбы в элементах приспособлений.

После выверки размеров элементы предохраняются от перемещения запрессовкой штифтов, так называемых контрольных шпилек. Для установки каждого элемента необходимы два болта и две шпильки: количество болтов может быть в случае необ-

ходимости увеличено. Ходовые диаметры болтов 8, 10 и 12 мм. Шпильки применяются конические с конусностью 1 : 100 и 1 : 200 диаметром 6—8 мм.

Необходимо обращать особое внимание на неизменность соединения элементов приспособлений с основаниями. В процессе работы элементы приспособлений воспринимают различные усилия, связанные с постукиванием молотком во время пригонки деталей изделия, работой зажимов, напряжениями, вызываемыми расширением нагретых мест прихватки, сотрясениями при снятии прихваченного изделия и др.

Средством уменьшения влияния этих усилий является повышение жесткости приспособления, которое достигается увеличением жесткости стыков, возрастающей за счет чистовой обработки опорных поверхностей. По этим же соображениям следует затягивать гайки доотказа.

Неразъемные (сварные, клепаные) крепления, несмотря на значительно большую жесткость, применяются лишь в отдельных случаях, так как они не дают возможности регулировать элементы и неудобны при наладке, перемонтаже и ремонте приспособлений.

При конструировании приспособлений для точечной прихватки необходимо учитывать следующее:

1. Магнитные массы стальных изделий и приспособлений, вводимые внутрь контура электрической цепи сварочной машины, должны быть минимальными.

2. Приспособления должны обладать минимальным весом для меньшей утомляемости сварщика. Фактор утомляемости при конструировании приспособлений для точечной сварки должен всегда учитываться, так как сварщику в течение рабочего дня приходится много раз снимать и устанавливать приспособление со свариваемым в нем узлом.

3. Винтовые прижимы деформируют элементы свариваемого узла и могут применяться только при достаточной жесткости свариваемых деталей (при малой жесткости используются кламмеры или струбцины).

4. Части приспособления не должны мешать свободному доступу электродов к местам прихватки.

5. Система упоров в приспособлении должна быть такой, чтобы после окончания сварки и освобождения зажимов изделие беспрепятственно вынималось из приспособления.

### § 3. Шаблоны для прихватки

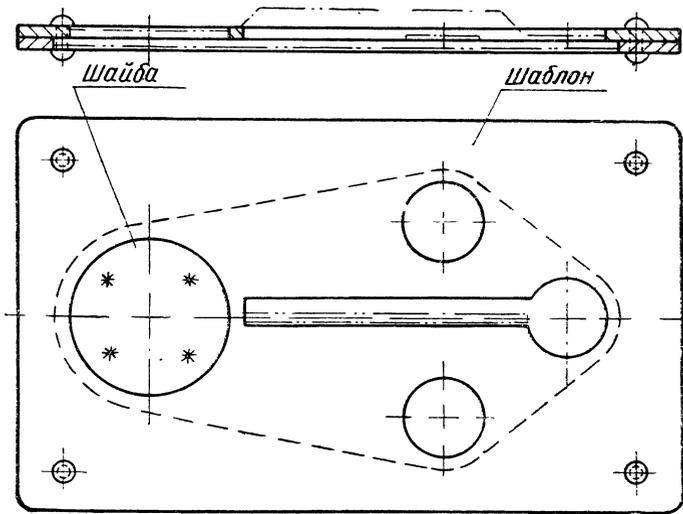
Шаблоны являются простейшими приспособлениями для сборки и прихватки сварных изделий. Они применяются для прихватки шайб, накладок, профилей и других несложных деталей, не требующих закрепления в процессе прихватки.

Свое название шаблоны получили от внешнего сходства с измерительными шаблонами.

Основным элементом шаблонов является лист, конфигурация и размеры которого определяются собираемыми деталями. Толщины листов колеблются от 1,5 до 4 мм.

Наибольшее распространение шаблоны получили для сборки изделий, свариваемых точечной сваркой.

Чаще всего используются шаблоны, наружные контуры которых совпадают с контурами основных деталей изделия. Для предохранения от смещения шаблонов относительно свариваемых деталей предусматривают упоры. Для установки привариваемых деталей в шаблонах вырезаются отверстия, соответствующие контурам деталей.



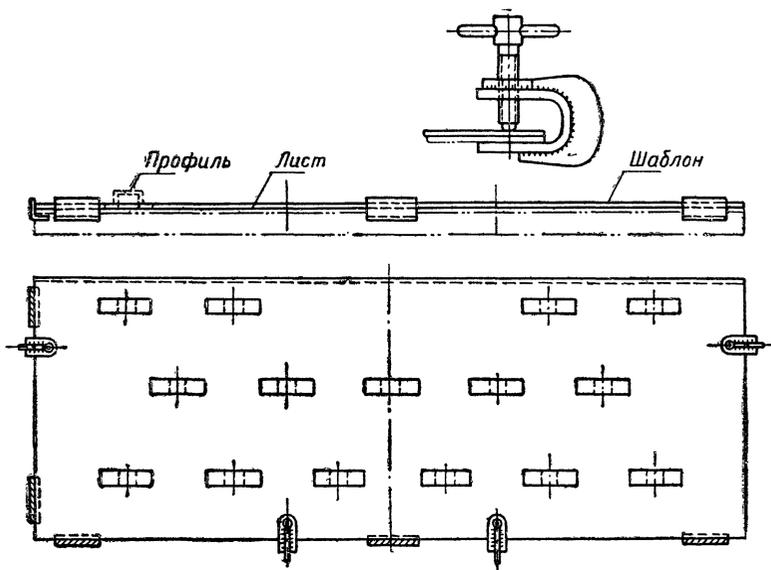
фиг. 125. шаблон для точечной сварки шайб с пластиной.

Шаблоны малых габаритов не скрепляют с изделием. В процессе прихватки сварщик поддерживает их рукой.

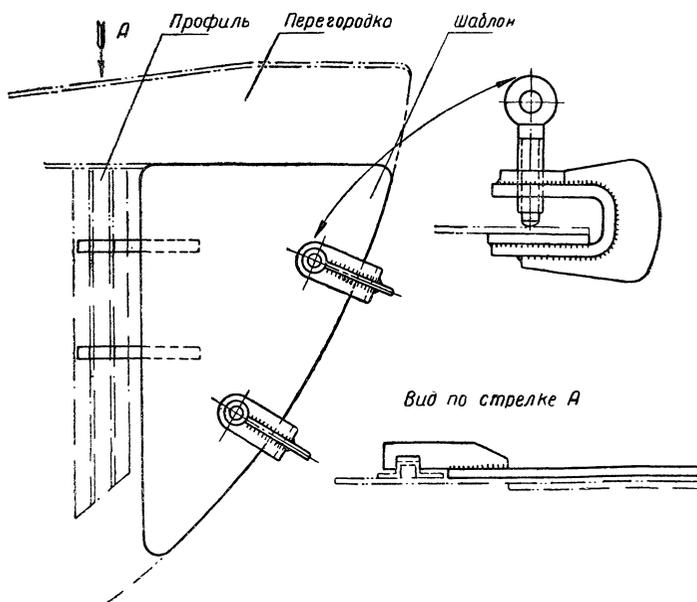
Крупные шаблоны для удобства работы скрепляются с изделием струбцинами.

На фиг. 125 показан шаблон для точечной прихватки шайб к пластинам. Шаблон состоит из двух склепанных листов; в одном листе сделан вырез под шайбу, в другом — под пластину. Шаблон накладывается на пластину; с другой стороны шаблона в отверстие вкладывается шайба. Детали зажимаются электродами точечной машины.

На фиг. 126 показан шаблон для точечной прихватки профилей с листом. Лист изделия вкладывается в шаблон, доводится до упоров и прижимается съемными струбцинами к шаблону. Концы упоров отогнуты внутрь, чтобы изделие нельзя было поставить отбортованной стороной. Профили вставляются в прямоугольные отверстия в шаблоне.



Фиг. 126. Шаблон для приварки профилей к листу.



Фиг. 127. Шаблон для прихватки профиля к противопожарной перегородке.

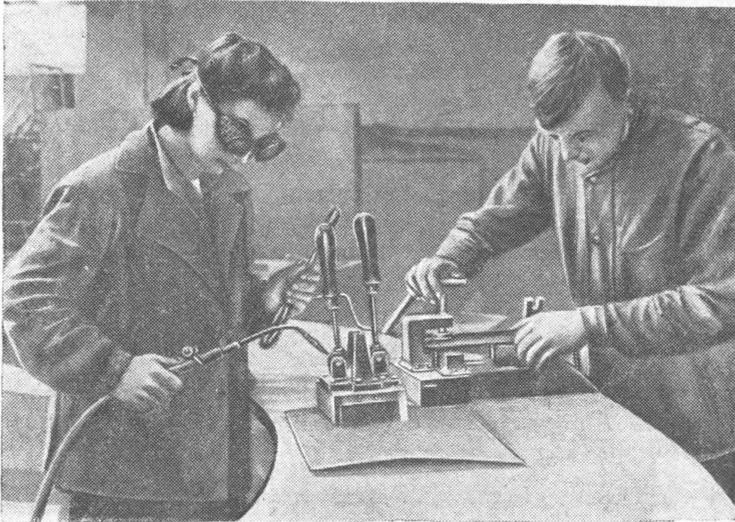
Для установки и сборки изделий по отверстиям и вырезам применяют штыри и пальцы.

Если основная деталь изделия большого габарита, а привариваемые к ней детали расположены недалеко от наружного контура, то шаблоны делают не для всего контура основной детали, а только для его части.

Такие частичные шаблоны применяются для прихватки деталей, не требующих точной установки. На фиг. 127 показан шаблон для прихватки профиля, привариваемого к противопожарной перегородке. Шаблон фиксируется по части наружного контура и прижимается струбцинами. К шаблону приварены ребра, фиксирующие стенку профиля.

#### § 4. Переносные приспособления

Обычно для прихватки пользуются двумя переносными приспособлениями: пока сварщик прихватывает изделие в одном приспособлении, слесарь снимает прихваченное изделие из вто-



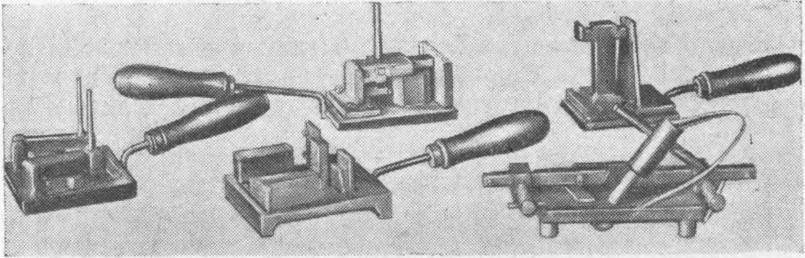
Фиг. 128. Поочередная работа слесаря и сварщика на двух приспособлениях.

рого приспособления, а затем устанавливает и закрепляет элементы изделия для следующей операции прихватки (фиг. 128)..

Для удобства переноски небольших приспособлений рекомендуется основания их снабжать ручками. Легкие приспособления достаточно снабжать одной ручкой, а более тяжелые — двумя.

### Простейшие приспособления

Простейшие приспособления (фиг. 129) применяются для сборки и прихватки простейших сварных самолетных конструкций: хомутиков, кронштейнов, фланцев, ушей и т. п., т. е. преимущественно для мелких малонагруженных изделий. Часто сварные изделия, состоящие из двух-трех деталей, устанавливаются в приспособления без закрепления и во время прихватки слесарь придерживает их плоскогубцами. При небольшом количестве деталей установка таких приспособлений отнимает немного времени. Общее время сборки-прихватки уменьшается, так как отпадает необходимость закреплять и освобождать детали.

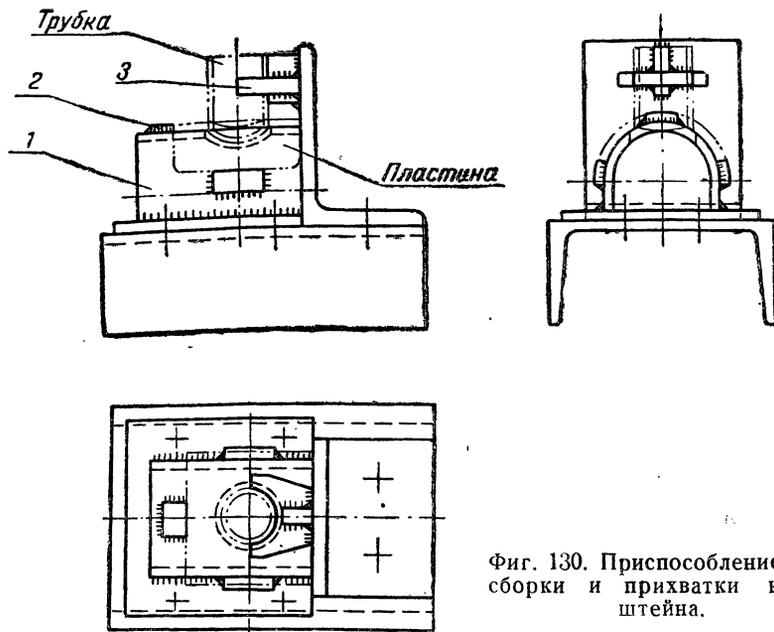


Фиг. 129. Простейшие приспособления для сборки и прихватки мелких сварных изделий.

Без закрепления прихватывают в приспособлениях изделия, для которых не требуется большая точность. Например, прихватку кронштейна можно производить в приспособлении (фиг. 130), в котором отсутствуют зажимные элементы. Изогнутая пластина устанавливается на ложемент 1 с упорами 2. Прихватываемая к пластине трубка фиксируется ложементом 3. К недостаткам приспособления следует отнести отсутствие воздушного промежутка в приспособлении под местом прихватки. В ложементе 1 необходимо сделать под трубой изделия отверстие, диаметр которого больше диаметра трубы на 10—15 мм (показано пунктиром).

Приспособления без зажимов применяются для прихватки трубок, привариваемых к хомутам (фиг. 122). Обичайка хомута сваривается заранее без приспособления. В приспособлении она фиксируется с помощью ступенчатого штыря, который устанавливается в отверстие швеллера и приваривается к нему. Штыри имеют срезы, которых в зависимости от сварного узла может быть несколько. Размеры штыря подбираются таким образом, что установленная на штырь обичайка выступает над ним. Это обеспечивает удобное удаление прихваченного изделия из приспособления.

Так как стяжные трубки для хомутов имеют длину с точностью  $\pm 0,4$  мм, то вырез под трубки в пластине должен иметь

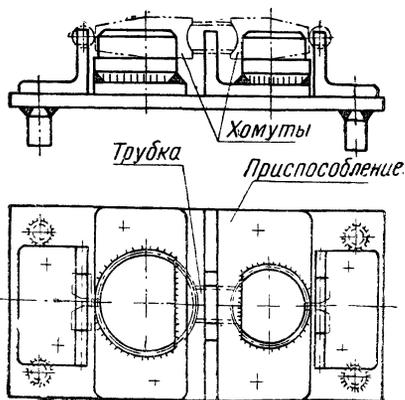


Фиг. 130. Приспособление для сборки и прихватки кронштейна.

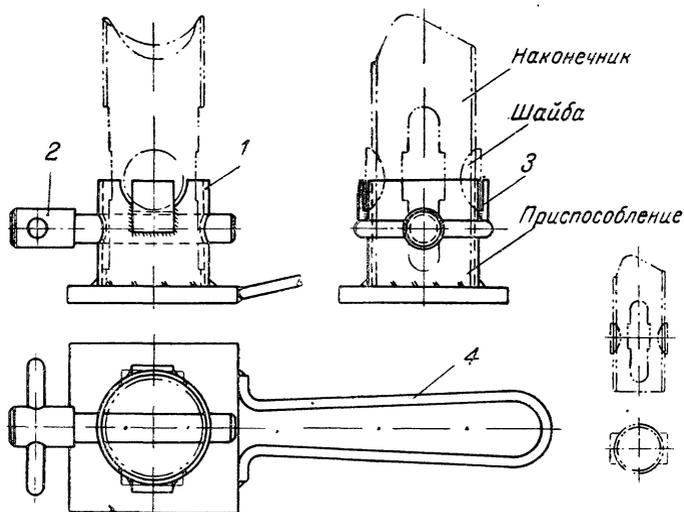
припуск  $\pm 0,5$  мм. Для удобства установки и удаления трубки при пригонке в пластине имеется дополнительный вырез.

На фиг. 131 показано приспособление для сборки и прихватки кронштейна, состоящего из двух хомутов и трубки между ними. Хомуты свариваются заранее. Трубка вводится между хомутами и фиксируется ложементом. При правильной пригонке трубки с зазором 0,1 мм сборка в приспособлении производится быстро и детали изделия устанавливаются точно.

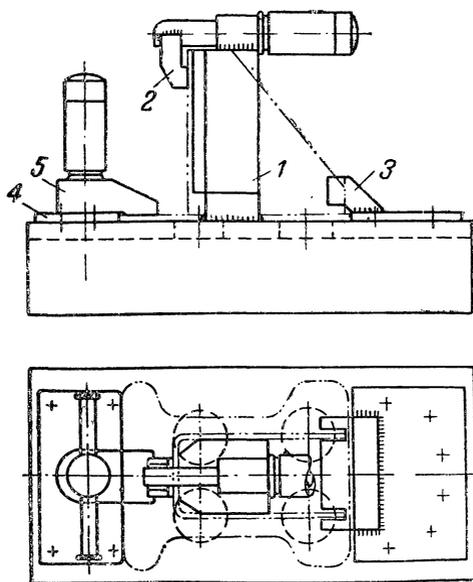
Для сборки изделия, от деталей которого не требуется большой точности, применяются различные упоры, предохраняющие детали от смещения. В приспособлении для прихватки (фиг. 132) наконечник трубы вставляется в стакан 1 и предохраняется от поворота



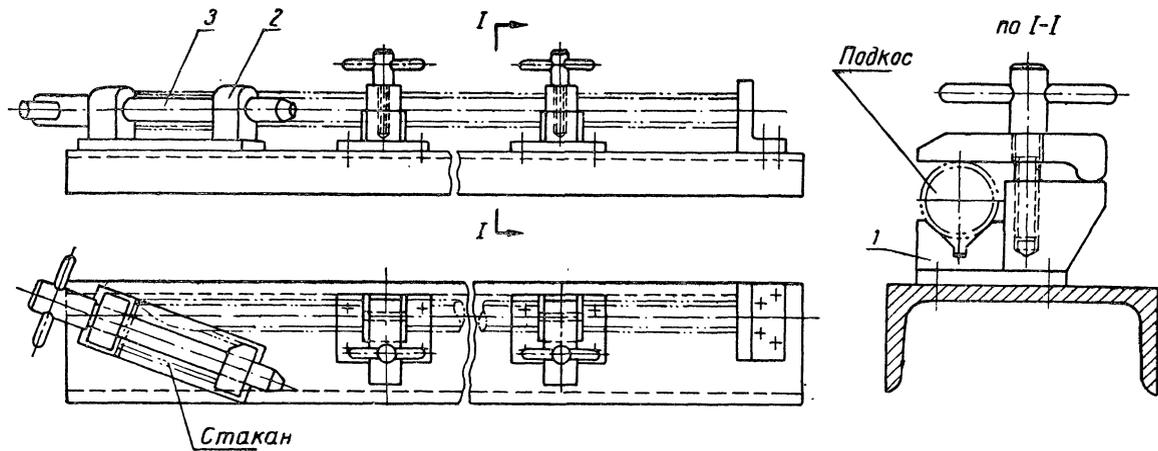
Фиг. 131. Приспособление для сборки и прихватки кронштейна.



Фиг. 132. Приспособление для сборки и прихватки деталей наконечника трубы.



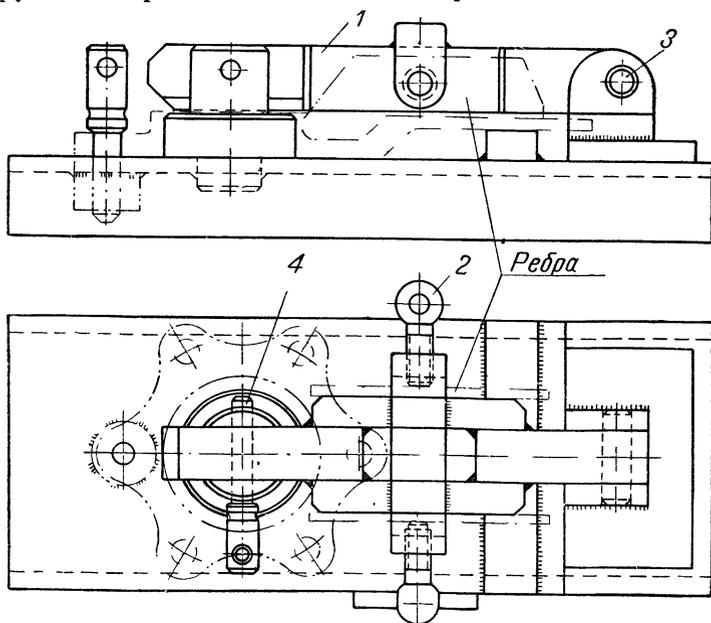
Фиг. 133. Приспособление для сборки и прихватки кронштейна.



Фиг. 134. Приспособление для сборки и прихватки стакана с подкосом.

штырем 2, проходящим через паз наконечника. Шайбы устанавливаются в углубления, выфрезерованные в стакане. Чтобы шайбы не выпадали, к стакану привариваются пластинки 3, образующие так называемые «карманы». Такие карманы используются для установки ребер, пластинок, накладок и других деталей. К основанию приспособления приваривается изогнутый металлический стержень 4, служащий рукояткой.

Количество фиксирующих элементов зависит в основном от конструкции свариваемого изделия. В приспособлении для сбор-



Фиг. 135. Приспособление для сборки и прихватки фланца с ребрами.

ки и прихватки кронштейна (фиг. 133), состоящего из пластины и коробочки, стойка 1 одновременно фиксирует обе детали. Коробочка устанавливается на швеллере и прижимается к стойке Г-образным прижимом 2. Концы скобы фиксируются прорезями гребенки 3.

Пластина кронштейна с соответствующим вырезом устанавливается на стенку швеллера. Упорная плитка 4 не дает пластине отходить в сторону. Чтобы обеспечить перпендикулярность коробочки по отношению к пластине, последняя прижимается к швеллеру поворотным прихватом 5.

Недостатком приспособления является соприкосновение изделия с основанием приспособления в местах прихватки. В этих местах следует сделать отверстия, показанные на фигуре пунктиром.

Простая и удобная конструкция приспособления для сборки и прихватки стакана с подкосом показана на фиг. 134. Подкос устанавливается на призматические ложементы 1 и прижимается поворотными прихватами. Стакан закладывается между двумя стойками 2 и фиксируется штырем 3.

Ребра жесткости устанавливаются с помощью накидных планок с прорезями, так называемых гребенок.

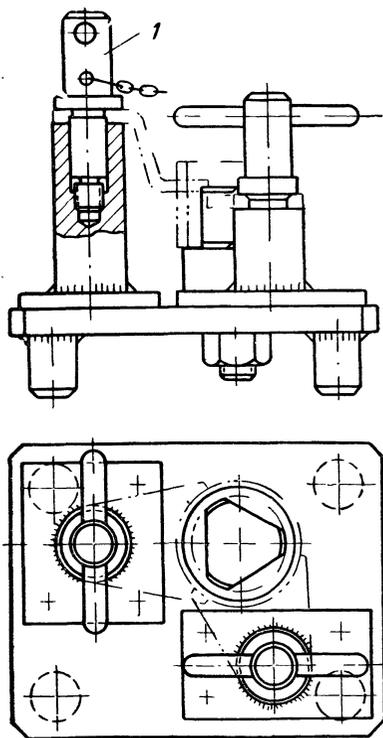
Если ребра расположены на значительном расстоянии одно от другого, то применяют откидные планки (фиг. 135), причем ширина планки 1 равна расстоянию между внутренними стенками ребер. К планке ребра прижимаются винтами 2. Один конец планки крепится шарнирно на оси 3, а второй фиксируется коническим штырем 4.

В приспособлении для сборки и прихватки втулки с лапками (фиг. 136) показан штырь 1, одновременно фиксирующий лапку по отверстию и прижимающий ее к опорной плоскости. Такие штыри применяются в случаях, когда размеры детали не позволяют ставить отдельно зажимы и фиксаторы. Для быстрого прижима и освобождения изделия длина резьбы штыря не должна превышать 8—10 мм. Диаметр резьбы выбирают несколько меньше диаметра отверстия изделия. Такие штыри следует применять лишь в случае крайней необходимости, так как на зажатие и освобождение изделия приходится затрачивать много времени из-за необходимости полностью удалять штыри.

#### Приспособления для точечной прихватки

Конструкция переносных приспособлений для точечной прихватки различна, в зависимости от того, для какой сварки они предназначаются (нормальной двухсторонней, одноэлектродной, односторонней, двухточечной и др.).

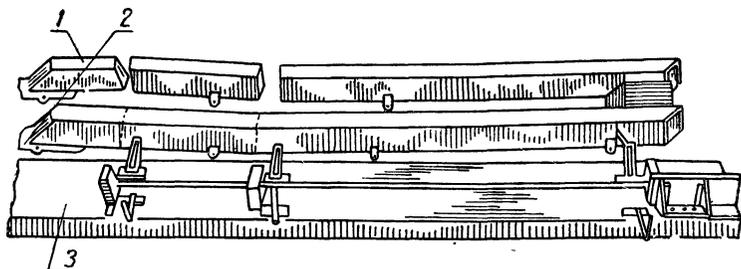
На фиг. 137 внизу показано приспособление для сборки рукава из нержавеющей стали. В приспособлении производится



Фиг. 136. Приспособление для сборки и прихватки втулки с лапками.

окончательная сборка четырех частей этого рукава, предварительно сваренных в других приспособлениях.

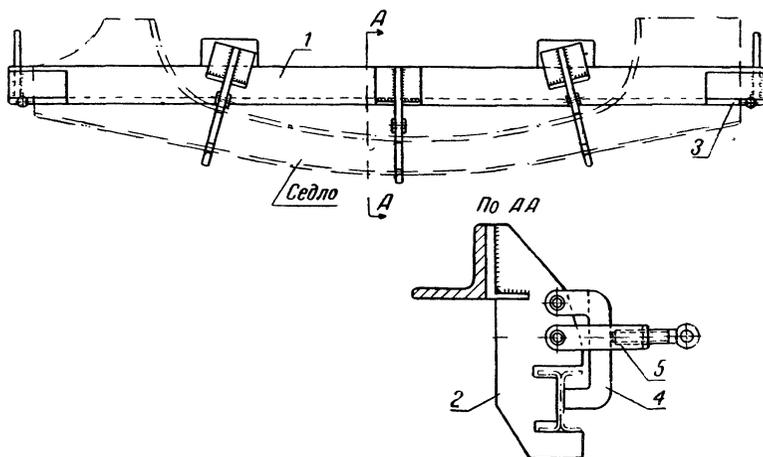
Приспособление состоит из алюминиевого основания, на котором расположены три пары зажимов, удерживающих отдель-



Фиг. 137. Приспособление для сборки и прихватки отводящего рукава:

1—детали рукава; 2—рукав после прихватки; 3—приспособление для прихватки.

ные части свариваемого рукава в нужном положении. Через середину приспособления пропущен стержень, на котором закреплены три медных упора, вставляемые внутрь секции рукава.



Фиг. 138. Приспособление для сборки и прихватки седла.

На расстоянии 30 см от левого края имеется шарнир, позволяющий крайнему упору проходить через часть рукава, устанавливаемого под углом к двум другим частям рукава. Кроме медных упоров, справа, против места, где к рукаву приваривается откидная крышка, имеется медная пластина. Упоры плотно прилегают

к внутренней поверхности рукава в месте сварки и служат проводниками электрического тока. В алюминиевом основании под упорами сделаны щели, через которые подводят электроды сварочной машины.

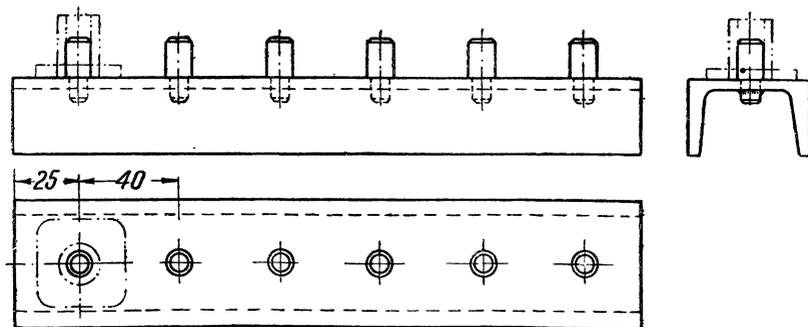
Простое приспособление для сборки и прихватки седла показано на фиг. 138. Седло состоит из двух профилей, соединенных спинками. Основанием приспособления является угольник 1, на котором размещены ложементы и зажимы. Профили укладываются в ложементы 2, доводятся до упора 3, обработанного по шаблону, снятому с плаза, и крепятся с помощью откидной планки 4 и скобы 5. Места прихватки с обеих сторон открыты для электродов.

Приспособления для прихватки точками находят все большее применение в связи с ростом использования контактной сварки для агрегатов самолета

#### Многоместные приспособления

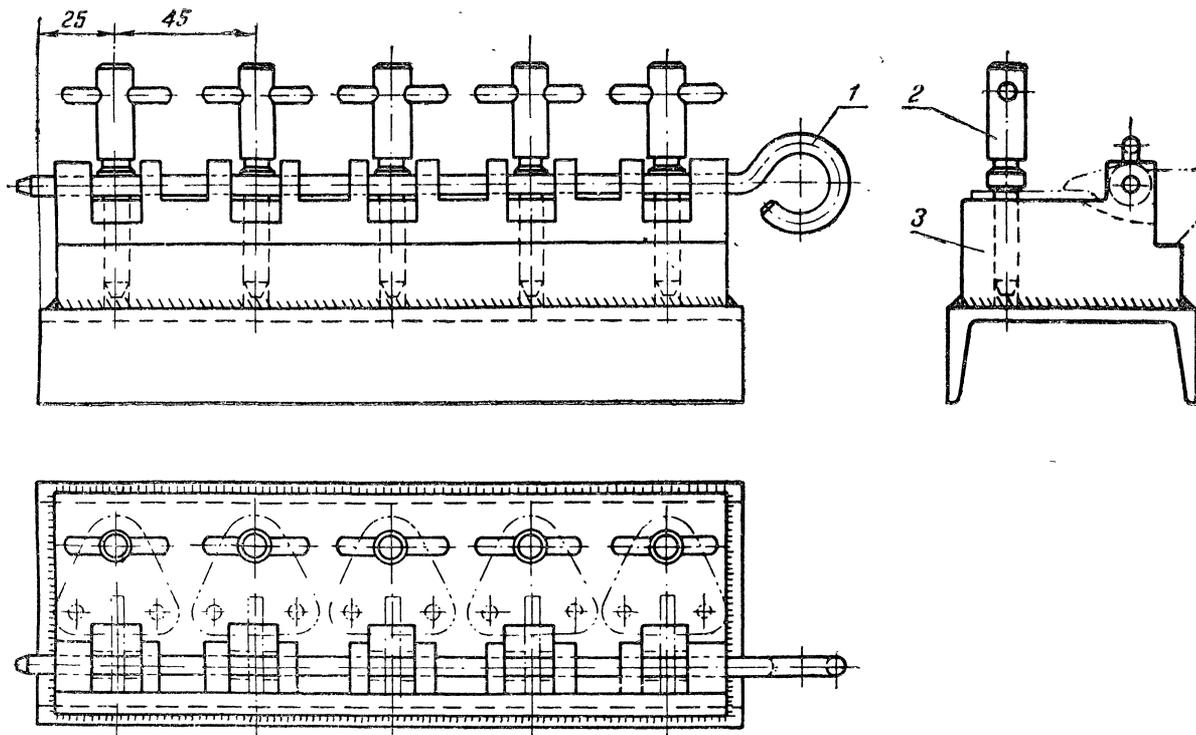
Для сварки простейших изделий небольших габаритов используются многоместные приспособления, в которых можно устанавливать несколько изделий одновременно. Количество собираемых в приспособлении изделий различно.

Простейшим многоместным приспособлением является швеллер (фиг. 139) со штырями, фиксирующими трубки, привариваемые к пластине.



Фиг. 139. Многоместное приспособление для прихватки трубок, привариваемых к пластине.

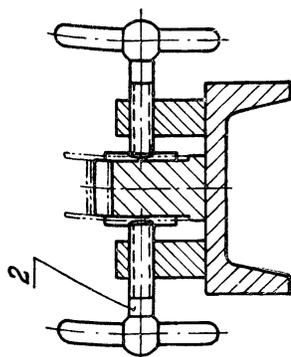
Неудачная конструкция многоместного приспособления показана на фиг. 140. В приспособлении собираются и прихватываются детали коромысла. Ушки фиксируются одним штырем 1. Штырь проходит через 10 отверстий в приспособлении и 5 отверстий в ушках. После прихватки штырь трудно вытаскивать. Пластинки коромысла фиксируются съемными штырями 2. Фиксация одного отверстия недостаточно, так как при этом пла-



Фиг. 140. Неудачное многоместное приспособление для прихватки коромысла.

стинки могут поворачиваться вокруг што́ра. Ложемент 3 приспособления сложен в изготовлении и настолько массивен, что установка его на основание совершенно излишня. Приспособление тяжело и неудобно.

Более удачная конструкция приспособления показана на фиг. 141. В приспособлении собираются кронштейны, состоящие каждый из двух пластинок и пяти трубок. Пластинки устанавливаются на ложемент 1 и прижимаются винтами 2. Для трубок в ложементе имеются углубления. Прихватка трубок к пластинам удобная, так как доступ сверху к свариваемым деталям свободен.



#### Приспособления средней сложности

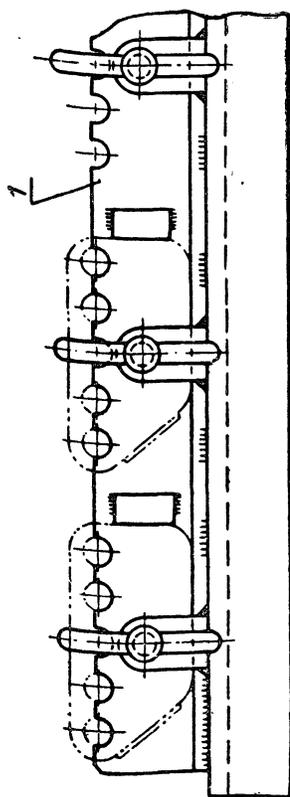
Ниже рассматриваются приспособления для прихватки обечаек, элементов ферм, патрубков, цилиндров, а также узлов сложных агрегатов.

По количеству применяемых приспособлений и по разнообразию их конструкции эта группа наиболее обширна.

Основаниями таких приспособлений являются сварные рамы и плиты. По сравнению с плитами рамы весят меньше, они прочнее и проще в изготовлении.

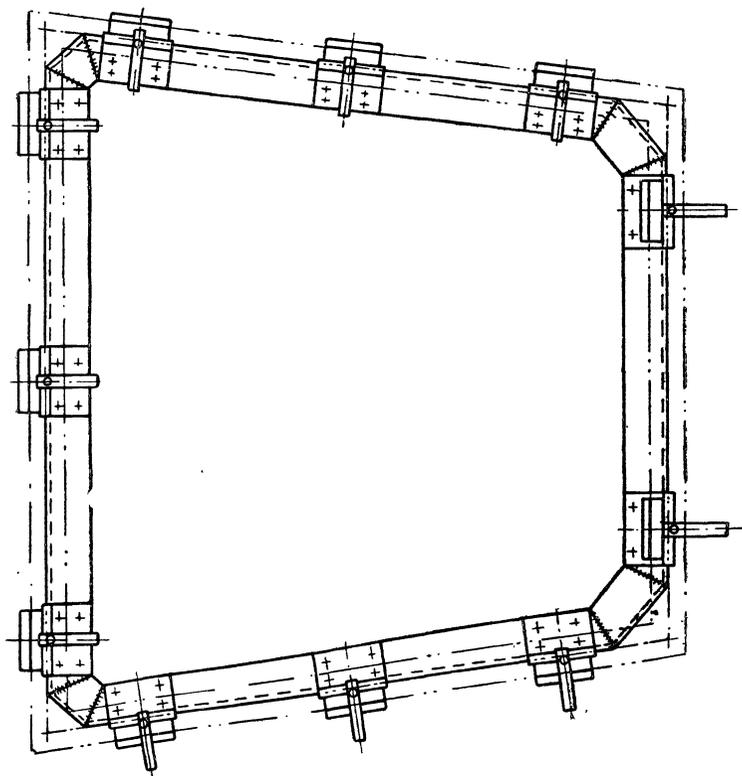
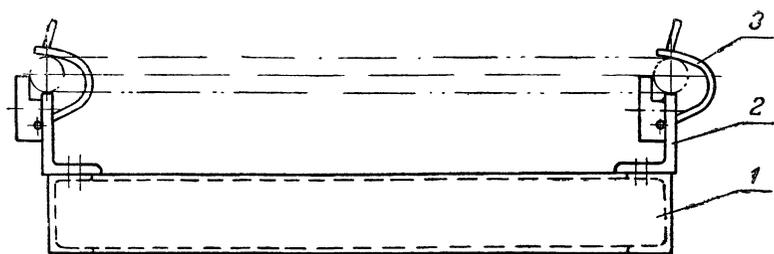
В самолетных конструкциях часто используются сварные узлы, состоящие из труб. На фиг. 142 показано приспособление для сборки и прихватки трубчатой рамы. На сварной раме 1 приспособления установлены фиксаторы 2, на которых укреплены зажимы для труб. Для удобства прихватки нижней части стыков труб углы рамы приспособления скошены.

Фиксаторы прижимают трубы с помощью эксцентриковых прихватов — рубильников 3 к горизонтальным и вертикальным установочным плоскостям.



Фиг. 141. Многоместное приспособление для прихватки кронштейна.

Сложные сварные фермы для удобства изготовления расчле-  
няют на несколько подузлов.



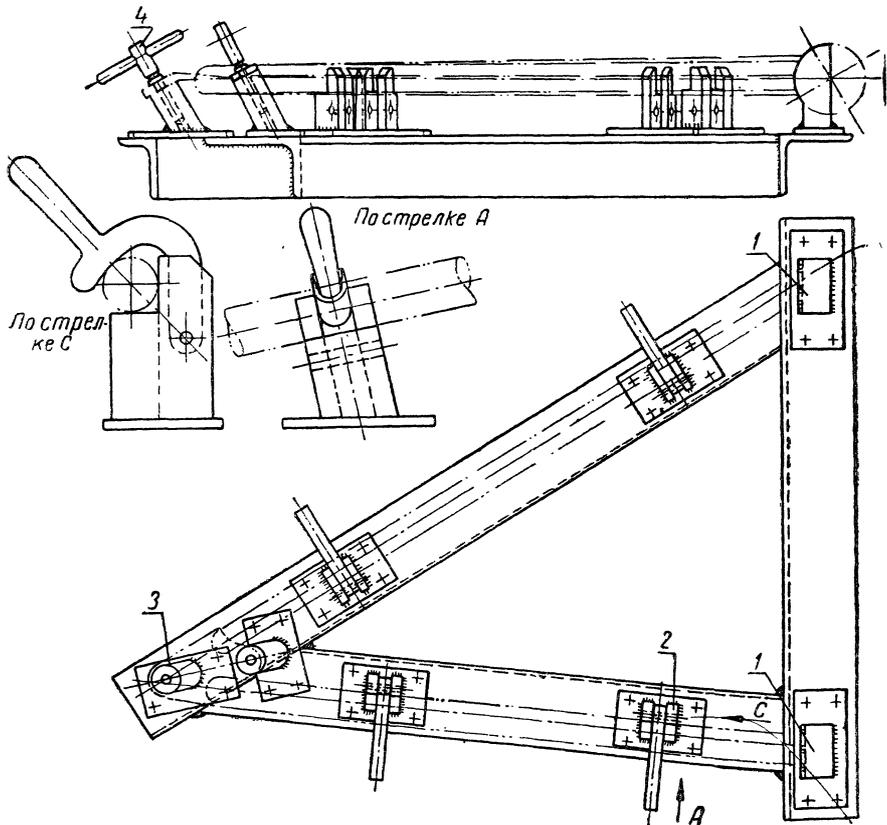
Фиг. 142. Приспособление для сборки и прихватки рамы.

В таких операционных узлах торцы труб, которые в дальней-  
шем сопрягаются с какими-либо деталями, фиксируются упора-  
ми, представляющими собой макеты этих деталей.

В приспособлении для сборки и прихватки раскосов фермы  
(фиг. 143) торцы труб фиксируются упорами 1. Поверхность упо-

ра совпадает с наружным диаметром трубы, с которой в дальнейшем будут сопрягаться трубы фермы.

Фиксаторы 2 для труб расположены таким образом, что позволяют перемещать трубы в горизонтальной плоскости. Трубы заводятся прорезью в ушко изделия и поворачиваются до соприкосновения с установочной плоскостью фиксаторов. По упору проверяют правильность припилочки конца трубы и величину за-



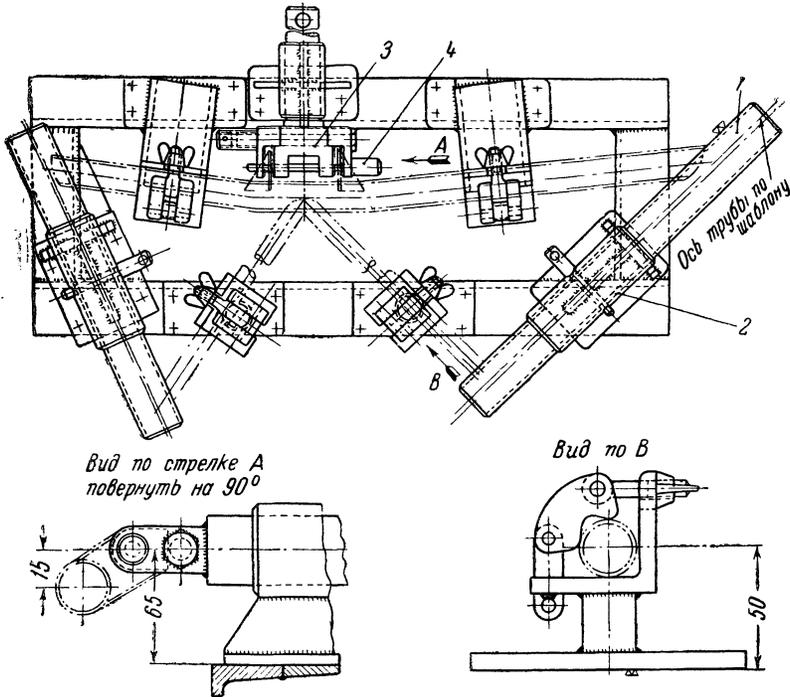
Фиг. 143. Приспособление для сборки и прихватки фермы костью.

зора. Ушко устанавливается на ложемент 3 и фиксируется съемным штырем 4 по отверстию.

В приспособлении для сборки и прихватки фермы (фиг. 144) торцы труб фиксируются выдвижными валиками 1, «ложными трубами», установленными на стойках 2. Вместо сплошных валиков лучше применять трубы. Диаметры валиков или труб должны быть равны диаметрам труб изделия, с которыми сопря-

гается ферма. Для удаления прихваченного изделия из приспособления ложные трубы должны быть выдвижными.

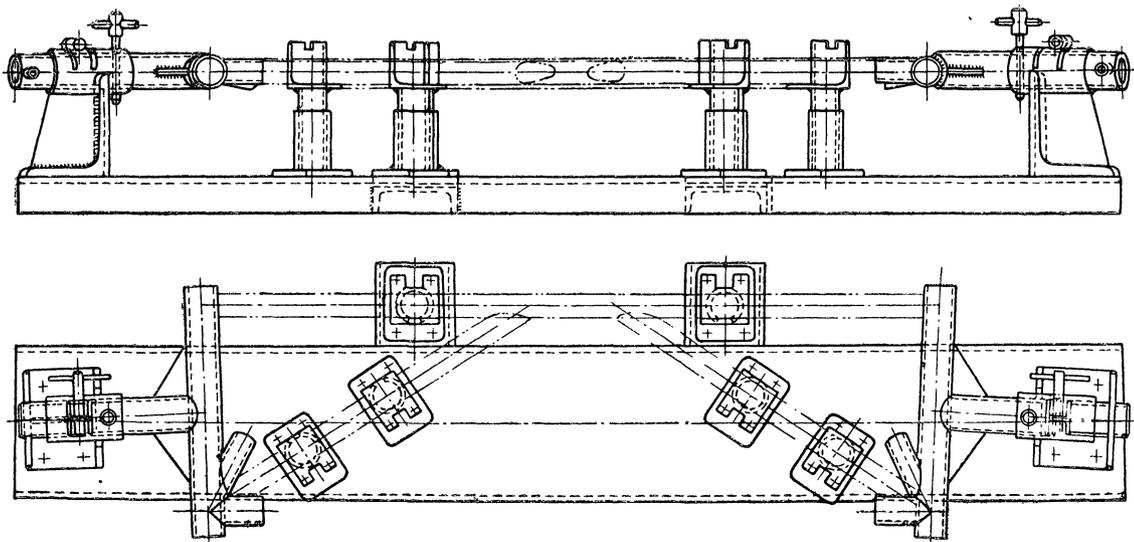
Трубы фермы устанавливают на фиксаторы и закрепляют. К изогнутой трубе фермы приваривают кронштейны, установка которых производится при помощи выдвижного фиксатора 3. Ширина фиксатора равняется расстоянию между кронштейнами, которые устанавливаются на плоскости фиксатора и фиксируются штырем 4 по отверстиям.



Фиг. 144. Приспособление для сборки и прихватки фермы.

На фиг. 145 показано приспособление для сборки и прихватки паука рамы сварного фюзеляжа. Торцы труб паука фиксируются трубами, представляющими собой макеты частей фюзеляжа. Макеты установлены на стойках и имеют возможность перемещаться в горизонтальной плоскости. Размер между ними фиксируется контрольными штырями.

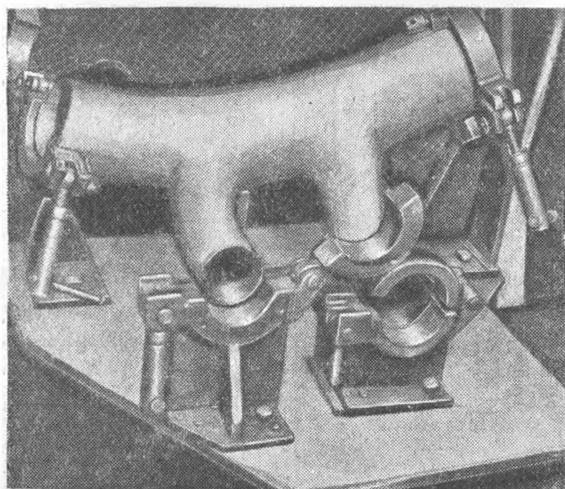
Фиксирование торцов труб в рассмотренных приспособлениях дает возможность проверить правильность пригонки и произвести правильную установку. Если в приспособлениях для сборки и прихватки сварных изделий, состоящих из трубчатых элементов, последние фиксируются на призмы, то различного рода сварные патрубki, имеющие круглые, овальные или другие сечения, фиксируются по контурам.



Фиг. 145. Приспособление для сборки и прихватки паука.

Обычно патрубки состоят из двух частей, сваренных между собой сваркой, плавлением или точечной сваркой. Толщина материала, применяемого для патрубков, равна 1—1,5 мм. При сборке частей патрубков под прихватку особенное внимание следует обращать на то, чтобы сечения торцов получались правильными. Это важно потому, что торцы патрубков стыкуются с трубами, фланцами и т. п. Концы патрубков фиксируют по наружному и внутреннему контуру при сборке.

На фиг. 146 показано приспособление для сборки и прихватки промежуточной секции коллектора. Секция состоит из двух

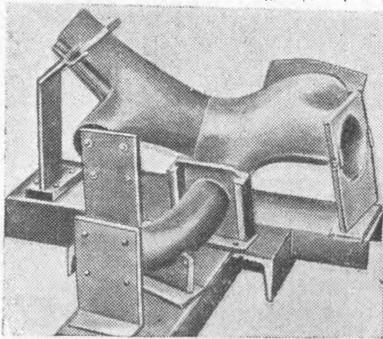


Фиг. 146. Приспособление для сборки и прихватки промежуточной секции коллектора.

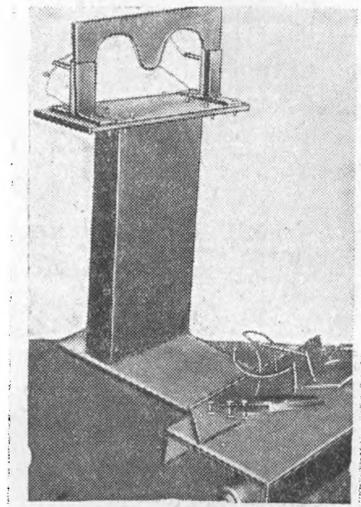
частей; нижняя устанавливается на ложементы, а верхняя — по контуру нижней и фиксируется разъемными хомутами, которые прижимаются к опорам шарнирным болтом с гайкой. В закрытом положении ложемент с откидными планками плотно охватывает трубы изделия. Между ложементом и откидной планкой оставляют зазор, величина которого в зависимости от формы и габаритов изделия колеблется от 0,5 до 2 мм. Ложементы с откидными планками устанавливают на основания приспособлений таким образом, чтобы концы патрубков выступали за наружную плоскость на величину припуска для обработки (фиг. 147). Наружную плоскость ложемента и планки делают ровной, чтобы сделать возможным очерчивание выступающего конца. Обработку торца, т. е. снятие припуска, производят по риску без приспособления, но лучше осуществлять эту операцию, не вынимая патрубков из приспособления.

На фиг. 148 показано приспособление для сборки с фланцем и обрезки верхней части всасывающего патрубка. В приспособлении собирается правый и левый патрубки. Верхняя часть патрубка фиксируется съемной планкой с вырезом по контуру патрубка. Фланец устанавливают по отверстиям и фиксируют съемными штырями.

Другое приспособление для сборки, прихватки и торцовки патрубка показано на фиг. 149. Патрубок сваривается с фланцем, который прижимается к упору двумя прихватами. Обрезка патрубков производится фрезой или ленточной пилой. Иногда прихватку патрубков и их обрезку разделяют на само-



Фиг. 147. Патрубок, установленный в приспособление для сборки, прихватки и очерчивания

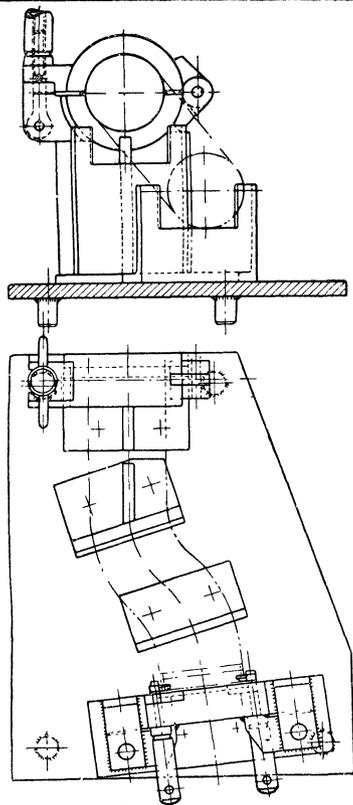


Фиг. 148. Приспособление для сборки и прихватки всасывающего патрубка.

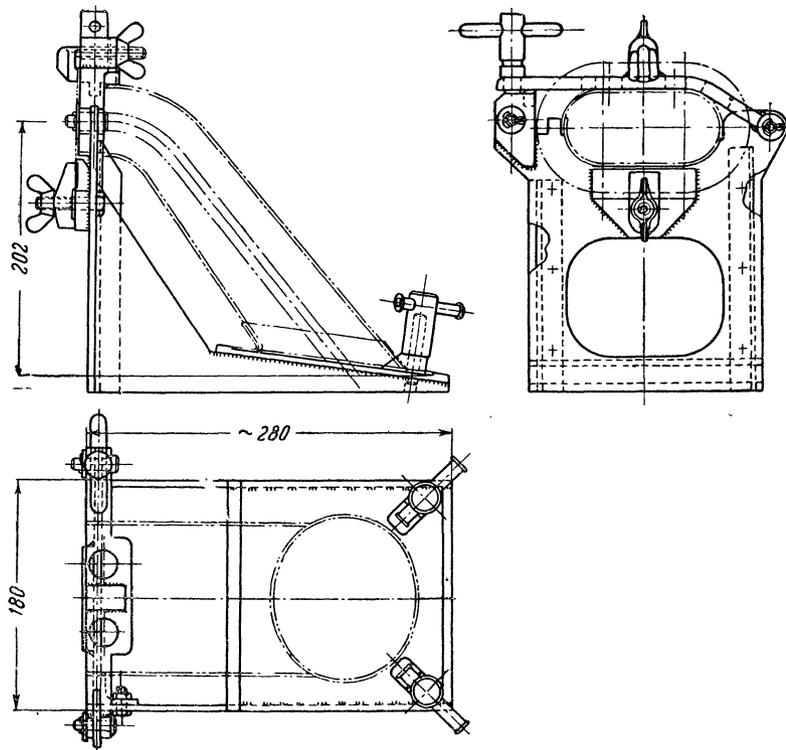
стоятельные операции, каждую из которых производят в отдельных приспособлениях.

Приспособления для точечной сварки патрубков проектируются по такому же принципу. Сечения на концах труб фиксируются по всему контуру (фиг. 150). В приспособлениях необходимо предусматривать возможность ввода электрода внутрь патрубка.

Такая же фиксация по контуру сечения применяется в приспособлениях для прихватки вилок шасси и костыля. Корпус вилки изготавливается из двух штампованных половин подковообразной формы. К концам корпуса приваривают механически обработанные уши или вилки, в отверстия которых впрессовывают подшипники для оси колеса. Типовой конструкцией для прихватки вилки является приспособление, показанное на фиг. 151. Нижнюю половину корпуса вилки устанавливают на ложементы 1, верхнюю половину укладывают на нижнюю и прижимают откидными хомутами 2.

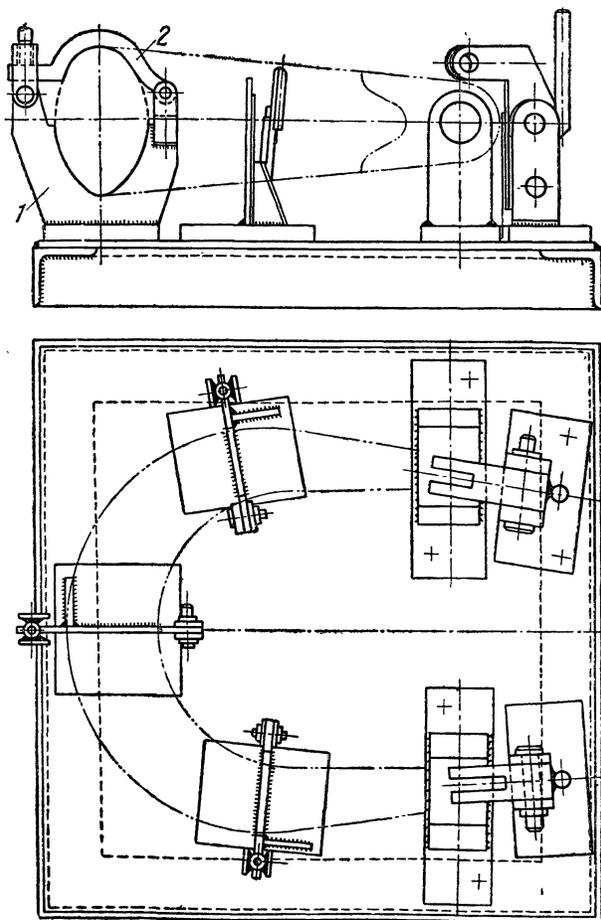


Фиг. 149. Приспособление для сборки, прихватки и торцовки патрубков.



Фиг. 150. Приспособление для точечной сварки патрубков.

Для больших сечений применяют рубильники, которые могут быть металлическими или деревянными. Рубильники, применяемые для сечений или обводов больших габаритов, изготавливают из авиационной фанеры. Часто для придания жесткости деревянные рубильники окантовывают металлическими пластинами

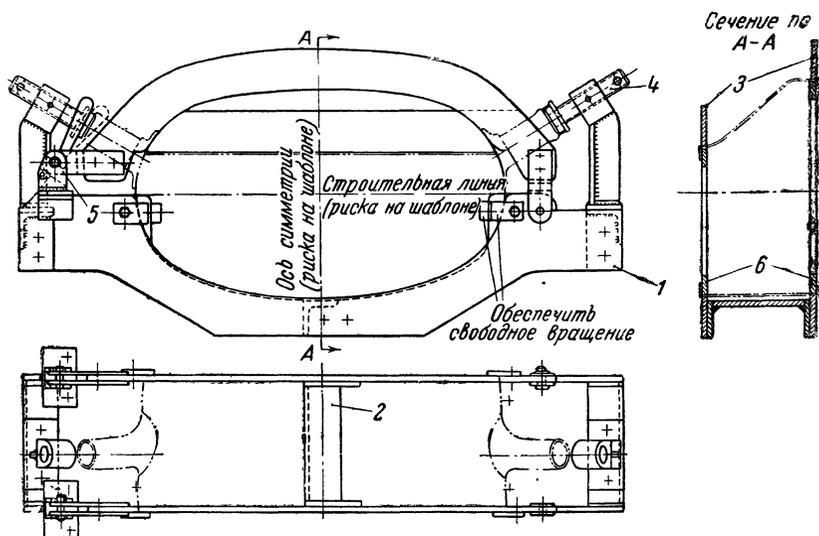


Фиг. 151. Приспособление для сборки и прихватки вилки.

толщиной от 2 до 4 мм. Одним концом рубильники крепятся шарнирно к ложементам. Второй конец при закрытом положении рубильников запирается замком.

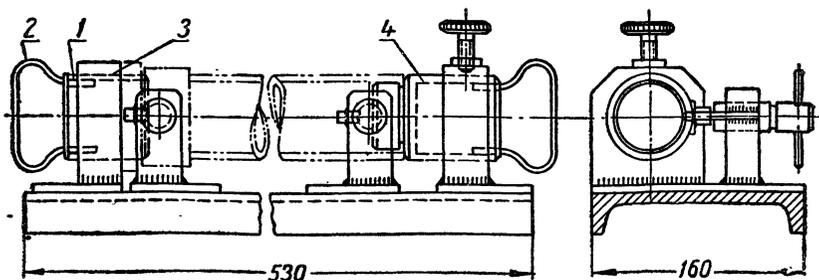
На фиг. 152 показано приспособление для сборки и прихватки переднего туннеля маслорадиатора. Обичайка туннеля сваривается из двух половинок точечной электросваркой. К верхней половине привариваются два патрубка. Приспособление состоит

из двух ложементов 1, связанных между собой угольниками 2, двух рубильников 3, шарнирно укрепленных на ложементах, и двух выдвижных фиксаторов 4, установленных на стойках. Крайние сечения опираются на ложементы туннеля. В закрытом по-



Фиг. 152. Приспособление для сборки и прихватки туннеля маслорадиатора.

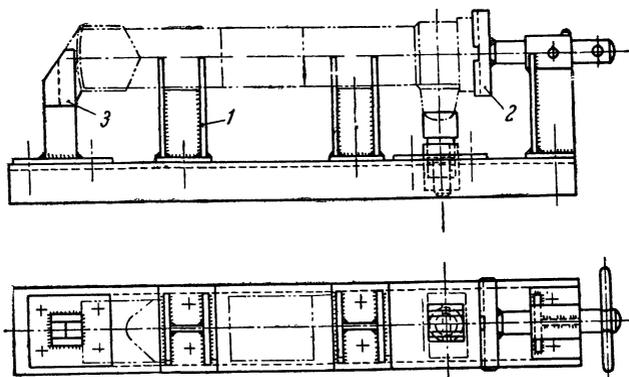
ложению рубильники запираются замками 5. Чтобы выдержать размеры концов, сопрягаемых с другими деталями, вставляют металлические кольца 6.



Фиг. 153. Приспособление для сборки и прихватки цилиндра.

Сборка и прихватка сварных цилиндров производится в приспособлениях, типовые конструкции которых даны на фиг. 153 и 154. Цилиндры небольшого диаметра, открытые с обоих концов, фиксируются по внутреннему диаметру выдвижными штырями 1 (фиг. 153), выточенными из труб. К концам штырей при-

вариваются ручки 2, изготовленные из прутков диаметром 10—12 мм. Штыри перемещаются в стойках 3, обеспечивающих им правильное направление. Расстояние между стойками больше длины цилиндра. При установке цилиндр прижимается ступенчатым штырем 4 к плоскости стойки 3, являющейся базовой плоскостью.



Фиг. 154. Приспособление для сборки и прихватки цилиндра.

Цилиндры большего диаметра или с закрытыми концами (фиг. 154) устанавливают на призмы 1 и продвигают выдвижным фиксатором 2 до упора 3. Выдвижные фиксаторы или штыри стопорятся винтами или коническими штырями.

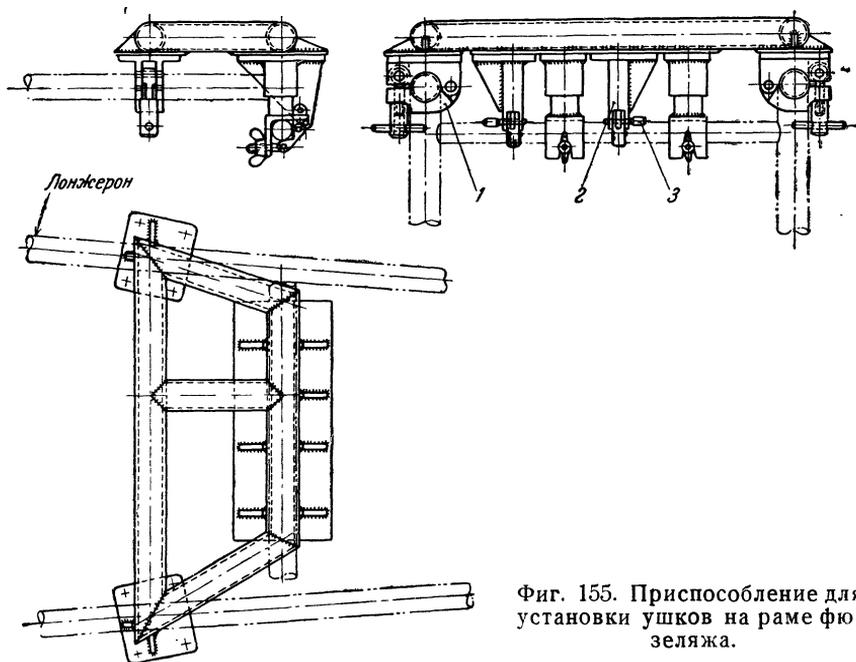
## § 5. Накладные приспособления

При большом количестве деталей сложные сварные изделия не всегда удается зафиксировать в одном приспособлении. Чтобы разгрузить сборочные приспособления от большого количества установочных и зажимных элементов, для части свариваемых деталей применяют накладные приспособления, которые устанавливаются непосредственно на свариваемые изделия и фиксируются по стыковым точкам в основных приспособлениях. По конструкции накладные приспособления представляют собой легкие сварные фермы с укрепленными на них фиксаторами.

На фиг. 155 показано накладное приспособление для установки ушков на раме фюзеляжа. Приспособление накладывается на изделие и крепится к нему откидными прихватами 1. Крепление производится за места, фиксируемые в сборочном приспособлении по отношению к основным размерам изделия. Это дает возможность правильно установить накладное приспособление. На раме приспособления закреплены стойки 2, с помощью которых устанавливаются ушки. Последние фиксируются по отверстиям штырями 3.

Для прихватки стыковых точек оперения и фюзеляжа применяется приспособление, изображенное на фиг. 156. Приспособление состоит из сварной фермы 1, под которой расположены кронштейны 2 для установки стыковых точек оперения и кронштейны 3, с помощью которых приспособление устанавливается на фюзеляже. Для фиксации стыковых точек служат штыри 4.

Правильная установка на фюзеляже накидного приспособления для прихватки дужек фонаря (фиг. 157) достигается при помощи самоустанавливающихся зажимов 1. Зажимы снабжены

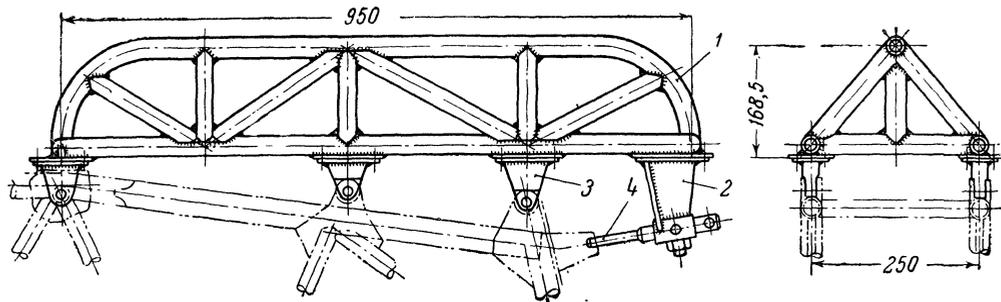


Фиг. 155. Приспособление для установки ушков на раме фюзеляжа.

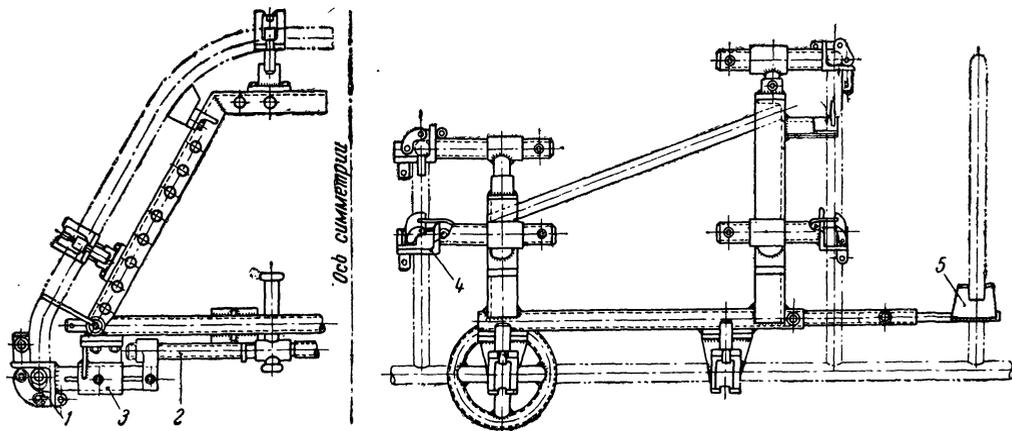
резьбовыми втулками, в которые входит винт 2 с правой и левой резьбой. При вращении винта зажимы могут перемещаться в направляющих стойках 3. Крепление приспособления к фюзеляжу производится откидными прихватами. Дужки фонаря устанавливают на призмы фиксаторов 4 и закрепляют. Для предупреждения смещения приспособления вдоль оси фюзеляжа предусмотрен фиксатор 5.

## § 6. Передвижные приспособления

Тяжелые приспособления устанавливают на специальные подставки или стойки. Для удобства перемещения стойки снабжаются колесами. Передвижные приспособления можно разделить на неповоротные, поворотные и подвесные.



Фиг. 156. Приспособление для внеставельной сборки стыковых точек оперения.



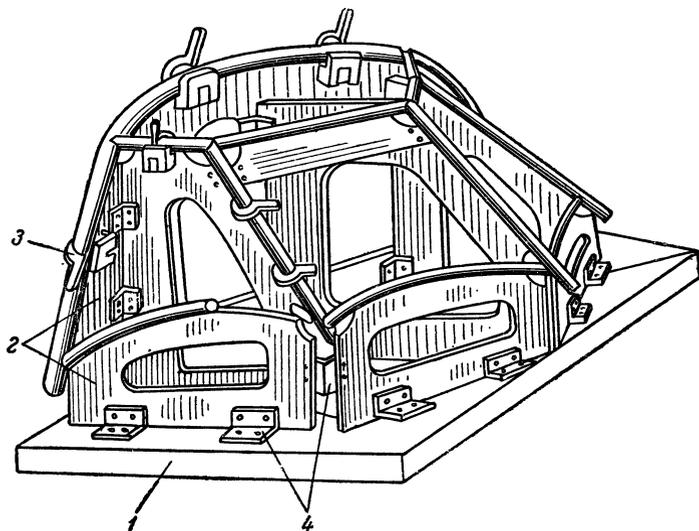
Фиг. 157. Приспособление для прихватки дужек фонаря.

### Неповоротные приспособления

Для сварки таких изделий, как каркасы фонарей, секции коллекторов, лафеты, баки и т. п., пользуются неповоротными приспособлениями.

Приспособление, изображенное на фиг. 158, состоит из рамы 1, шаблонов 2 и зажимов 3. Шаблоны присоединены к раме и один к другому угольниками 4. Контур шаблонов соответствует внутреннему контуру каркаса фонаря.

Для установки арматуры баков применяют приспособления, типовые конструкции которых показаны на фиг. 159 и 160. На

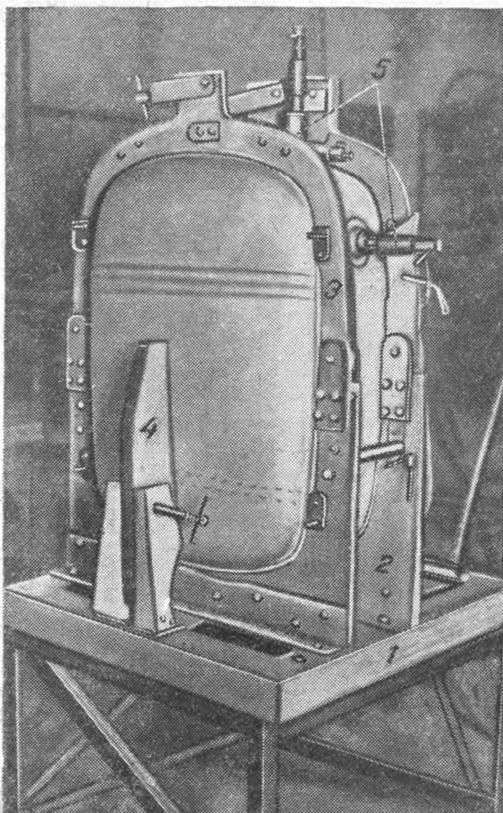


Фиг. 158. Простая конструкция приспособления для сборки каркаса фонаря.

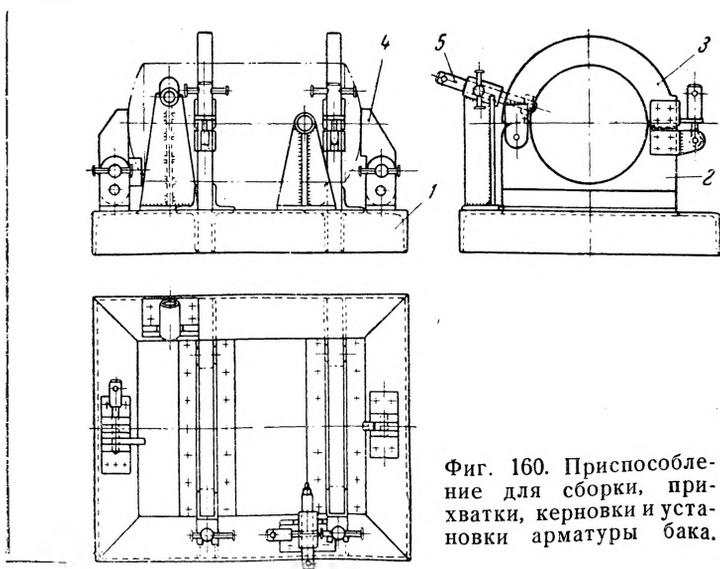
сварной раме 1 установлены два или больше ложементов 2, на которые укладывается бак. К ложементам шарнирно присоединены рубильники 3. Торцы баков фиксируются откидными упорами 4. Установка арматуры производится при помощи фиксаторов 5, смонтированных на стойках. Рубильники в закрытом положении запираются замками.

На фиг. 161 показано приспособление для прихватки патрубков к дну сварного цилиндра. К раме 1 приспособления крепится колонка 2, на которую устанавливается съемный диск 3 с расположенными на нем фиксаторами для патрубков. Диск устанавливается по отверстию на ось колонки и фиксируется штырем 4.

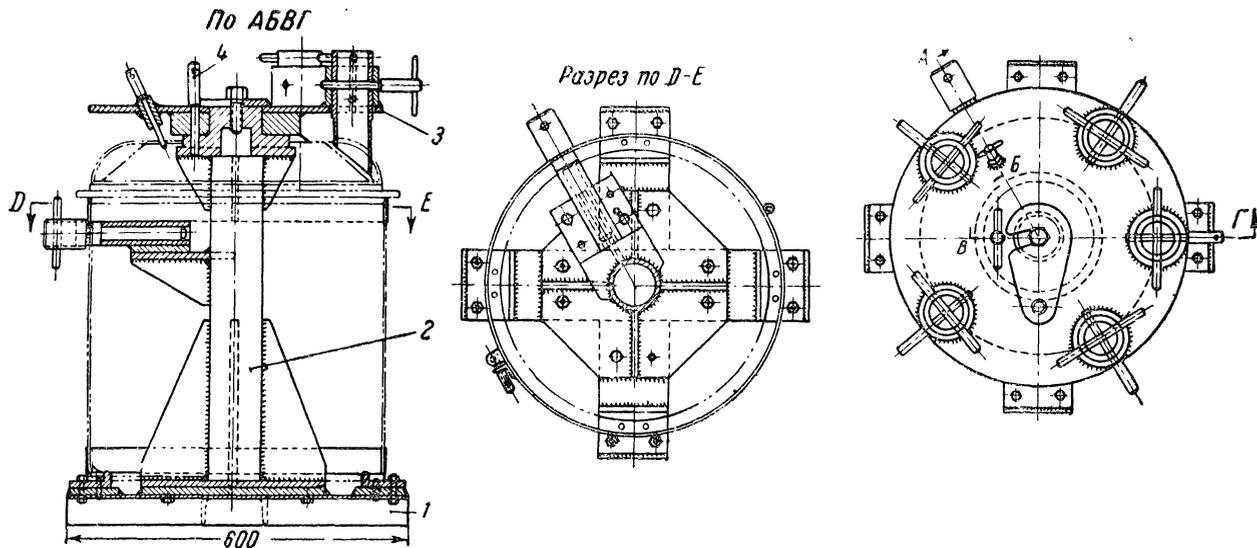
Следует указать, что разъемные части приспособления неудобны в работе. От частого съема отверстие диска быстро изнашивается, вследствие чего уменьшается точность установки и, кроме того, процесс установки и удаления тяжелых деталей утомителен.



Фиг. 159. Приспособление для установки арматуры бака.



Фиг. 160. Приспособление для сборки, прихватки, керновки и установки арматуры бака.

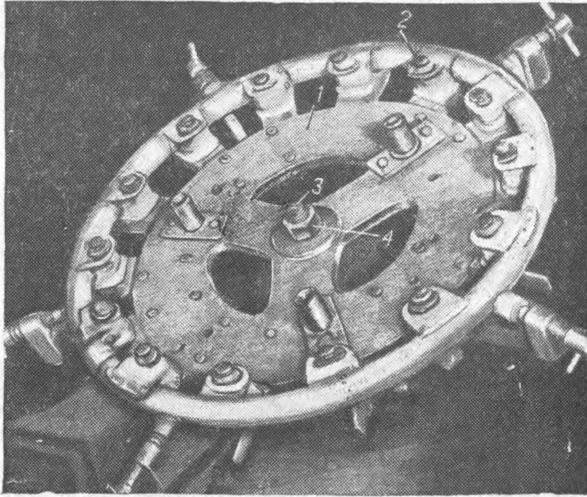


Фиг. 161. Приспособление для сборки и прихватки патрубков к цилиндру.

### Поворотные приспособления

Поворотные приспособления, устанавливаемые на специальные стойки с подшипниками, широко применяются в слесарно-сварочных цехах.

В зависимости от конструкции свариваемого изделия приспособления устанавливают на одну или две стойки. Рама приспособлений снабжается одной или двумя цапфами, которые являются осями вращения приспособлений.

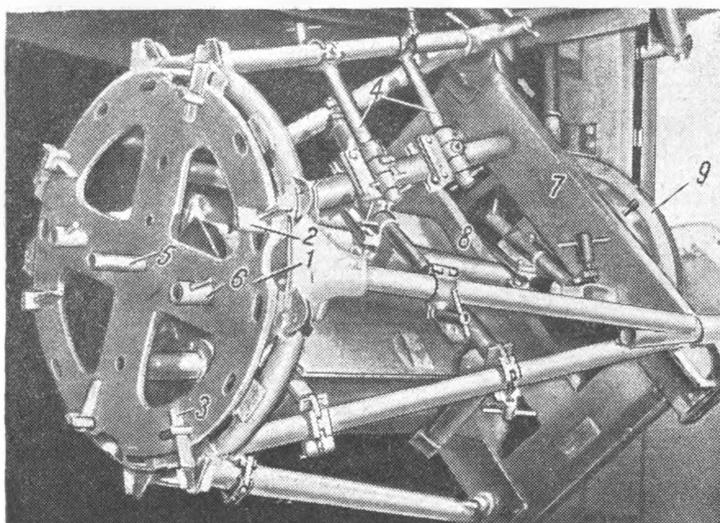


Фиг. 162. Приспособление для сборки и прихватки кольца моторамы.

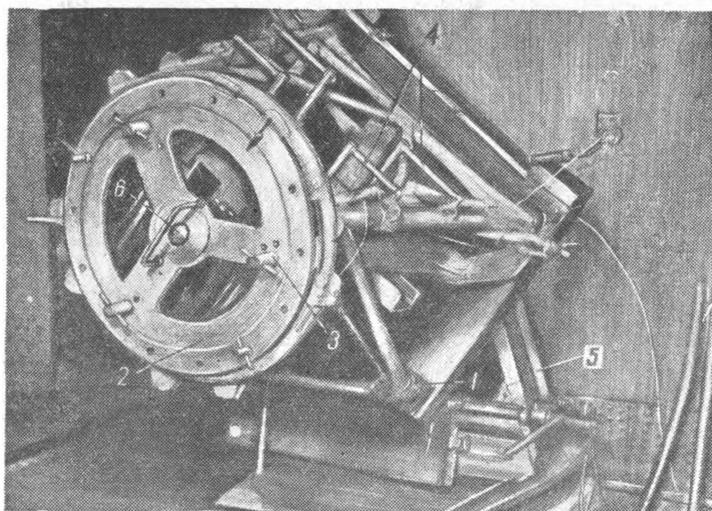
На фиг. 162 показано приспособление для сборки и прихватки кольца моторамы. Приспособление установлено на одной стойке и может поворачиваться в горизонтальной плоскости. Главной частью приспособления является диск 1 с отверстиями под фиксаторы 2, служащими для установки коробочек. В центре диска сделано отверстие под штырь 3 стойки. Приспособление насаживается на штырь и закрепляется гайкой 4 так, чтобы оно могло вращаться.

Сваренное кольцо моторамы передается для сборки и прихватки подкосов (фиг. 163).

Приспособление для сборки и прихватки состоит из сварной рамы 7 и стойки 8 с установленными на них фиксаторами. Рама приспособления крепится к поворотному диску 9 подставки и может вращаться относительно горизонтальной оси. Кольцо устанавливают на диск 1 приспособления, фиксируют по отверстиям в кронштейнах овальными штырями 2 и крепят к диску клиньями 3. Подкосы фиксируют выдвижными фиксаторами 4 и закреп-



Фиг. 163. Приспособление для сборки и прихватки кольца с подкосами моторамы (первая операция).

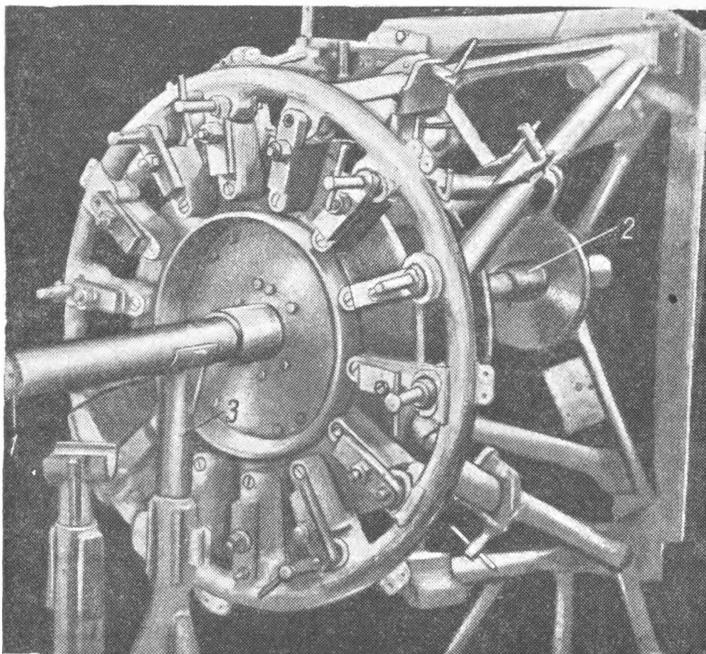


Фиг. 164. Приспособление для сборки и прихватки кронштейнов на мотораме (вторая операция).

ляют. Диск с собранным кольцом устанавливают на ось 5 приспособления. Крепление диска к приспособлению производят двумя гайками 6. В местах, где кольцо стыкуется с косынками, в диске сделаны вырезы для удобства прихватки.

Установка кронштейнов к подкосам моторамы производится в отдельном приспособлении (фиг. 164).

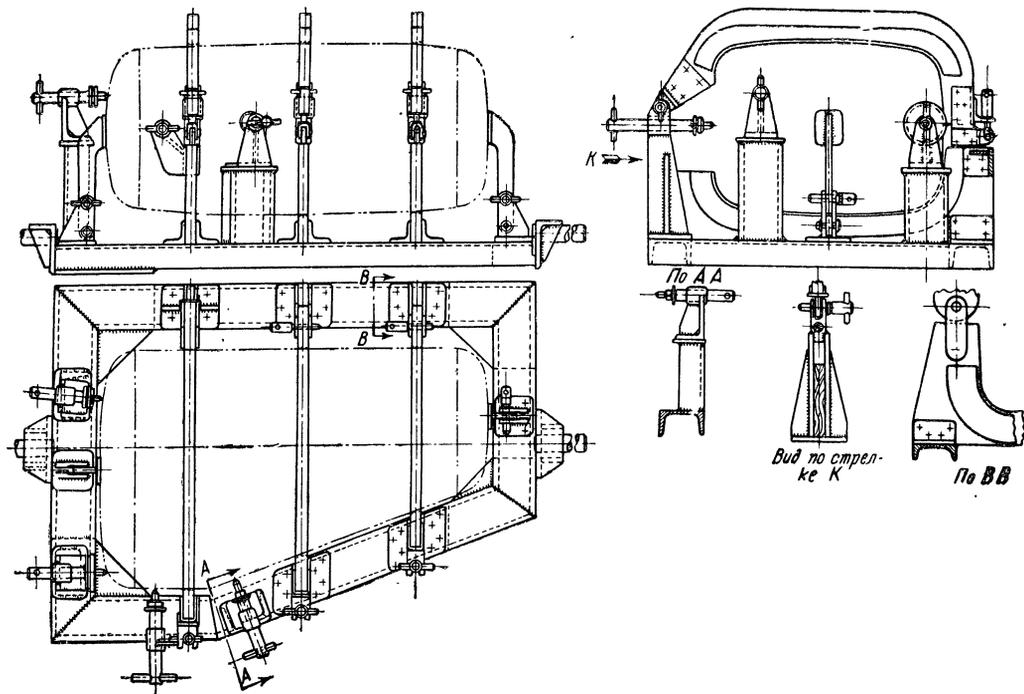
Узлы крепления моторамы к фюзеляжу устанавливаются на фиксаторы 1 и закрепляются съемным диском 2. Диск крепится к стойке 7 приспособления тремя гайками 3. На стойке распо-



Фиг. 165. Приспособление для сборки и прихватки моторамы, установленное на стойках.

жены фиксаторы 4 для установки и крепления кронштейнов. Как и в предыдущем случае, приспособление крепится к подставке 5 и может вращаться относительно горизонтальной оси 6. Приспособление закреплено на подставке консольно. Чтобы стойка была устойчивой и приспособление не могло опрокинуться, основание стойки должно иметь большие размеры или стойка должна быть прикреплена анкерными болтами к фундаменту. Вращение приспособления производится вручную. Для установки приспособления в любом положении применяют различные стопорные устройства, рассматриваемые ниже.

Менее удачная установка приспособления показана на фиг. 165. Через приспособление пропущен вал 1. Один конец

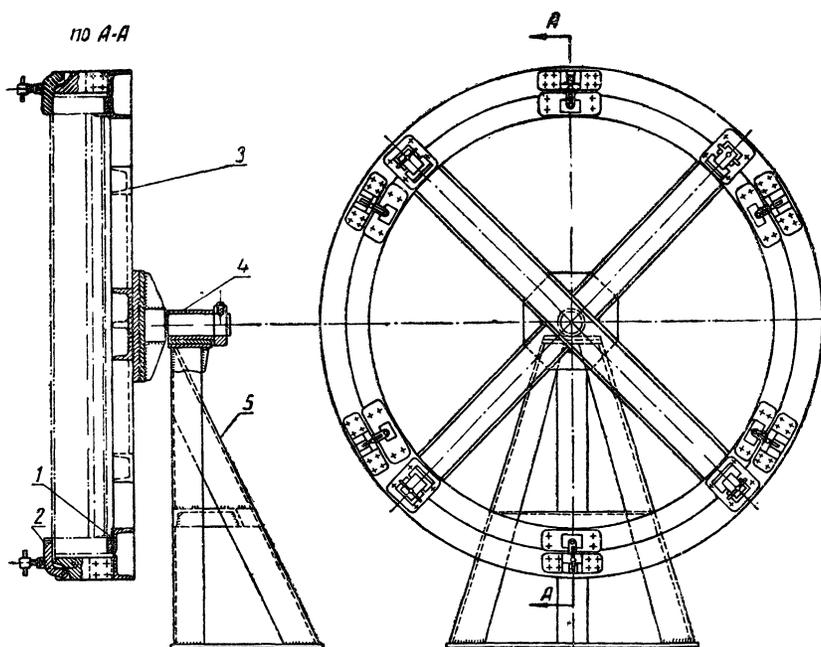


Фиг. 166. Приспособление для сборки и прихватки бензобака.

его опирается на подшипник стойки 2, а второй — на откидную подставку 3. В большинстве случаев применяют нормализованные стойки.

На фиг. 166 показано приспособление для сборки и прихватки бензобака. Как видно по фигуре, для облегчения балансировки цапфы приспособления приподняты над плоскостью рамы.

Стойка, позволяющая вращать приспособление в двух плоскостях, показана выше на фиг. 1. На стойке установлено при-



Фиг. 167. Приспособление для сборки и прихватки внутреннего кольца двигателя.

способление для сборки и прихватки кольца моторамы с кронштейнами. Приспособление посажено на ось, приваренную к поворотной раме. Закрепление приспособления на оси производится с помощью вильчатого эксцентрика, связанного шарнирным болтом с осью приспособления. Поворотная рама вращается на двух цапфах в подшипниках стойки. Приспособление фиксируется в любом положении зажимными болтами, находящимися в подшипниках стойки. Стойка установлена на колесах.

Для сборки и прихватки изделий, сзариваемых точками, также применяются поворотные приспособления. В таких приспособлениях прихватка производится переносными сварочными установками (клещами, скобами, пистолетами). Реже прихватка

производится на стационарных точечных машинах, так как в этом случае необходимо применять регулируемые по высоте стойки с амортизаторами. В поворотных приспособлениях для точечной электросварки следует предусматривать свободный доступ электродов.

Приспособления в зависимости от расположения свариваемых точек могут поворачиваться либо в вертикальной, либо в горизонтальной плоскости.

На фиг. 167 показано приспособление для сборки и прихватки внутреннего кольца двигателя. Кольцо устанавливается на ложементы 1 и закрепляется склидными прижимами 2, равномерно расположенными на раме 3 приспособления. Рама приспособления установлена в подшипнике 4, укрепленном на стойке 5.

## § 7. Подвесные приспособления

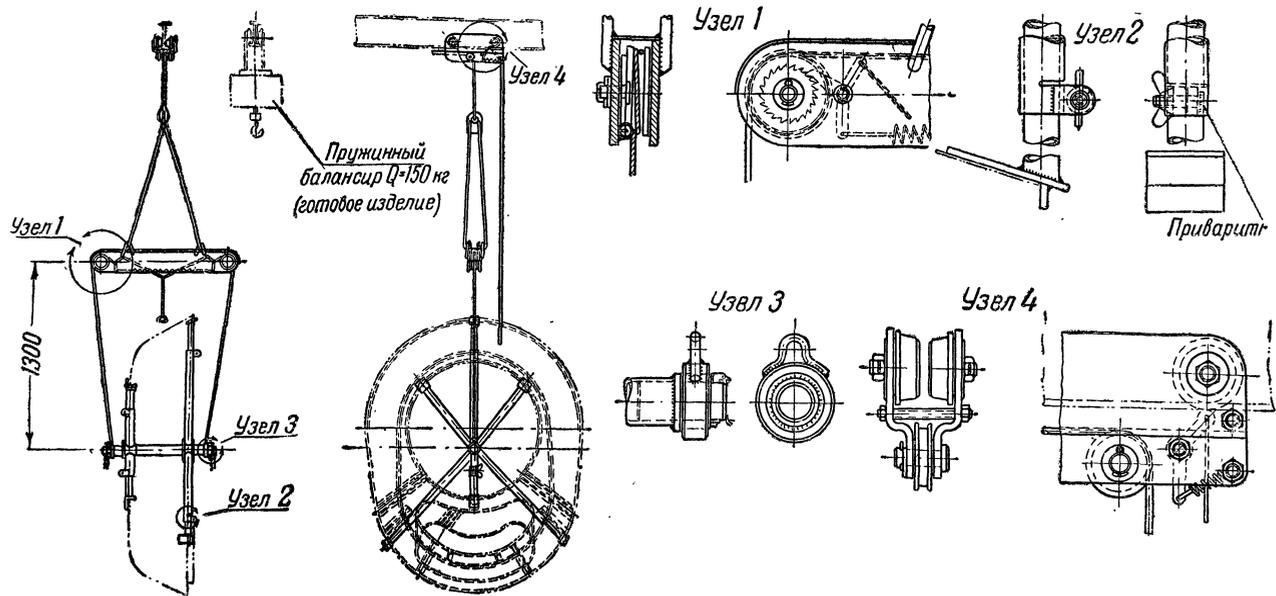
Для сборки и прихватки изделий, свариваемых точками на стационарных машинах, применяются подвесные приспособления, которые по своей конструкции почти не отличаются от поворотных приспособлений. Различны только подвесные устройства. Большинство поворотных приспособлений можно установить на подвесные устройства, дающие возможность поднимать и опускать изделия. Подвесные устройства состоят из подвески, тележки и уравнивающего механизма.

Подвески в зависимости от конструкции сварного изделия могут быть выполнены в виде тросов с крючками, перекинутыми через ролики, установленные на одной оси с храповыми колесами (фиг. 168), и дающими возможность наклонять изделие в удобное для прихватки положение, или в виде жестких тяг (фиг. 169), соединенных с фланцем сферического подшипника. Для уравнивающего механизма используются набором грузов, либо применяют пружинный балансир (фиг. 170), состоящий из конического барабана 1 с канавками для троса, спиральной пружины 2, храповика 3 и корпуса 4. Пружина балансира может быть отрегулирована на различные грузы от 10 до 50 кг.

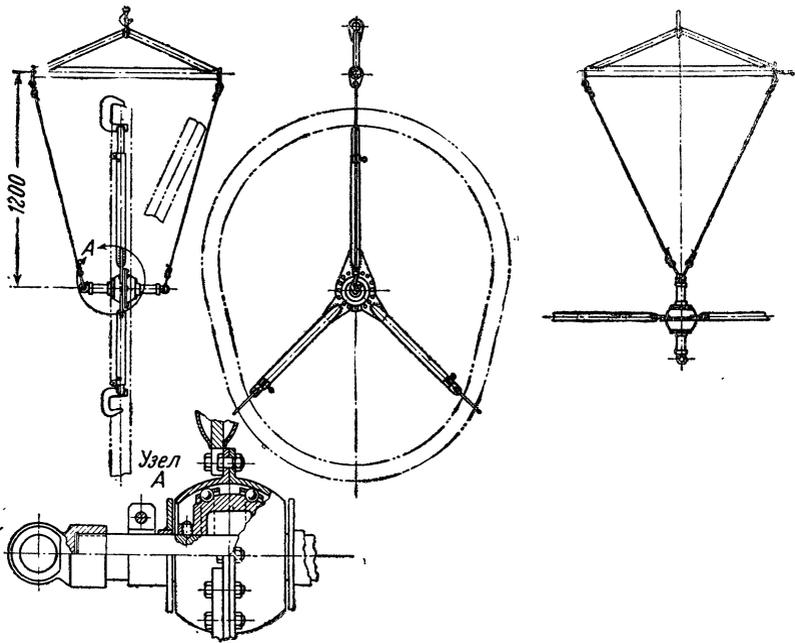
## § 8. Стапели

Сложные и крупные сварные конструкции собирают и сваривают в стапелях, которые преимущественно делают стационарными. Большинство стапелей изготовляют поворотными.

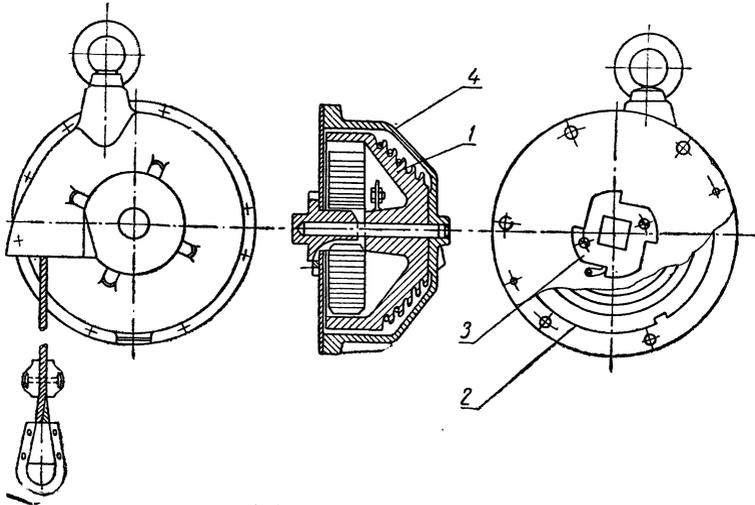
Как уже указывалось, сложные сварные конструкции для удобства изготовления расчленяют на ряд операционных узлов. Каждая операция оснащается необходимым количеством приспособлений. Так, например, сварная моторама собирается и прихватывается в пяти-восьми операционных приспособлениях. Для сборки и прихватки каркаса фюзеляжа требуется



Фиг. 168. Подвесное приспособление для сварки кольца.



Фиг. 169. Подвесное приспособление из жестких ттяг.



Фиг. 170. Пружинный балансир.

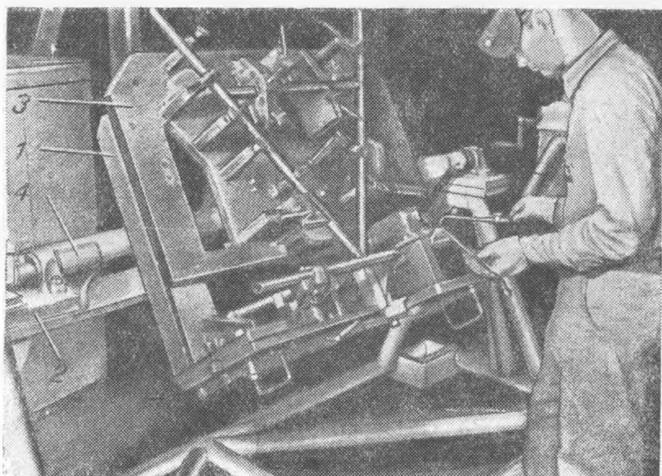
свыше двадцати операционных приспособлений. Операционные приспособления должны быть согласованы между собой по геометрическим размерам изделия и припускам на усадку.

Окончательная сборка и сварка технологических подузлов производится в стапелях.

#### Сборочно-сварочные стапели

В стапелях чаще всего производится либо прихватка с последующей сваркой, либо непосредственно сварка без предварительной прихватки.

При сварке в стапеле особое внимание следует уделять возникающим в результате местного нагрева напряжениям и свя-



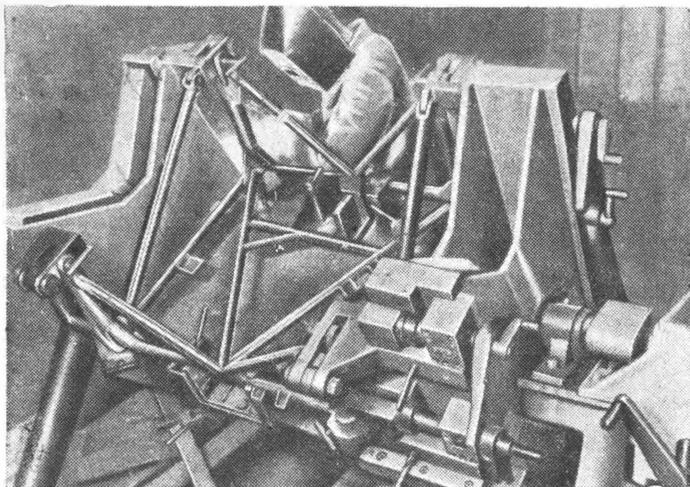
Фиг. 171. Приспособление для сборки и сварки моторамы.

занным с ними деформациям изделия. Если для сварки малоуглеродистых сталей основным и самым распространенным способом уменьшения деформаций изделий является жесткое закрепление в процессе сварки, то для сварки специальных сталей этот способ не может быть рекомендован. При жестком закреплении увеличивается образование трещин. В США широкое применение находит сварка в приспособлениях, допускающих перемещение изделий в определенном направлении. Так, например, фирма Локхид для сварки моторамы применяет приспособления (фиг. 171), обеспечивающие свободную усадку в процессе сварки. Рама 1 приспособления укреплена на оси 4, вращающейся в подшипниках стойки 2. В направляющих рамы установлена передвижная плита 3, на которой размещены фиксаторы для труб. Собранный в приспособлении узел сваривается без прихватки,

после чего он поступает в приспособление для общей сборки (фиг. 172), в котором, помимо крепления труб, предусмотрено устройство для холодной правки.

На фиг. 173 показан стапель для установки на мотораму и сварки ушков под качалки. С внедрением этого стапеля на одном отечественном заводе было достигнуто снижение трудоемкости этой операции в два раза.

Расчленение сварки сложных изделий на ряд технологических операций повышает производительность, но одновременно



Фиг. 172. Приспособление для общей сборки и сварки моторамы.

увеличивается количество нужных приспособлений и требуется более точное их изготовление. Чем больше число операций, тем сложнее задача согласования приспособлений.

Сварка изделия за несколько операций увеличивает затраты времени на подготовку, закрепление и удаление изделия. Для ряда изделий это время можно сократить путем объединения приспособлений. Для моторамы (фиг. 174) такое объединение осуществлено с помощью стапеля (фиг. 175) для сборки и сварки. Каркас стапеля состоит из двух частей: неподвижной части 1 и откидной рамки 2. Основная часть 1 каркаса сварная из углового железа, устанавливается на стойки (на фигуре не показаны) и может вращаться на  $360^\circ$ . Откидная рамка связана с каркасом шарнирно при помощи двух штифтов и фиксируется в крайних положениях штырем. Фиксаторы для установки и закрепления элементов моторамы смонтированы на каркасе и откидной рамке по эталону рамы. Наличие откидной рамки позволяет производить сварку, не вынимая моторамы из стапеля. В

момент сборки и прихватки рамка устанавливается в положение, показанное на чертеже. Когда все элементы моторамы собраны и прихвачены, фиксаторы, установленные на рамке, освобождаются и рамка откидывается на  $90^\circ$ . Для предохранения от резких ударов и для облегчения установки рамки в рабочее положение предусмотрен пружинный амортизатор.

Перед сваркой необходимо часть фиксаторов, установленных на основной части каркаса, ослабить.

Сварка в стапеле с жестким закреплением основных точек дает возможность получить мотораму с меньшими отклонениями от заданных размеров и сократить время, затрачиваемое на последующую правку после сварки.

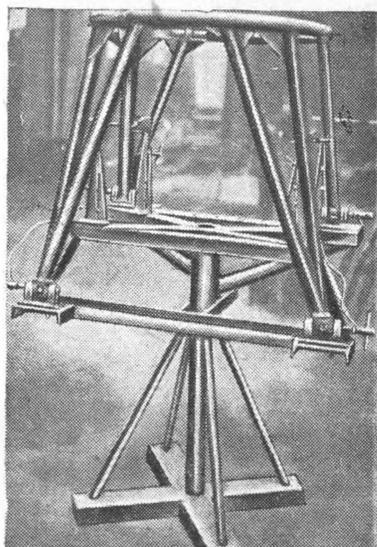
Большие габариты стапелей гребуют от конструктора особого внимания к вопросам жесткости конструкции.

Для поворотных стапелей, для которых нежелательно увеличение веса, применяют легкие и жесткие сварные трубчатые фермы.

На фиг. 176 показан стапель для сборки и сварки верхней панели фюзеляжа. Рама 1 стапеля сваривается из швеллеров, связанных траверсами 2 и трубчатыми фермами 3. К раме привариваются угольники 4, проходящие под лонжеронами, с поперечными связями 5 для установки фиксаторов. Трубы панели укладываются на фиксаторы и закрепляются. Стапель установлен на двух стойках и может вращаться относительно горизонтальной оси.

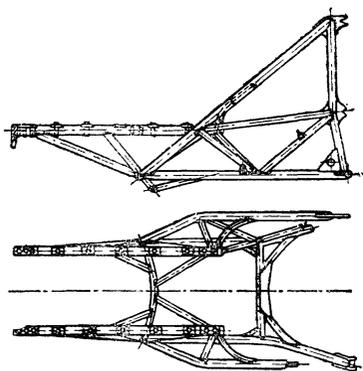
В стапеле для сборки и сварки каркаса фюзеляжа (фиг. 177) производится установка собранных верхней и нижней панелей и других элементов фюзеляжа. Стапель состоит из нижней рамы 1, торцевых рам 2 и верхней рамы 3, связанных дугами 4, служащими дополнительной жесткостью, и из стоек 5. Нижняя и верхняя рамы сварены из швеллеров и труб, на которых установлены фиксаторы и зажимы для элементов каркаса фюзеляжа.

Нижняя рама жестко соединена с торцевыми рамами. Верхняя может перемещаться по направляющим вверх и вниз при помощи винтов или пневматических цилиндров. Перемещение рамы необходимо для удаления каркаса фюзеляжа после сварки. На торцевых рамах, сварных из швеллеров и угольников,

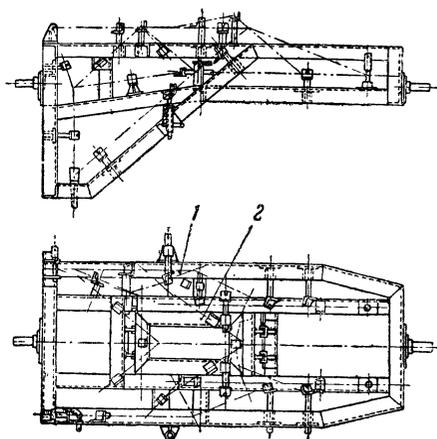


Фиг. 173. Стапель для сварки ушков под качалки.

установлены подшипники 6 и цапфы 7. Стапель, устанавливаемый на стойке, прикрепленной к полу анкерными болтами, может поворачиваться на 360°. При сборке каркаса фюзеляжа дуги 4 снимаются и верхняя рама стапеля поднимается вверх. Сперва закладывают заранее сваренные верхнюю и нижнюю панели фюзеляжа, а затем устанавливают узлы и детали; после этого опускают верхнюю раму стапеля и зажимают ее; затем накладывают боковые дуги жесткости и закрепляют их. В процессе сварки часть фиксаторов ослабляют.



Фиг. 174. Моторама.

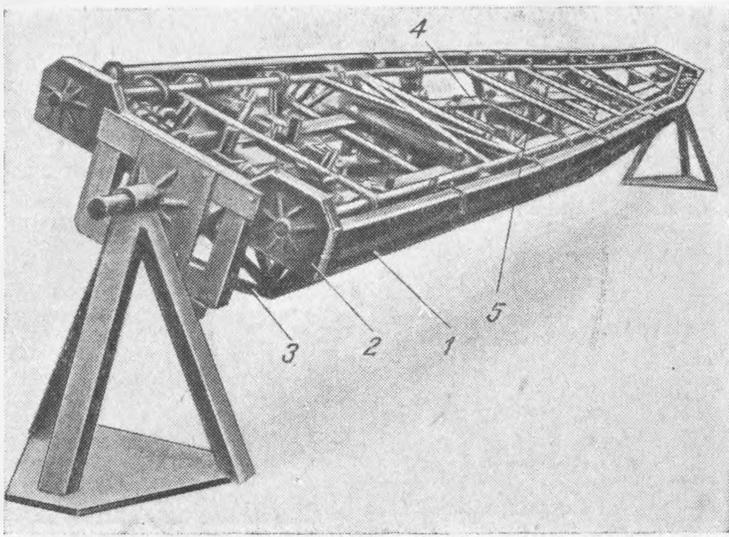


Фиг. 175. Стапель для сборки и сварки моторама.

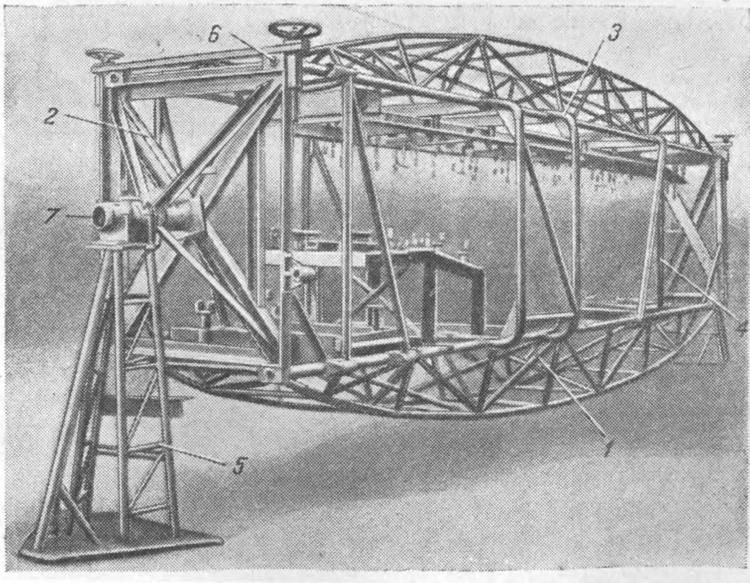
Из-за большого количества фиксаторов и зажимов процесс сборки и удаления каркаса фюзеляжа продолжителен. Более производительной могла бы быть сборка при наличии механизированных зажимов, например, пневматических, до настоящего времени мало применяемых в самолетостроении для сварочных приспособлений.

На фиг. 178 показан стапель для стыковки каркаса фюзеляжа с моторамой. Стапель состоит из установленных на фундаменте частей: передней, средней и хвостовой. Каркас фюзеляжа устанавливают на среднюю и хвостовую части. На средней части стапеля имеются стойки, фиксирующие каркас по стыковочным точкам с центропланом и зажимы для лонжеронов. В хвостовой части имеется откидная панель, на которой расположены стойки, фиксирующие стыковочные точки оперения. Откидная панель целиком может перемещаться в пределах допускаемых отклонений.

Мотораму устанавливают на переднюю и среднюю части стапеля. На средней части раму фиксируют двумя кронштейнами по стыковым точкам центроплана. На передней части



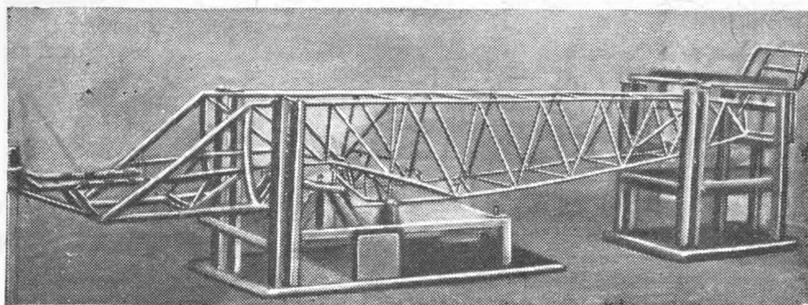
Фиг. 176. Стапель для сборки и сварки панелей фюзеляжа.



Фиг. 177. Стапель общей сборки и сварки фюзеляжа.

рама фиксируется штырями по двум крайним отверстиям в брусках и прижимается винтовым зажимом к передней части стапеля. Для сборки сварных агрегатов часто применяют стационарные сборочные стапели.

На фиг. 179 показан стапель для сборки моторамы с кронштейнами крепления капота. Мотораму устанавливают на четыре стыковочные точки крепления моторамы с каркасом фюзеляжа. Кольцо рамы дополнительно фиксируется четырьмя штырями по отверстиям в кронштейнах. Узлы крепления капота фиксируют выдвижными фиксаторами. В стапеле производят установку кронштейнов на болты и закрепление их.



Фиг. 178. Стапель для стыковки каркаса фюзеляжа с моторамой.

Одним из трудоемких процессов является сборка коллектора, так как подгонка плоскости фланцев сложна из-за больших деформаций при сварке.

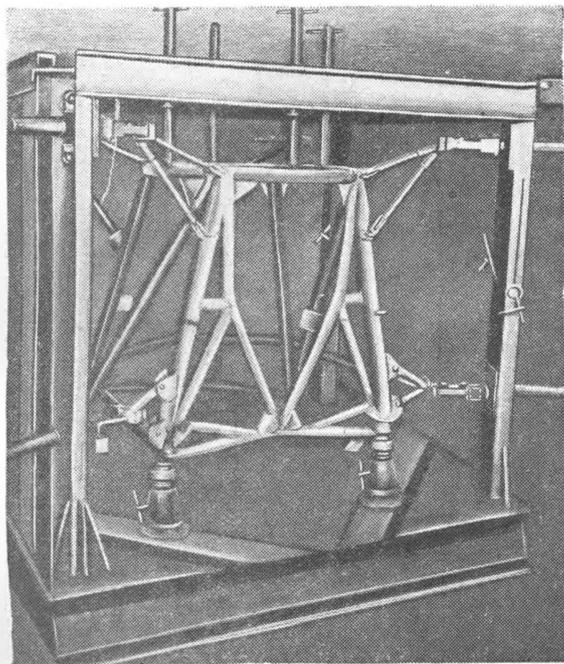
На фиг. 180 показан стапель для сборки секций коллекторов, свариваемых в отдельных приспособлениях.

На сварной стойке закреплена плита, служащая базой для плоскости фланцев. Отдельные секции устанавливают на ложементы и зажимают откидными прихватами. Фланцы прижимают к плоскости поворотными или выдвижными прихватами.

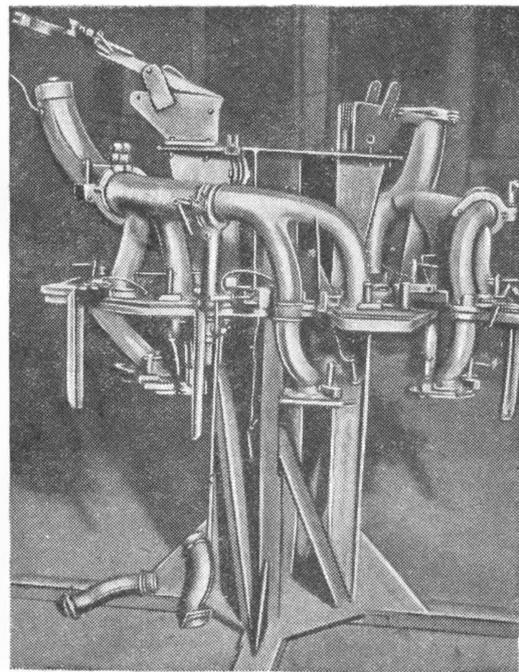
## § 9. Разные приспособления

Кроме перечисленных сборочно-прихваточных приспособлений, иногда используют комбинированные приспособления, которые служат не только для сборки и прихватки деталей, но и являются кондукторами для сверления отверстий после сварки (фиг. 181). Для серийного производства такие приспособления непригодны вследствие малой точности их.

Приспособления для сборки-прихватки узлов и кондукторы для сверления в них отверстий рекомендуется изготовлять раздельно (фиг. 182).

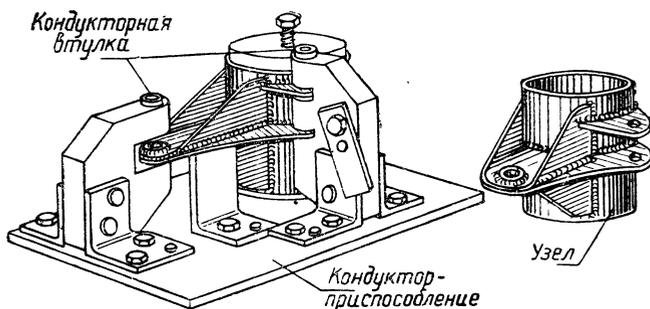


Фиг. 179. Станель общей сборки моторамы с кронштейнами крепления капотов.

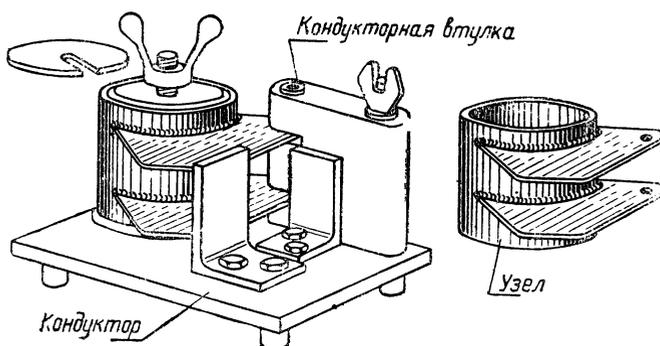


Фиг. 180. Станель для сборки секции коллектора.

В качестве приспособлений для прихватки обшивки преимущественно применяют болванки, служащие для выколотки деталей. В таких болванках под местами стыков делают канавки,



Фиг. 181. Комбинированное приспособление для прихватки узла.



Фиг. 182. Кондуктор для сверления отверстий.

чтобы избежать прожога болванок. Болванки в качестве прихваточных приспособлений чаще используются в опытном производстве.

### Глава третья

## СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

### § 1. Общие замечания

Сварочные приспособления применяют для сварки предварительно собранных и прихваченных изделий.

Простейшие изделия сваривают без приспособлений, так как это позволяет быстрее вести процесс (тепло не отнимается металлом приспособлений) и получить шов лучшего качества. Не-

достаток такого способа сварки простейших изделий заключается в сравнительно большом короблении и в необходимости обязательно прихватывать элементы изделий.

Конструкции средней сложности сваривают как в приспособлениях, так и без них. Сварочные приспособления применяют для обеспечения неизменности формы изделия в процессе сварки или для облегчения сварки. Например, вилку шасси можно сваривать без приспособления, но из-за громоздкости и большого веса ее целесообразнее сваривать в приспособлении.

С развитием автоматической сварки под слоем флюса получили применение приспособления для автоматической сварки продольных и кольцевых швов.

## § 2. Подставки

Подставки позволяют вести сварку в различных положениях, поворачивая изделие, установленное в приспособлении или закрепленное на подставке.

В зависимости от конструкции сварных изделий применяются различные подставки.

Сварка легких изделий осуществляется на подставках с одной цапфой. Для сварки тяжелых изделий используют подставки с двумя цапфами. Последние снабжаются стопорными устройствами, позволяющими закреплять изделие в любом удобном для сварки положении.

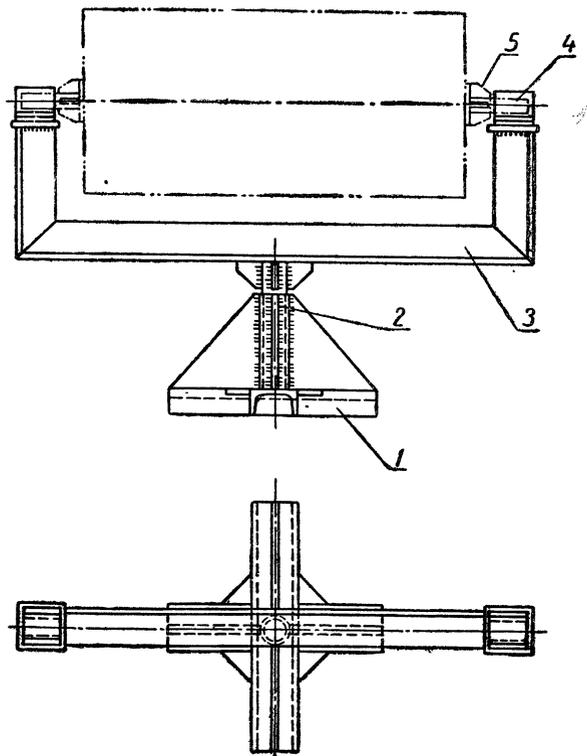
На фиг. 183 показана вращающаяся подставка, применяемая для сварки приспособлений небольшого размера. Подставка состоит из основания 1 с приваренной к нему втулкой 2, в которой вращается вилка подставки 3. На концах вилки закреплены подшипники 4. Вилка может вращаться относительно вертикальной оси основания. В подшипниках вилки установлены цапфы сварочного приспособления 5, которое может поворачиваться относительно горизонтальной оси.

Сварка траверсы вилки шасси производится на подставке, вращающейся в подшипнике, установленном в специальной стойке (фиг. 184). Подставка состоит из швеллера с приваренными к нему опорными площадками прихвата, закрепляющего траверсу. Для изделий, стыкующихся в одной плоскости или в нескольких параллельных плоскостях, такая конструкция удобна. Существует ряд конструкций подставок, позволяющих устанавливать изделие в горизонтальной плоскости, а сварку производить в разных положениях. В таких подставках ось вращения может быть установлена вертикально, наклонно или горизонтально.

На фиг. 185 показана подставка, на которую устанавливается приспособление для сварки кольца моторамы. Ось 1 соединена шарниром с кронштейном 2, прикрепленным к стойке 3. При помощи фиксирующего штыря 4 ось можно установить в трех положениях.

Изделие устанавливают в горизонтальной плоскости, когда ось 1 расположена вертикально. В этом же положении производится сварка верхних стыков, расположенных горизонтально. Остальные стыки в зависимости от их положения свариваются при наклонном или горизонтальном положении оси.

Для установки изделия в любом положении применяют подставку, изображенную на фиг. 186. К концу оси приварен диск 1 с радиальным вырезом для стяжного болта 2. К трубе, закреп-



Фиг. 183. Подставка для сварочных приспособлений.

ленной в стойке, приварен вильчатый диск 3 с отверстием под болт. Диск 1 входит в вильчатый диск 3. Через отверстия вильчатого диска и радиальный вырез диска 1 пропущен болт, стягиваемый гайкой с барашком.

Для изменения наклона оси вращения ослабляют гайку и поворачивают ось до нужного положения, после чего гайку затягивают. Вырез в диске 1 позволяет поворачивать ось на  $90^\circ$ . Сварочное приспособление, установленное на оси, может вращаться на  $360^\circ$ . Закрепление приспособления производится в любом положении эксцентриковым зажимом.

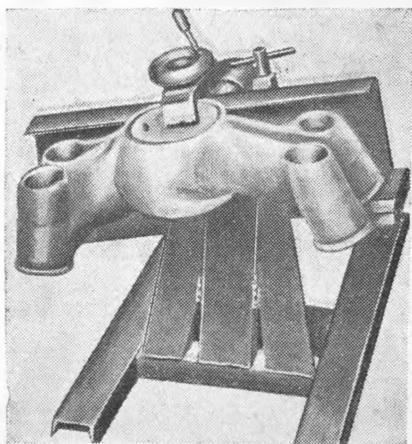
Высоту подставки 4 можно регулировать путем перемещения трубы, свободно вставленной во втулку стойки. Закрепление трубы производится стяжным хомутом 5. На подставке можно устанавливать различные сварочные приспособления небольших размеров. К недостаткам ее следует отнести некоторую сложность конструкции.

Другая конструкция универсальной подставки изображена на фиг. 187. К сварной стойке 1 приварен стяжной хомут, в котором закреплена труба 2 с приваренным к ней таким же стяжным хомутом. В стяжной хомут трубы вставлен стержень 3, соединенный шарнирно с держателем 4, представляющим собой хомут, к которому приварены щеки. К держателю прикреплена сменная головка 5, в которую устанавливают изделие. Ряд изделий можно закреплять непосредственно в держателе и тогда сменная головка не нужна. В подставке можно устанавливать изделие в любом положении. Конструкция подставки проста в изготовлении и удобна в работе.

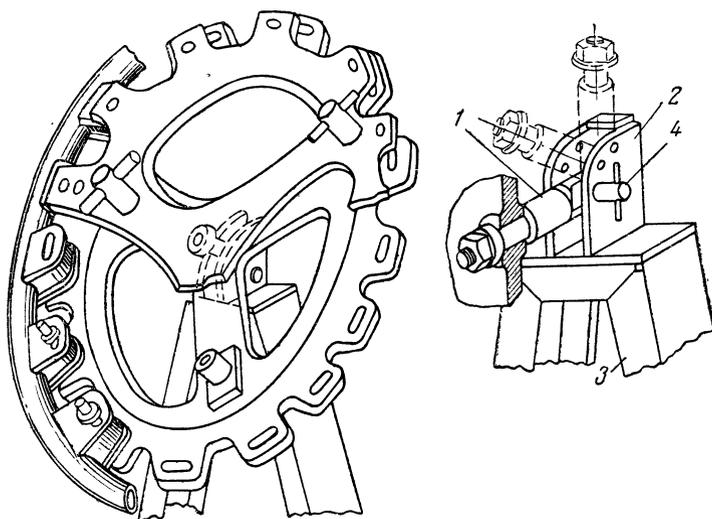
Подставка для сварки трубчатых изделий (фиг. 188)

более сложна в изготовлении. Зажимная часть 1 жестко связана со стержнем, конец которого имеет форму шара. Шаровая часть стержня входит во втулку, жестко связанную с основанием 2. Верхняя часть втулки обжата по шару. Внутри втулки помещен сухарь 3 с пазом. Зажим головки производится конической частью стяжного болта 4, поджимающей сухарь, который в свою очередь прижимает шар к верхней части втулки.

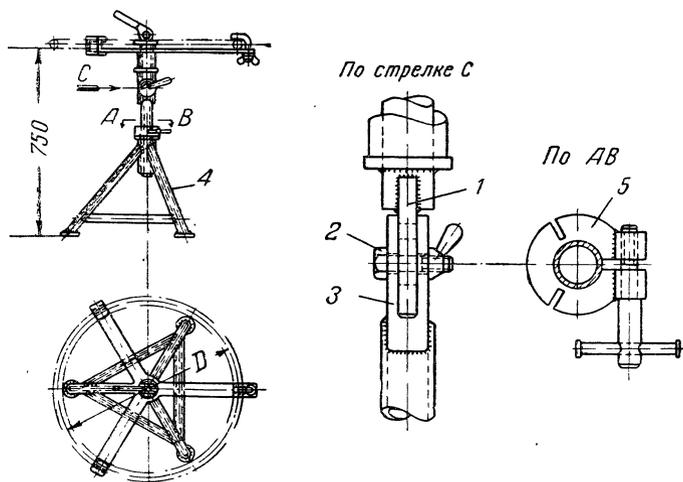
Для точечной электросварки изделий больших размеров применяют подставки, поддерживающие изделия на уровне электродов. На фиг. 189 показана подставка, поддерживающая шпангоут при сварке. К основанию подставки 1 прикреплен кронштейн 2, в котором установлено поддерживающее устройство. Изделие лежит на направляющих роликах 3, по которым может легко передвигаться. Ролики укреплены на сварной вилке 4, опирающейся на пружину 5, которая служит амортизатором неровностей и отклонений от правильной геометрической формы. Регулирование роликов по высоте производится с помощью гайки 6, перемещающей стержень 7. Втулка кронштейна 2 обеспечивает вертикальное направление стержня.



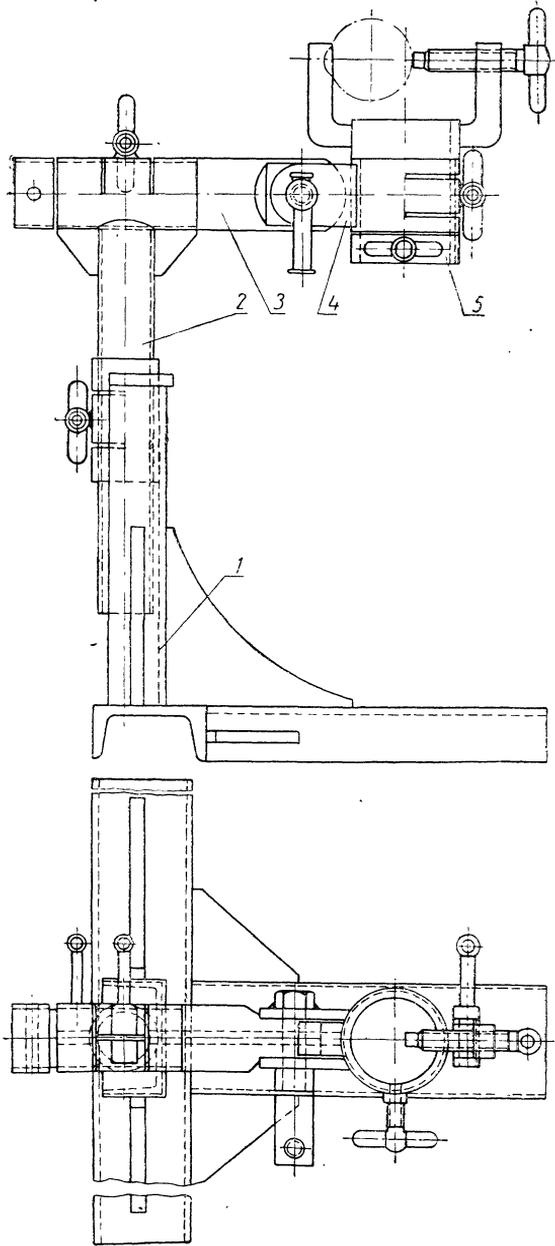
Фиг. 184. Приспособление для сварки траверсы вилки шасси.



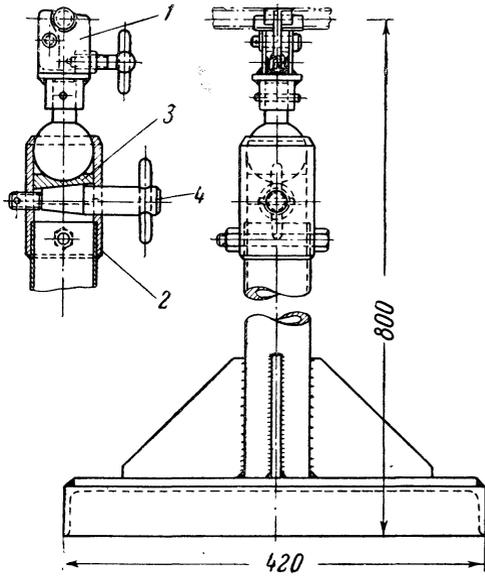
Фиг. 185. Поворотное устройство приспособления для сварки кольца моторамы.



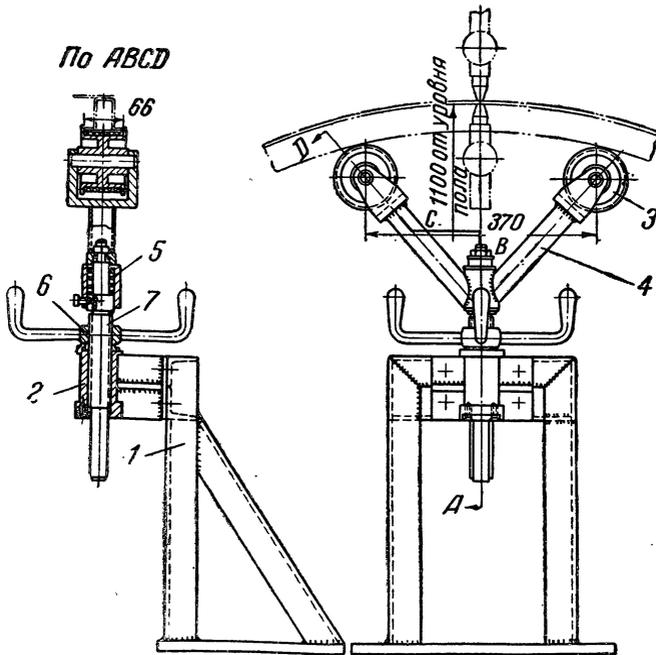
Фиг. 186. Поворотная подставка.



Фиг. 187. Универсальная подставка для сварочных работ.

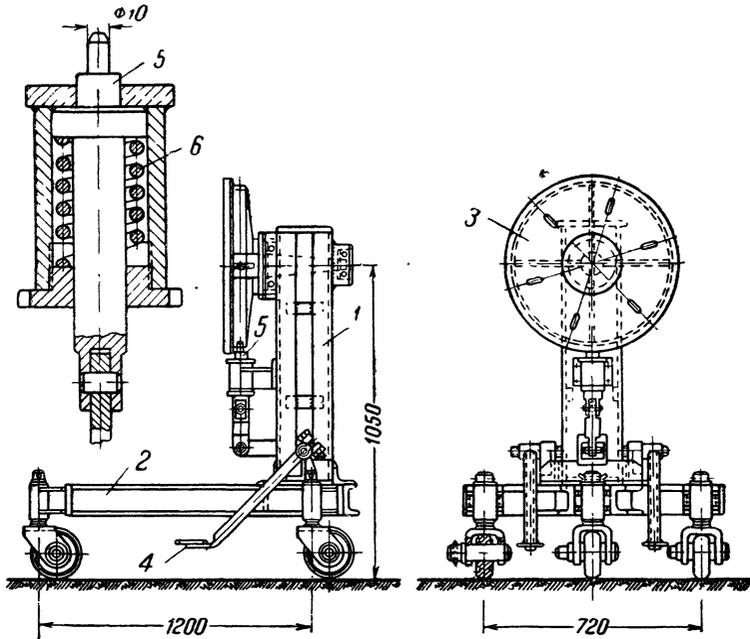


Фиг. 188. Подставка для сварки трубчатых изделий.



Фиг. 189. Подставка для точечной сварки шпангоута.

Для приспособлений, в которых производится сварка мото-рам, лафетов и других деталей, применяют подставки, подобные изображенной на фиг. 190. Подставка состоит из стойки 1, жестко связанной с тележкой 2. На стойке установлен поворотный диск 3, вращающийся в шарикоподшипниках. На плоскости диска расположены овальные отверстия, служащие для крепления приспособлений. Вращение диска производится вручную. Диск фиксируется в определенных положениях стопорным устройством, закрепленным на стойке и действующим от ножной педали 4.



Фиг. 190. Передвижная подставка для сварочных приспособлений.

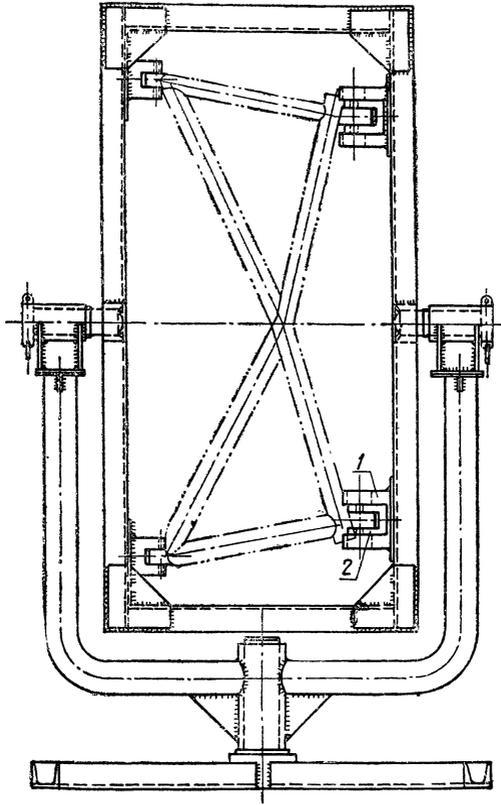
дали 4. При нажатии на педаль стопор 5 через систему рычагов выводится из отверстия диска, после чего диск можно поворачивать. Отверстия для стопора расположены равномерно по окружности диска. При освобождении педали стопор под действием пружины 6 прижимается к диску и в момент совпадения с отверстием заскакивает в него. Стопорное устройство с ножной педалью удобно для сварщика, так как он может вращать приспособление, не выпуская из рук сварочного инструмента.

### § 3. Приспособления для сварки

В отличие от сборочно-прихваточных приспособлений, в которых производится фиксация всех собираемых элементов, в сварочных приспособлениях фиксируются только основные сты-

ковочные узлы, вследствие чего конструкция приспособлений упрощается.

Сварочные приспособления делают массивными во избежание коробления. Фиксаторы должны быть прочными, но допускающими перемещения элементов в направлении как расширения, так и сжатия от нагрева.



Фиг. 191. Приспособление для сварки фермы шасси.

На фиг. 191 показано приспособление для сварки фермы шасси. Ферма устанавливается на четыре кронштейна и фиксируется штырями по отверстиям. Два фиксатора, показанные на фигуре с левой стороны, имеют жесткое крепление. Два другие фиксатора (с правой стороны) дают возможность ферме перемещаться. В корпусе кронштейна 1 установлен вкладыш 2, который может перемещаться в кронштейне. Для штырей, фиксирующих узловые точки по отверстиям в корпусе кронштейнов, предусмотрены овальные отверстия. Кронштейны устанавливаются на жесткой раме, сваренной из швеллеров и усиленной по углам накладками.

В процессе сварки ферма имеет возможность свободно перемещаться.

Для сварки моторамы применяется приспособление (фиг. 192), в котором точно фиксируется положение плоскости разъема. Крепление кольца моторамы к диску 1 приспособления производится Г-образными прихватами.

Диск 1 укреплен на оси 2, опирающейся на подшипник 3, соединенный с рамой 4, которая устанавливается на подставку.

Вращение моторамы в процессе сварки облегчается наличием груза 5.

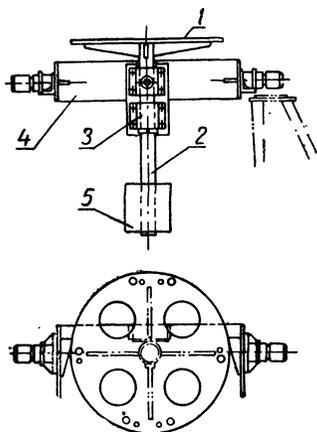
На фиг. 193 показано приспособление для сварки вилки шасси. Приспособление состоит из распорного валика 1 и втулки 2, установленных на стойке 6. Распорный валик, жестко связанный с цапфой 3, фиксирует расстояние между фланцами. Крепление фланцев к распорному валику производится болтами 4. Втулка 5, опирающаяся одним концом на подшипники, фиксирует положение траверсы вилки. В приспособлении сваривают фланцы с трубами и трубы с траверсой.

Одно из приспособлений для автоматической сварки деталей на сварочном тракторе 2 конструкции ЦНИИТМАШ показано на фиг. 194.

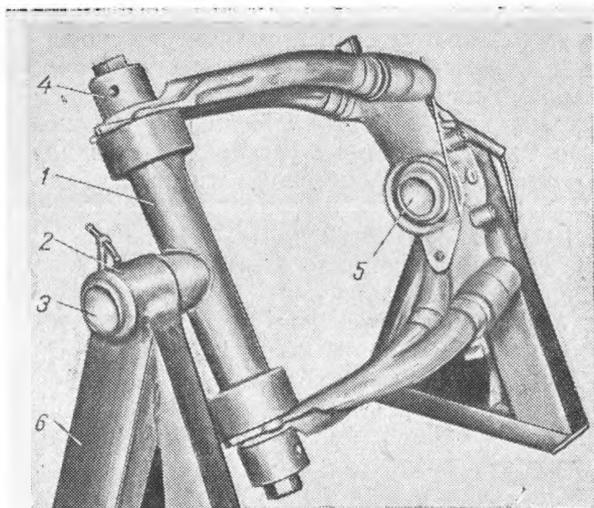
Опорная поверхность 1 приспособления изготавливается из стального проката. В пазы вводятся болты 3. Изделие закрепляется на поверхности с помощью прихватов 4.

Для сварки стыка обичаек применяется приспособление, показанное на фиг. 195. Приспособление, установленное на супорте винторезного станка, состоит из держателя обичайки 1 и прижимных планок 2 (фиг. 195,а).

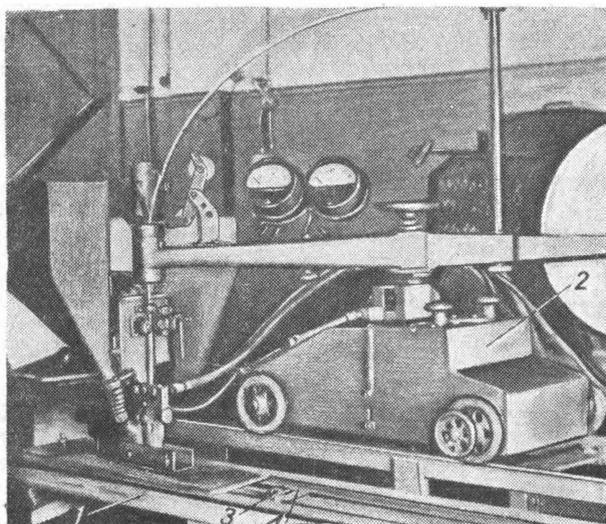
На фиг. 195,б держатель показан в разрезе. К кронштейну держателя 3 крепятся винтами направляющие планки 4. Между планками и кронштейном прокладывается резиновая прокладка 5 и полотняная лента 6. Планки обработаны по дуге обичайки. В промежуток между планками и обичайкой засыпается флюс. В середине кронштейна имеется канавка, являющаяся воздушной камерой. К воздушной камере с помощью резинового шланга подводится воздух, давлением которого производится уплотнение флюса. Прижимные планки жестко соединены между собой. Один конец их связан шарнирно с кронштейном, другой конец в закрытом положении крепится к кронштейну при помощи шарнирного болта и гайки. Планки прижимают обичайку к направляющим планкам кронштейна. Сверху на оби-



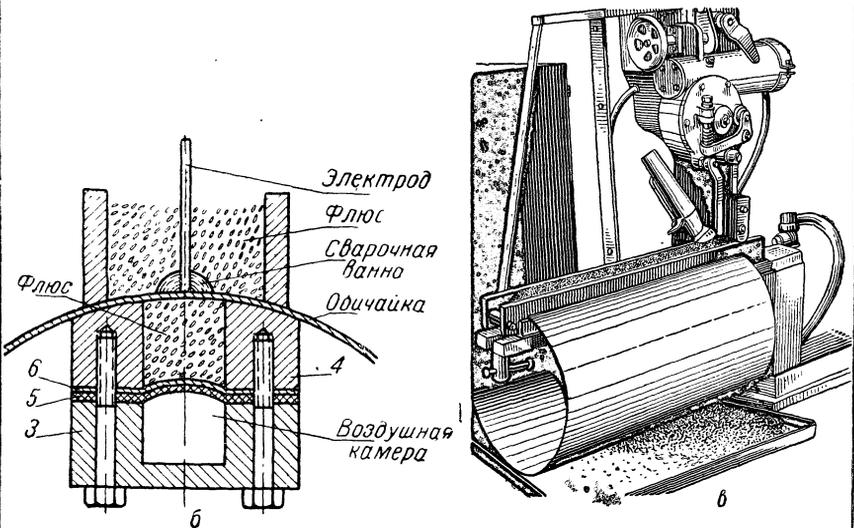
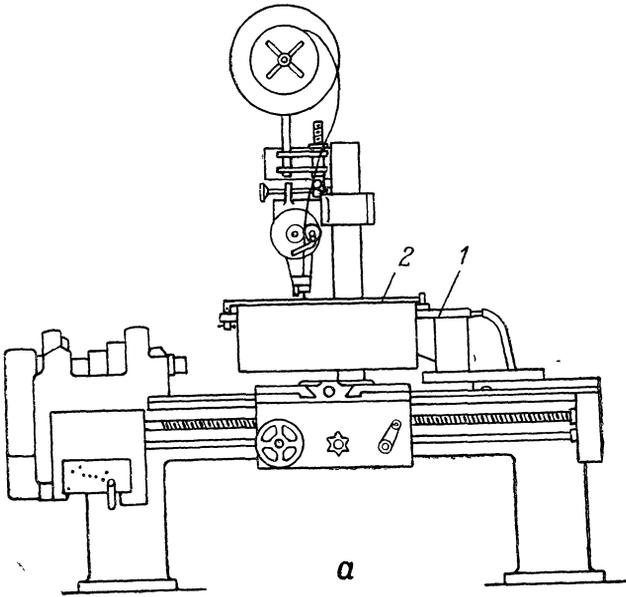
Фиг. 192. Приспособление для сварки моторамы.



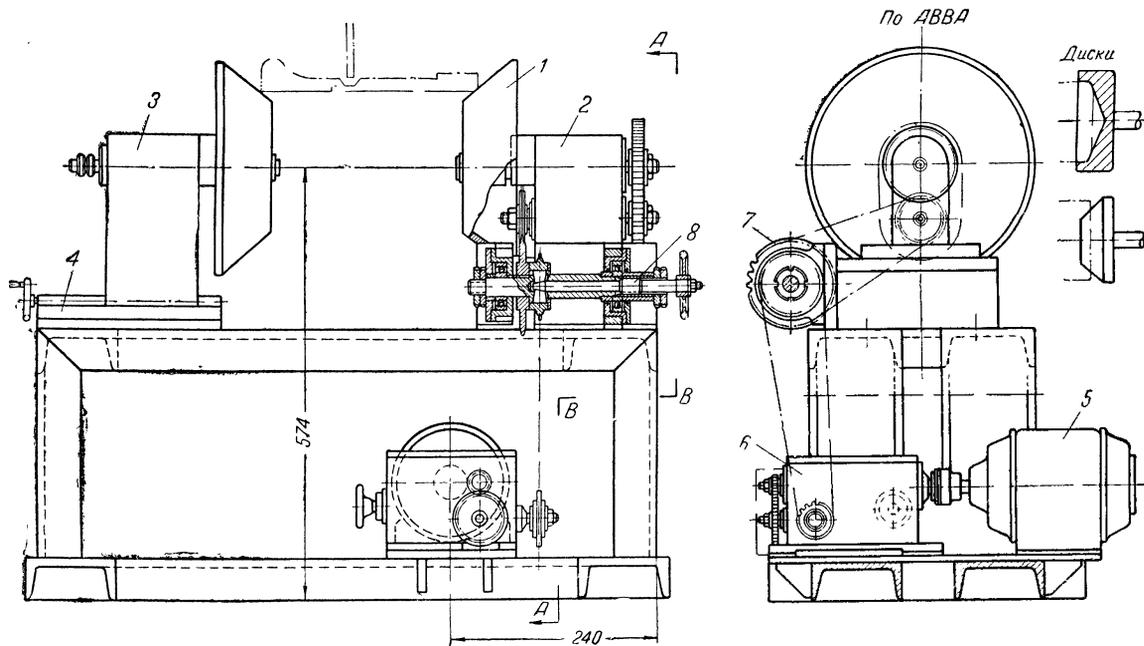
Фиг. 193. Приспособление для сварки вилки шасси.



Фиг. 194. Сварочный трактор.



Фиг. 195. Приспособление для автоматической сварки обичаек.

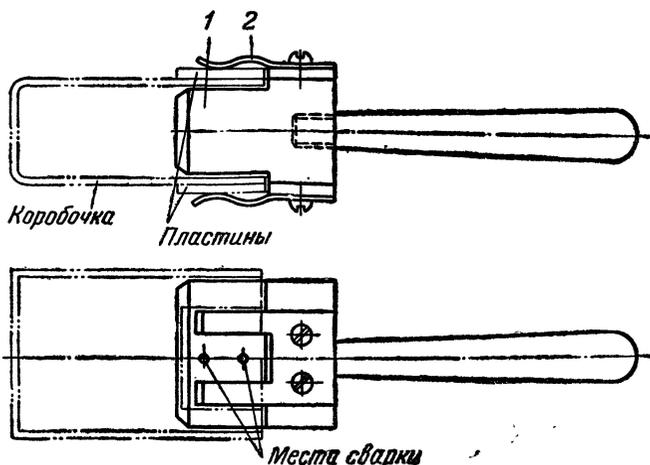


Фиг. 196. Приспособление для сварки кольцевых швов.

чайку между прижимными планками насыпается флюс (фиг. 195,в). Таким образом стык обичайки изолирован от воздуха. Приспособление при помощи супорта подводит к электроду автоматической головки, после чего производят сварку.

К нижней части кронштейна под обичайкой укреплен поддон для осыпающегося флюса.

Для сварки кольцевых швов, например, стыков цилиндров с днищами, применяют приспособления, типовая конструкция которых показана схематично на фиг. 196. Прихваченный в нескольких местах цилиндр закрепляется с помощью дисков 1,

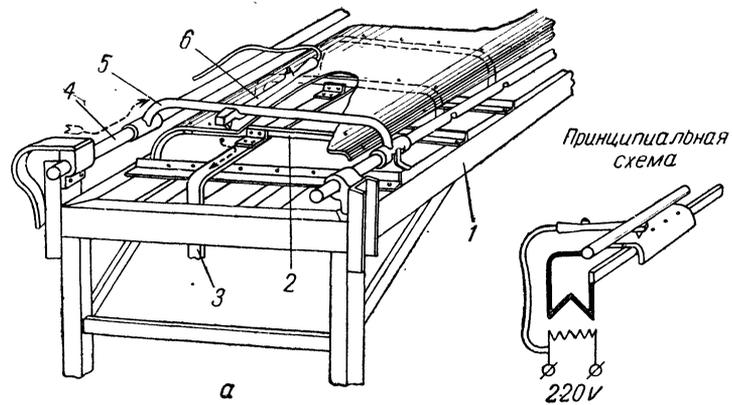


Фиг. 197. Приспособление для точечной электросварки.

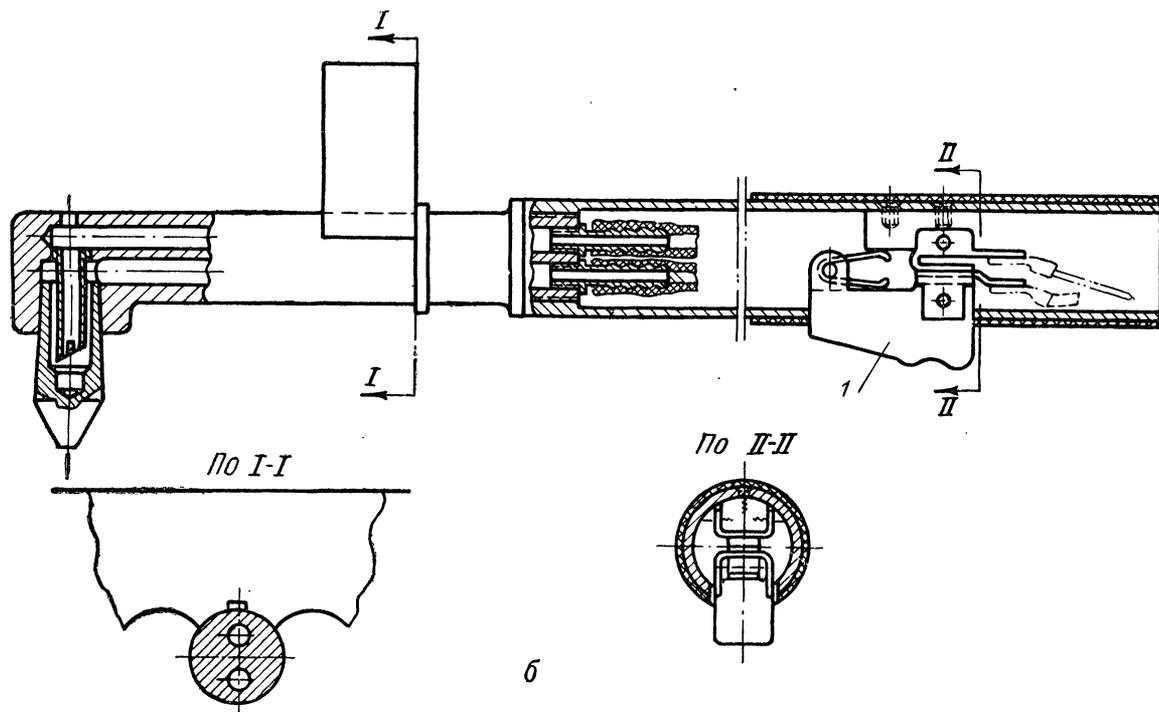
установленных в подшипниках передней и задней бабок. Передняя бабка 2 закреплена неподвижно на раме приспособления. Задняя бабка 3 установлена на направляющих салазках 4 и может перемещаться вдоль оси цилиндра. Диск передней бабки приводится во вращение от мотора 5 через редуктор 6 и цепную передачу 7. Наличие коробки скоростей и сменных шестерен позволяет получать различную окружную скорость диска, а это дает возможность сваривать цилиндры различной толщины и диаметра.

Диск задней бабки может перемещаться. Перемещение производится вращением рукоятки, насаженной на винт 8. Диски приспособления сменные. В зависимости от конфигурации днища цилиндра диски ставят либо конусные, либо цилиндрические. В таком приспособлении можно сваривать цилиндры диаметром 90—150 мм и длиной 300—1200 мм.

Конструкции приспособлений для точечной сварки, выполняемой на серийных точечных машинах и на специальных переносных машинах (сварочные клещи), аналогичны конструкциям



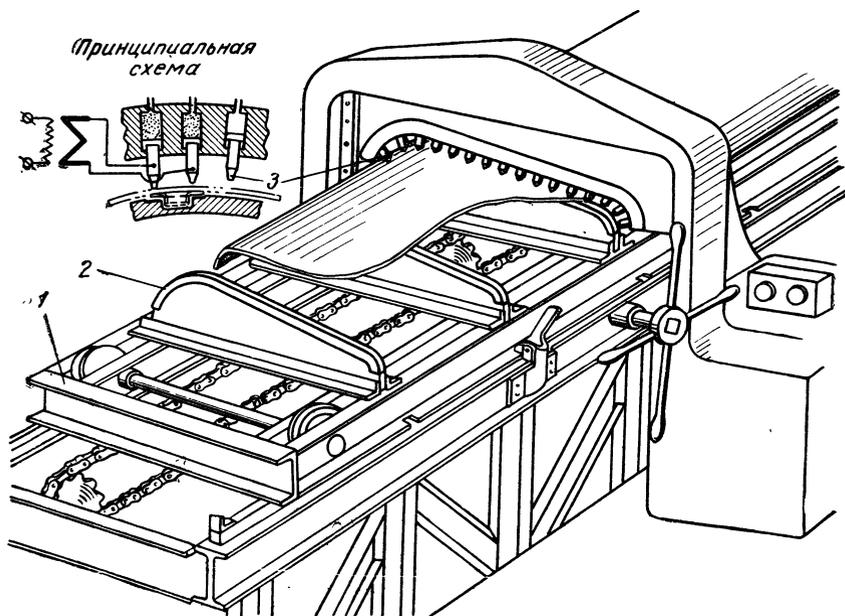
Фиг. 198а. Приспособление для точечной сварки с помощью рычага.



Фиг. 1986. Конструкция рычага.

приспособлений для прихватки (см. гл. II) и поэтому не описываются.

Существуют сварочные приспособления, которые, помимо функций сборочного приспособления, могут быть и элементом сварочной цепи машины. Такие токоведущие приспособления имеют самую разнообразную конструкцию. Простейшее приспособление этого типа показано на фиг. 197. Приспособление служит для приварки к коробочке двух пластин. На медную колодку 1 надевают до упора коробочку. Под пружинящие зажимы 2



Фиг. 199. Сварка на специальной многоточечной машине последовательного действия.

закладывают пластины. Затем производят одновременную приварку пластин к коробочке, причем сварочный ток проходит через коробочку.

Наибольшее значение токоведущие сварочные приспособления имеют при рычажной и многоточечной сварке. Принципиальная конструкция приспособления для рычажной сварки показана на фиг. 198а. На сварную раму 1 устанавливают медные токоведущие шины 2, соединенные токоподводящей шиной 3.

По направляющим 4 скользит токоведущая шина 5. Шины 3 и 5 соединены с вторичным витком сварочного трансформатора. Рычаг 6 замыкает токоведущие шины.

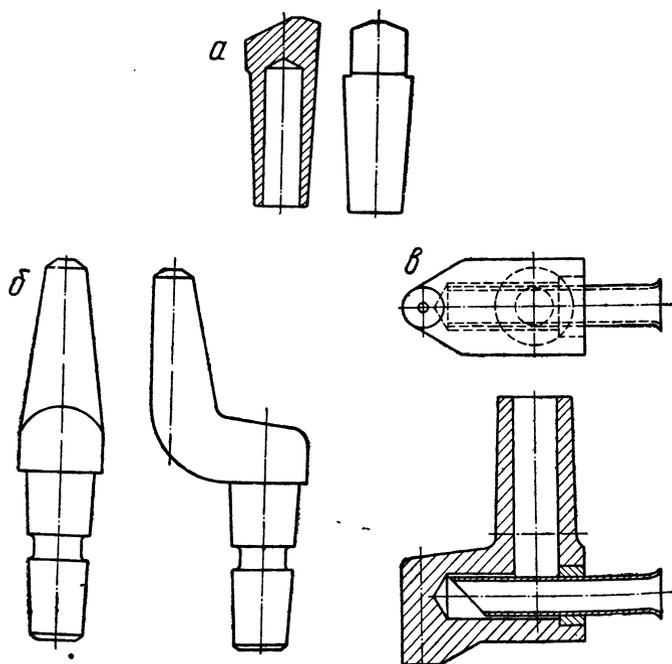
Конструкция рычага показана на фиг. 198,б. Кнопка 1 служит для включения сварочного трансформатора. Трансформатор

включается сварщиком после установки рычага в рабочее положение и приложения к нему давления от руки.

При сварке на специальных многоточечных машинах последовательного действия применяют приспособления для сборки и закрепления свариваемых изделий. Принципиальная конструкция приспособления для таких машин показана на фиг. 199. На сварной раме 1 смонтированы медные шины 2, расположенные под сварочными швами. Так как точечные машины последовательного действия работают по принципу односторонней двухточечной сварки, то шины служат подкладками. Приспособление с помощью специального устройства заводится в машину и фиксируется под электродами 3. Рычажную и многоточечную сварку применяют пока главным образом в автомобильном и вагоностроительном производствах и использовали в Германии при производстве ракет ФАУ-2.

#### § 4. Специальные электроды для контактной сварки

Для точечной сварки обычно применяют нормальные электроды с конусным и резьбовым креплением.



Фиг. 200. Специальные электроды.

При сложной конфигурации свариваемых изделий, помимо нормальных, применяют большое количество специальных электродов.

тродов, конструкция которых зависит от конструкции приспособлений для сварки и прихватки изделий.

На фиг. 200,а показан специальный электрод с несимметричным расположением контактной площадки, предназначенный для сварки узких отбортованных сечений. На фиг. 200,б изображен Г-образный неохлаждаемый электрод для сварки коробчатых сечений. На фиг. 200,в показан фасонный электрод с охлаждением, предназначенный для сварки коробчатых сечений с листовыми деталями.

---

## Глава четвертая

### ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРАВКИ

#### § 1. Общие замечания

В самолетостроении правка сварных конструкций является важным звеном в цепи технологических операций (сборка — прихватка — сварка — правка — механическая доработка), конечной целью которых является обеспечение взаимозаменяемости этих конструкций (см. часть I, гл. 1, § 3).

Широко применяемая в самолетостроении правка сварных конструкций используется не только для устранения местных и общих деформаций (коробления) после сварки, но и для обеспечения взаимозаменяемости агрегатов и отдельных деталей.

По способам правки различают правку нагревом и холодным способом. Первая в свою очередь разделяется на правку с общим и с местным нагревом. Правка холодным способом производится с помощью изгиба, кручения и в редких случаях — растяжения.

Наилучшие результаты дает правка с общим нагревом. При этом способе конструкция, подвергаемая правке, устанавливается в жесткое приспособление, в котором стыковые точки конструкции фиксируются в нужном положении. Затем приспособление вместе с изделием помещают в печь, где подвергают нагреву.

После удаления из печи и охлаждения конструкцию вынимают из приспособления. Стыковочные точки сохраняют правильное положение в соответствии с расположением фиксаторов в приспособлении. Преимущества этого способа правки можно сформулировать следующим образом:

1. Ввиду общей и равномерной термической обработки при соблюдении указанной температуры механические свойства конструкций не ухудшаются.

2. Операцию нагрева для правки можно совместить с операцией нагрева для закалки или нормализации и благодаря этому сократить время на изготовление сварных взаимозаменяемых конструкций.

Однако широкому распространению правки сварных конструкций общим нагревом мешает, помимо небольшого числа заводов, оборудованных крупными печами, также и не разрешенная еще проблема создания недорогих жаростойких приспособлений. Поэтому в настоящее время на отечественных и зарубежных заводах широко применяется правка местным нагревом, заключающаяся в нагреве отдельных участков конструкции, и правка холодным способом. Последний способ применяется для простых сварных узлов и конструкций незамкнутой формы. Правка холодным способом производится на ручном прессе в специальных приспособлениях, а также на оправках проковкой.

Холодная правка несколько ухудшает механические свойства конструкции, поэтому предпочтительнее правка местным нагревом, которую следует производить с соблюдением рациональных режимов.

Следует ограничить правку сварных закаленных конструкций. Эксперименты показали, что правка таких конструкций местным нагревом или холодным способом (проковкой) приводит к образованию внутренних трещин и расслоений, ведущих к резкому снижению вибрационной и статической прочности.

Излагаемый ниже материал относится к правке сварных конструкций главным образом из хромансиля в нормализованном виде или в отпущенном состоянии.

Описание приспособлений для холодной правки дано раньше, чем для правки местным нагревом, так как холодная правка применяется обычно для простых и небольших узлов.

## § 2. Приспособления для правки холодным способом

Правка холодным способом характеризуется переводом участка металла в упруго-пластическое или пластическое состояние с помощью механического воздействия.

При холодной правке, как и при правке нагревом, необходимо прикладывать усилия в узловых точках. Однако при правке раскосов изгибом необходимо прилагать усилия по середине. Чтобы избежать вмятин принимают ряд предупредительных мер. Для передачи усилий используют нажимную пятку, изготавливаемую из материала более мягкого, чем выправляемая конструкция. Часто для этой цели используют фибру и дерево (дуб). Эти материалы в виде вкладышей применяют и для опор. Грани опор и пятки скругляют.

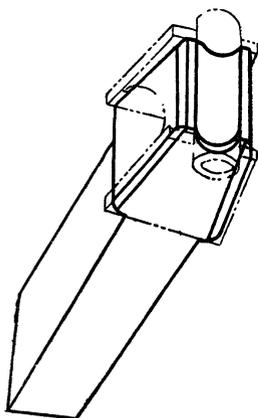
В результате сварки происходит не только искривление раскоса, но и скручивание, для правки которого применяют кручение. Холодную правку кручением также производят в специальных приспособлениях. При холодной правке кручением обязательно производить фиксацию, крепление, а также приложение крутящих моментов только в узловых точках или в местах наибольшей жесткости сварного узла.

Рамы и каркасы приспособлений для правки местным нагревом должны обладать жесткостью, в несколько раз превышающей жесткость агрегатов и узлов, подвергаемых правке. Рамы и каркасы приспособлений для холодной правки, а также кронштейны нажимных элементов должны обладать большей жесткостью, чем в приспособлениях для правки нагревом.

До сих пор рассматривалась холодная правка с помощью статических усилий, причем наиболее распространена правка изгибом. Ясно, что чем меньше расстояние между опорами при правке, тем больше должно быть прилагаемое усилие. Кроме того, с уменьшением размеров выправляемой детали труднее осуществить ее крепление. Все это заставляет прибегать к правке с помощью динамических усилий, т. е. к проковке.

Проковкой с помощью молотка удастся выправить коробления небольших сварных узлов из листового материала. При пользовании этим способом правки, к которому следует прибегать лишь в крайних случаях, необходимо иметь в виду следующее.

Сварные узлы перед правкой обязательно подвергать высокому отпуску (низкому отжигу); такой же термообработке следует подвергать сварные узлы перед холодной правкой без проковки. Проковке не следует подвергать зоны, расположенные вблизи сварных швов.



Фиг. 201. Оправка для правки проковкой коробки сварного кронштейна.

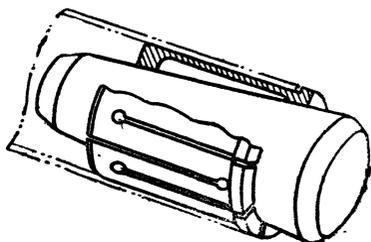
#### Приспособления для холодной правки проковкой

Правке проковкой подвергают изделия из листового материала: полые детали, коробочки, полые кронштейны и т. д. Применяемый на некоторых заводах способ правки закаленных конструкций проковкой вредно отражается на прочности изделий. Поэтому ниже рассматриваются лишь приспособления для правки мелких деталей из листового материала, которые обычно изготавливаются из стали 20А и 10А; приспособления для правки проковкой закаленных изделий не описываются.

Рассматриваемые приспособления представляют собой целые или составные массивные оправки, вставляемые внутрь полых детали. Молотком производят проковку плоскостей коробочки в местах выпучин или вмятин. На фиг. 201 изображена оправка, применяемая для правки проковкой коробки сварного кронштейна. Контуры оправки должны соответствовать контуру выправляемой детали, но размеры ее должны быть меньше на 0,3—0,5 мм. Углы оправок скашиваются, чтобы окалина в

местах под швами не препятствовала установке оправки. Оправки снабжаются длинными хвостовиками для зажима в тисках.

Для правки пустотелых цилиндров и патрубков применяют составные или разрезные оправки. На фиг. 202 показана разрезная оправка, с помощью которой цилиндр распирают изнутри и выправляют его искаженную форму. Типы оправок для правки проковкой многочисленны и разнообразны, но принципиально они подобны указанным.



Фиг. 202. Разрезная оправка для правки патрубка.

Все оправки для правки изготовляют из мягкой стали, цементируют и закаливают.

#### **Приспособления для холодной правки трубчатых элементов изгибом**

На фиг. 203 изображено простое и удачное приспособление для холодной правки изгибом трубчатых элементов.

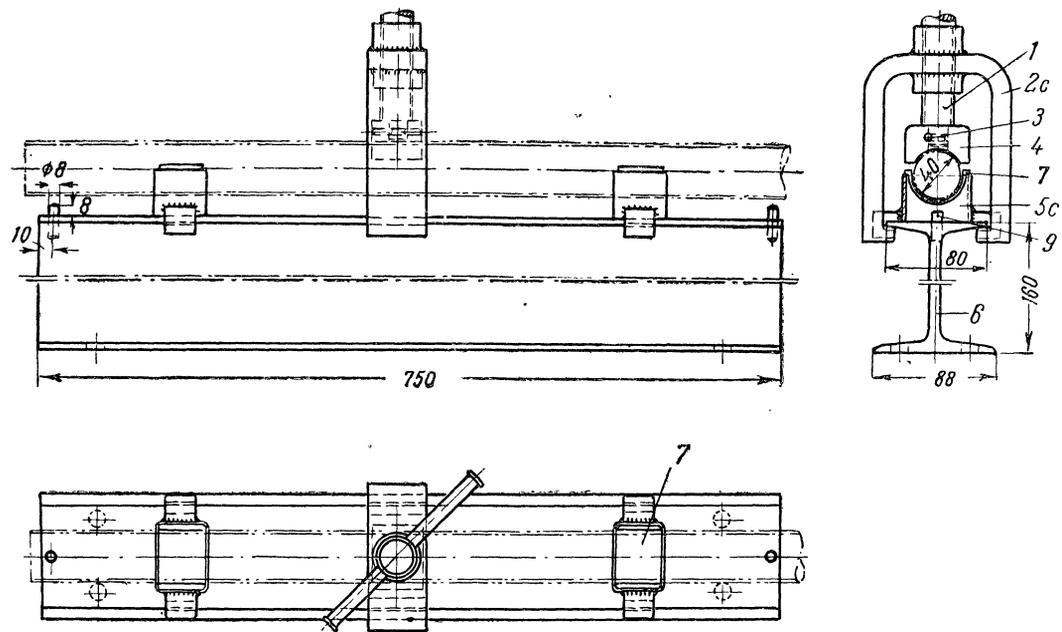
Основанием приспособления служит двутавровый профиль 6 № 16, который крепится нижней полкой к верстаку или рабочему столу. На верхней полке установлены скользящие опоры 5с и хомут 2с с нажимным винтом 1 и шпилькой 3.

В обоймы опор вкладываются деревянные (дубовые) вкладыши 7, которые на небольшую величину выступают из обоймы. Трубчатые элементы для правки укладывают на эти вкладыши. Нажимным винтом прижимают призму-пятку 4, в которую тоже необходимо вставить дубовый вкладыш (на чертеже он не показан). Благодаря тому, что опоры и хомут с нажимным винтом могут перемещаться вдоль двутаврового основания, приспособление пригодно для правки элементов различной длины в любых местах. Штифты 9 служат стопорами для опор 5с.

На фиг. 204 показано легкое переносное приспособление для правки трубчатых элементов. На концах штанги 1 установлены перемещающиеся призмы 2 для трубы, а по середине имеется нажимной винт 3 с пяткой 4. Приспособление может применяться не только для правки отдельных подкосов и других трубчатых элементов, но и для искривленных элементов рамных конструкций. Приспособление вполне отвечает своему назначению, но недостатком его является отсутствие мягких прокладок в призмах. Кроме того, для него была выбрана наименее удачная конструкция нажимной пятки (см. фиг. 48).

#### **Приспособления для холодной правки кручением**

Выше было указано, что при сварке подкоса, помимо искривления его оси, происходит также скручивание.



Фиг. 203. Приспособление для холодной правки изгибом трубчатых сварных раскосов и элементов сварных агрегатов.

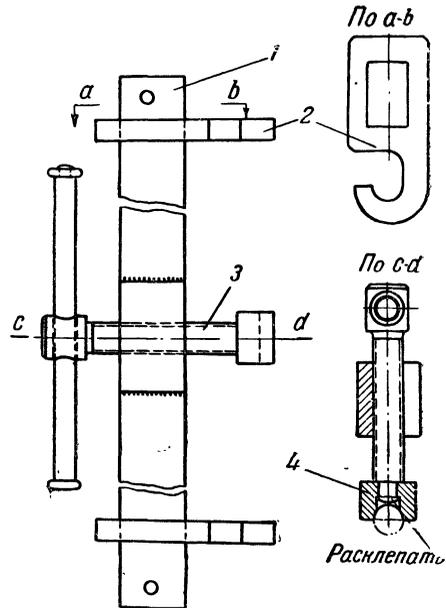
Правка такого деформированного раскоса производится кручением в специальных приспособлениях. На фиг. 205 показано такое приспособление.

Подкос устанавливается в приспособлении и фиксируется штырем 1 по стыковочному отверстию в неподвижном кронштейне. Правый стыковочный узел — шарнирную вилку — помещают в другой фиксатор — призму 2, на оси которой по середине имеется квадрат. Этот квадрат входит в квадратное отверстие шатуна 5, второй конец которого соединен со штурвалом с помощью шарнирной гайки и винта. При вращении штурвала шатун поворачивается, а вместе с ним поворачивается и призма 2.

При достаточном диаметре штурвала, с осью которого через винт связан шатун, можно развивать значительные крутящие моменты и создавать необходимые угловые деформации.

Для проверки правильности оси шарнирной вилки подкоса после правки с помощью рукоятки 4 отводят призму и штырь 3 вдвигают в отверстия шарнирной вилки подкоса. Если штырь не попадает в отверстие, то операцию правки повторяют. Описанное приспособление представляет собой пример рационального решения задачи.

Холодная правка только кручением производится редко; чаще при холодной правке применяют одновременно изгиб и кручение. Ниже описывается приспособление для холодной правки рамы шасси изгибом и кручением.

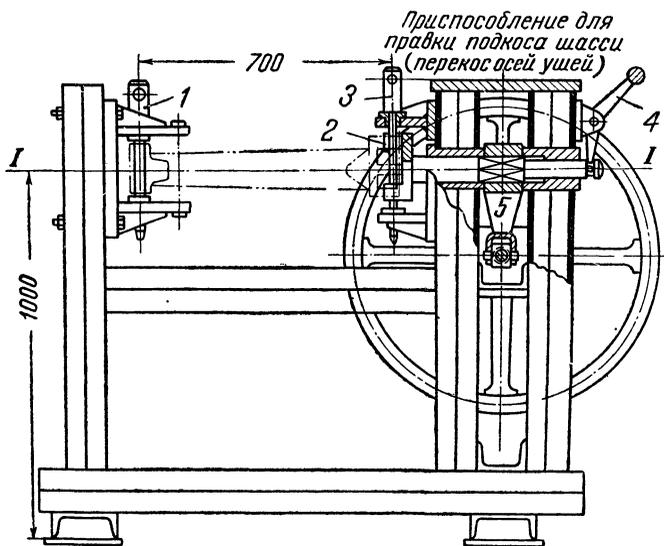


Фиг. 204. Переносное приспособление для холодной правки элементов сварных узлов и агрегатов.

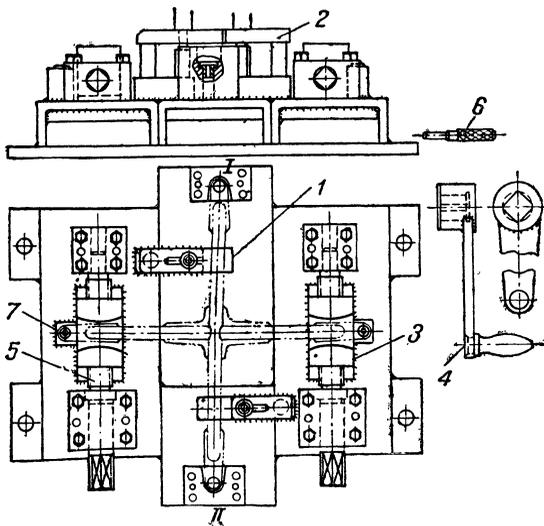
#### Приспособления для холодной правки изгибом плоских узлов

Рациональным приспособлением для холодной правки изгибом плоского сварного узла — крестовины — является приспособление, показанное на фиг. 206.

Крестовина устанавливается на две призмы 1 и фиксируется с помощью цилиндрического штыря 6 по отверстиям в двух сты-



Фиг. 205. Приспособление для холодной правки раскоса кручением.



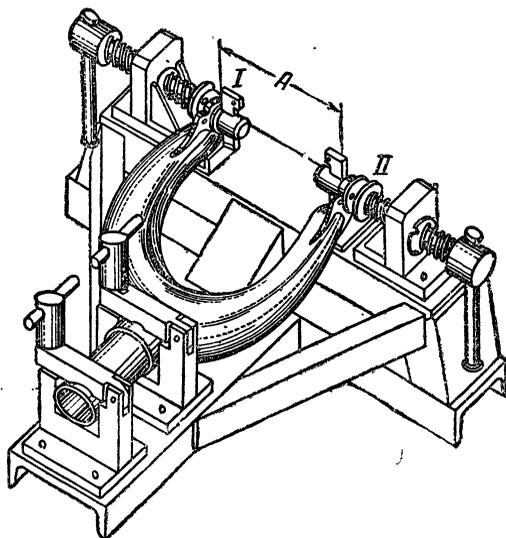
Фиг. 206. Приспособление для холодной правки крестовины изгибом.

ковочных точках *I* и *II*. Зафиксировав таким образом узел, его закрепляют с помощью двух прихватов *2*. Два других конца крестовины устанавливают в две призмы *3*, перемещающиеся с помощью винтов *5*, которые приводятся во вращение рукояткой *4*. Так как силы при правке передаются на крестовины через винт, то нет необходимости прикладывать к рукоятке большие усилия. Винт проходит сквозь призму, которая не может вращаться и только скользит по плоскости стола. Правка проверяется с помощью штыря *6* совмещением отверстий в стыковочных точках крестовины с отверстиями в неподвижных втулках *7*. Недостатком приспособления является отсутствие ограничителей хода призм *3*, что часто приводит к слишком большим деформациям и трещинам.

Во всех приспособлениях для холодной правки необходимо устанавливать ограничители предельных стрел прогибов, определяемых опытным путем.

#### Приспособление для холодной правки изгибом вилки костыля

На фиг. 207 показано приспособление для холодной правки изгибом вилки костыля. Ось вилки костыля устанавливают и за-



Фиг. 207. Приспособление для холодной правки вилки костыля изгибом.

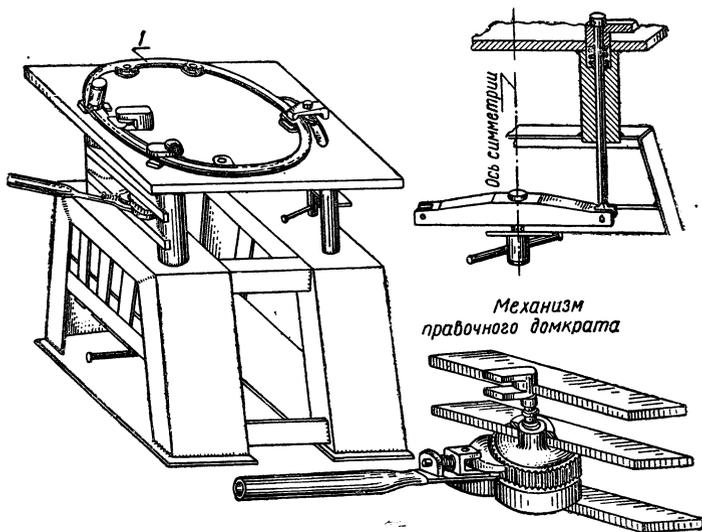
крепляют в двух призмах с прихватами. Правка производится с целью получения правильного размера *A*. Винты с прорезями пропускают сквозь стыковочные отверстия вилки, а затем в прорези вставляют клинья. Вращая винты в ту или другую сторону,

увеличивают или уменьшают расстояние между точками I и II. Результаты правки проверяют с помощью ограничителей.

Жесткая связь винта с вилкой приводит к тому, что винт, помимо осевой нагрузки, испытывает также изгиб. Для устранения этого недостатка целесообразно осуществлять эту связь посредством шарнира.

**Приспособления для холодной правки изгибом колец рамы под мотор воздушного охлаждения**

На фиг. 208 показан стапель для холодной правки изгибом деформированного кольца I моторамы по плоскости.



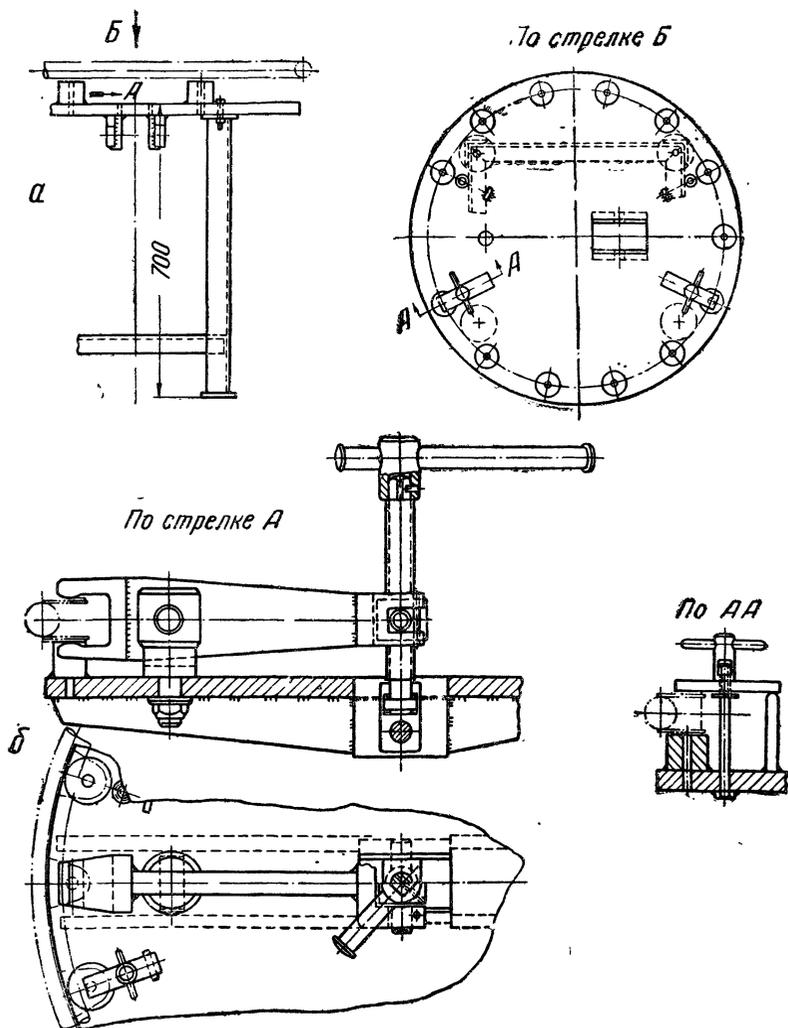
Фиг. 208. Стапель для холодной правки изгибом кольца моторамы по плоскости.

Кольцо укладывают на массивный стол с плитой. Установив, какие части кольца нуждаются в правке, его подкладывают под правочный домкрат выпуклостью вверх. Под соседние участки кладут подкладки.

Кольцо укрепляют на плите стола в трех точках с помощью прихватов, которые устанавливают в местах расположения коробочек, чтобы не помять трубу. Расстояние между прихватами и от прихвата до вилки домкрата выбирается так, чтобы вилка правочного домкрата также приходилась против коробочки. С помощью правочного домкрата производится холодная правка кольца. Проверка результатов правки производится по плите стапеля.

На фиг. 209 показан другой стапель для холодной правки изгибом кольца моторамы по плоскости. Стапель также пред-

ставляет собой стол, к верхней плите которого приварены бобышки под коробочки кольца рамы. Поверхность бобышек лежит в одной плоскости.



Фиг. 209. Станок для правки холодным способом кольца моторамы по плоскости.

Деформированные места выявляют по зазорам между бобышками и коробочками. Для правки кольцо укладывают так, чтобы покоробленный участок был расположен между прихватами (фиг. 209,б), прижимающими кольцо к бобышкам. Противоположная сторона кольца прижимается еще двумя прихватами.

Правка производится с помощью рычага, который работает по принципу рычага второго рода.

Винт вращается в гайке, качающейся на оси. Второй конец винта входит в прорезь обоймы, в свою очередь качающейся на оси. Благодаря такой конструкции винт воспринимает лишь осевые усилия. Этот стапель имеет то преимущество перед ранее описанным, что под кольцо не нужно подкладывать опор, не связанных со стапелем, благодаря чему производительность стапеля повышается.

#### Приспособление для холодной правки кольца моторамы по диаметру

Кольцо моторамы, которое в процессе сварки принимает форму эллипса, устанавливают в стапель (фиг. 210) и с помощью штырей проверяют точность положения коробочек.

Части кольца выправляют с помощью тандера.

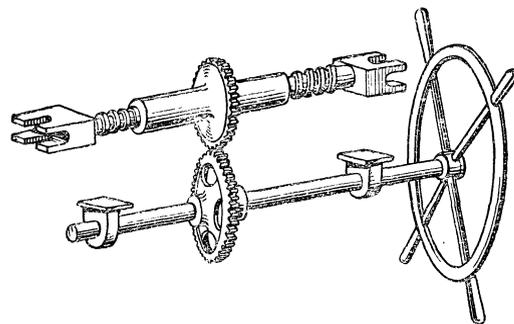
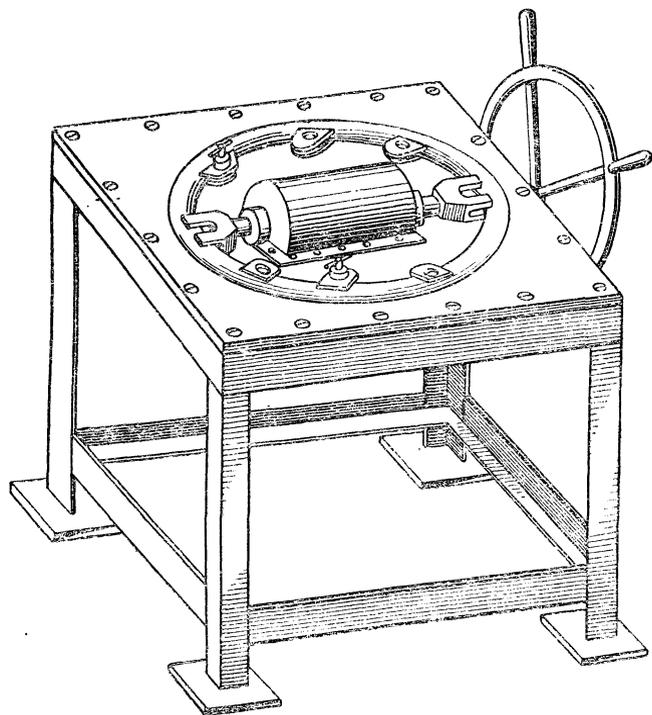
Чтобы избежать вмятин на кольце, опорные детали тандера упирают в коробочки моторамы. Недостатком этого приспособления является возможность использования его только для увеличения диаметра кольца. В случае необходимости уменьшить диаметр можно воспользоваться тандером, показанным на фиг. 221.

#### Приспособление для холодной правки изгибом кольца моторамы по плоскости и диаметру

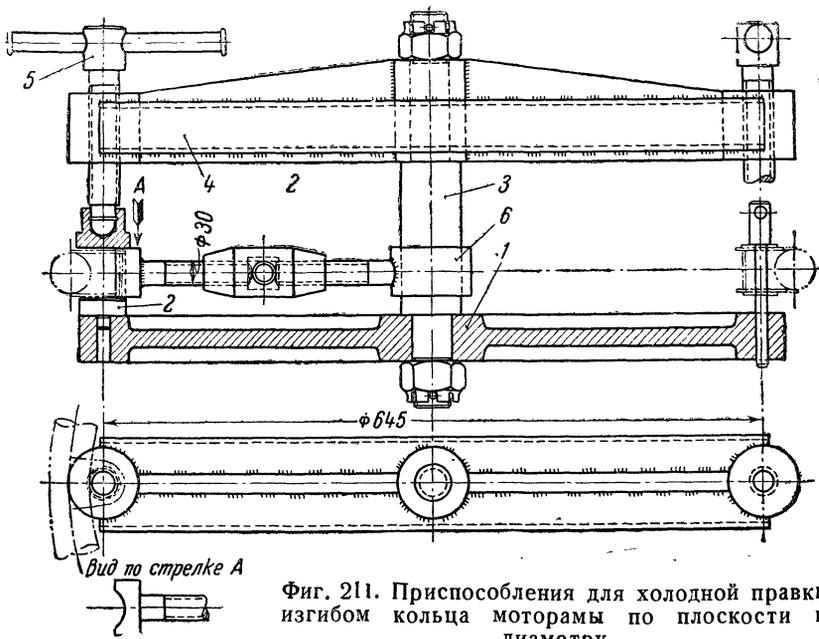
Приспособление, показанное на фиг. 211, состоит из точеного диска 1 с опорными штифтами 2 под коробочки кольца. В центре диска укреплена стойка 3. На стойке закреплена балка 4 с нажимными винтами 5. Балка с винтами может вращаться вокруг стойки так, что нажимные винты можно устанавливать в нужных местах. На стойке укреплено также кольцо 6 тандера. Вращением вокруг стойки тандер можно установить в любом месте кольца моторамы. Второй конец тандера при правке упирается в коробочку.

Недостатком конструкции приспособления является то, что в процессе правки как по диаметру, а также в особенности по плоскости на стойку 3, помимо осевых усилий, действуют изгибающие усилия, что должно привести к быстрому изнашиванию и выходу из строя приспособления.

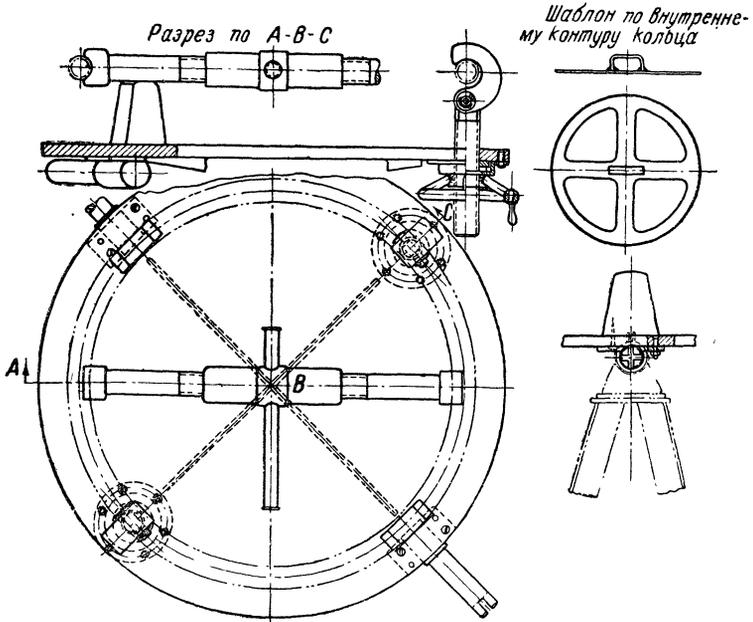
Вторым примером неудовлетворительной конструкции является приспособление, показанное на фиг. 212. Это приспособление также предназначено для одновременной правки кольца моторамы по плоскости и по диаметру. Крупным недостатком приспособления является то, что оно поворотное. Мы уже указывали выше, что приспособления для правки должны быть жесткими и устойчивыми. Вследствие значительных усилий, развиваемых при правке, отсутствие достаточной жесткости приводит к дефор-



Фиг. 210. Станок для холодной правки изгибом кольца моторамы по диаметру.



Фиг. 211. Приспособления для холодной правки изгибом кольца моторамы по плоскости и диаметру.



Фиг. 212. Поворотное приспособление для холодной правки кольца моторамы по плоскости и диаметру.

мированию приспособления. Кроме того, при передаче усилий для правки произвольно будут создаваться крутящие моменты. По условиям же технологии правки поворот приспособления не требуется.

Эта конструкция является примером механического переноса опыта по конструированию сварочных приспособлений на конструирование приспособлений для правки.

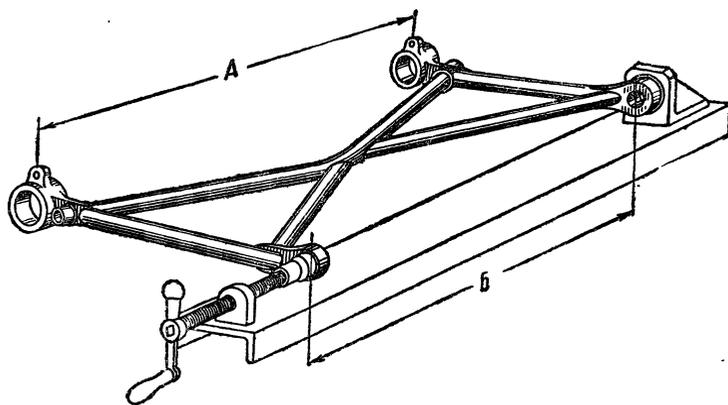
Приспособления для правки не следует выполнять поворотными—это не диктуется технологической необходимостью и ведет к уменьшению устойчивости приспособления.

#### Приспособления для холодной правки ферм шасси

До сих пор рассматривались приспособления для холодной правки изделий, представляющих собой элемент с приваренными деталями жесткости. Правка производилась изгибом или кручением. Однако холодной правке подвергаются и плоские фермы или рамы. При этом выправляют не только изгиб, но и скручивание элементов.

#### Приспособления для холодной правки фермы шасси между стыковочными точками

Фермы шасси обычно требуют правки по размерам *A* и *B*, (фиг. 213); правят также отклонения стыковочных точек.



Фиг. 213. Приспособление для холодной правки фермы шасси изгибом.

Правка по размерам *A* или *B* производится в приспособлении (см. фиг. 213), основание которого представляет собой швеллер с укрепленными на нем кронштейнами: одним упорным и вторым — снабженным нажимным болтом. Вместо винта можно использовать обычный тандер.

В этой конструкции правильно предусмотрено небольшое расстояние между точками приложения усилия правки и основанием приспособления. Это увеличивает жесткость и сопротивляемость приспособления изгибу.

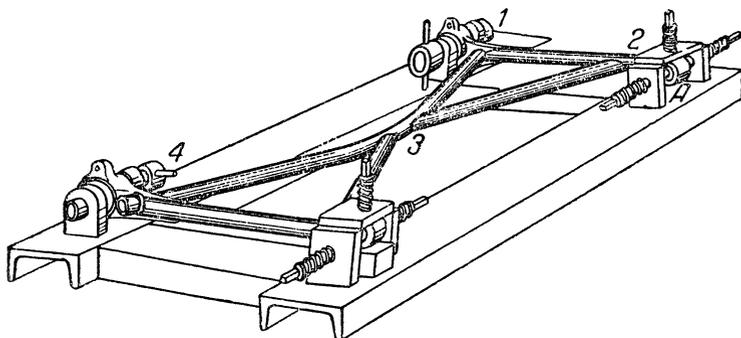
В приспособлениях для холодной правки изгибом нужно стремиться максимально приблизить плоскость действия изгибающих усилий к основанию приспособления.

Недостатком приспособления является отсутствие фиксаторов для проверки результатов правки и связанная с этим необходимость использования специальных приспособлений для контроля в процессе правки.

Для увеличения производительности приспособлений для правки нужно снабжать их фиксаторами для проверки результатов правки.

#### Приспособления для холодной правки фермы шасси по плоскости

Приспособление (фиг. 214) состоит из каркаса, на котором установлены два фиксатора для двух стыковочных точек фермы шасси. Под третью точку кладут подкладку. Отклонение точки *A* выправляют с помощью вертикального нажимного винта.



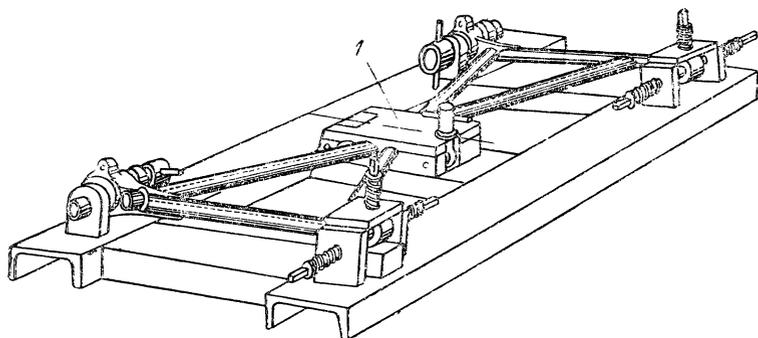
Фиг. 214. Приспособление для холодной правки фермы шасси по плоскости.

Как и в рассмотренном выше приспособлении, проверку результатов правки приходится производить в отдельном контрольном приспособлении, что весьма нерационально.

При правке нажимом винта на точку *A* стойка 1—2 и подкос 2—3 изгибаются, а изогнутый элемент 1—4 скручивается.

Известно, что сварные швы и околошовные зоны обладают пониженной пластичностью по сравнению с основным металлом. Поэтому при правке следует уменьшать непосредственные де-

формации этих зон. Осуществить это правило в рассматриваемом случае можно установкой дополнительного фиксатора 1 (фиг. 215).



Фиг 215. Приспособление для правки с дополнительным фиксатором.

#### Комбинированное приспособление для холодной правки фермы шасси

В отличие от рассмотренных выше двух приспособлений на одном из заводов спроектировано и изготовлено комбинированное приспособление (фиг. 216), в котором можно выполнить как правку по размерам между стыковочными точками, так и правку по плоскости.

Первую из этих операций осуществляют при помощи натяжного крюка 1 и нажимного винта 4, а вторую — применяя натяжную вилку 3.

Натяжной крюк 1 ввиду наличия шарнира не находится под действием изгибающих усилий.

Нажимные винты 4 с пятками расположены против вилки, благодаря чему предупреждаются вмятины трубчатых элементов. С помощью этих винтов перемещают нижние стыковочные точки влево или вправо.

Правка по плоскости производится шарнирной вилкой 3 и винтовой гайкой 2.

Помимо правки, в этом приспособлении можно производить и проверку правильного положения стыковочных точек. Для проверки пользуются шарнирными вилками 3 и 5, устанавливая их в правильное положение с помощью цилиндрических штырей 6.

Приспособление может быть рекомендовано в качестве типового, если каркас-раму выполнить неповоротным.

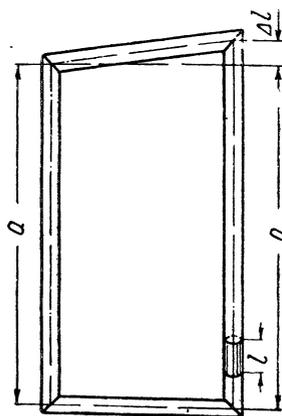
### § 3. Приспособления для правки местным нагревом

Правка местным нагревом основана на противодействии холодных участков элемента стальной конструкции расширению нагретых и изменению упругих свойств металла при нагревании.



Таким односторонним местным нагревом выправляют искривленные элементы сварных конструкций (фиг. 217). У сварной рамы (фиг. 218), у которой в результате сварки расстояние между левыми узловыми точками  $a$  получилось меньше расстояния между верхними ( $a + \Delta l$ ), необходимо нагреть участок правого элемента. Размеры нагреваемого участка следует подбирать так, чтобы его укорочение после охлаждения было равно  $\Delta l$ . Иногда бывает необходимо повторить местный нагрев, причем лучше второй раз нагревать участок рядом с первым.

Искривление трубчатого элемента можно выправить местным односторонним нагревом, а для укорочения его необходимо местный нагрев участка элемента со всех сторон. Наиболее целесообразно производить нагрев участка вблизи жестких сварных узлов. Эксперименты показали, что местный односторонний нагрев участка элемента, концы которого могут беспрепятственно расширяться и сокращаться, приводят к искривлению, в 5—7 раз меньшему, чем такой же нагрев элемента с закрепленными концами. При этом главную роль играет закрепление, которое препятствует продольным, а не угловым перемещениям.



Фиг. 218. Местный нагрев элемента сварной рамы.

Приспособления для правки конструкций местным нагревом должны обладать значительной жесткостью по сравнению с жесткостью выправляемого агрегата.

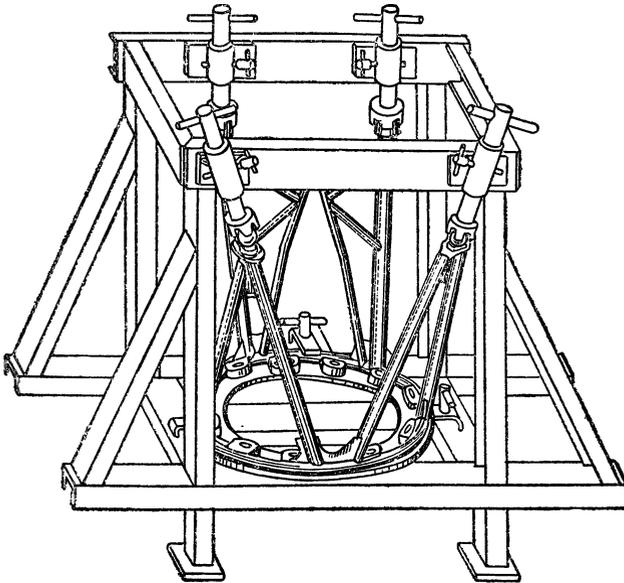
Этому требованию отвечает приспособление для правки местным нагревом моторамы двигателя воздушного охлаждения (фиг. 219). Жесткость приспособления примерно в 5 раз больше жесткости выправляемой конструкции.

В приспособлениях для правки местным нагревом должен быть обеспечен свободный доступ горелки к участкам вблизи жестких сварных узлов. Для этого каркасы приспособлений для правки местным нагревом должны выполняться в виде рам без раскосов.

Мало удачная в этом отношении конструкция приспособления показана на фиг. 220.

При правке местным нагревом различают правку с предварительной упругой деформацией и без нее. При правке в приспособлениях, как правило, используют предварительную упругую деформацию. Для этого приспособления снабжают тягами — тандерами, либо отъемными (фиг. 221), либо конструктивно связанными с каркасом приспособления и с различными нажимными устройствами.

Шарнирные узлы тандеров выполняются в виде целых или разъемных (фиг. 222) призм, предназначенных для зажима элементов выправляемого агрегата вблизи узловых точек. Так как подвергающиеся правке местным нагревом стержневые конструкции в подавляющем большинстве случаев представляют собой тонкостенные трубчатые конструкции, совершенно недопустимо при пользовании тандерами и нажимными устройствами (винтовыми и другими) прикреплять их не в жестких узлах. В исключительных случаях можно допустить зажим элемента



Фиг. 219. Приспособление для правки моторамы местным нагревом.

вблизи узлов, но при этом нужно применять широкие призмы с мягкими прокладками. Правильное расположение нажимных винтов и тандеров показано на фиг. 223, на которой изображен стапель для правки моторамы двигателя воздушного охлаждения.

Приспособление для правки нагревом должно обеспечивать также контроль изделия, т. е. в его конструкции должны быть предусмотрены фиксаторы, с помощью которых можно проверить положение узловых точек агрегата. Такие фиксаторы для проверки положений стыковочных точек моторамы видны на фигурах 219, 220 и 223. Иногда проектируют два приспособления: одно для правки и второе — контрольное. Это нецелесообразно, так как перестановка агрегата из одного приспособления в другое вызывает излишнюю трату времени и снижает про-

изводительность. Кроме того, отдельные контрольные приспособления требуют дополнительной площади.

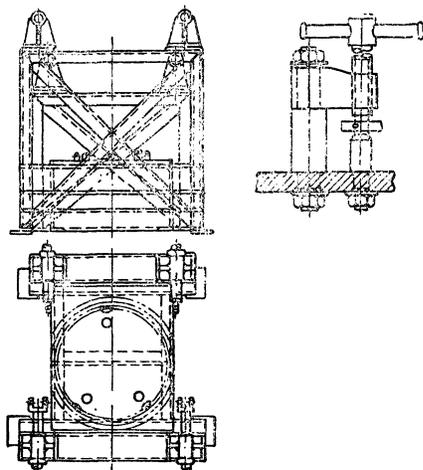
Для установки и закрепления агрегата приспособления для правки снабжаются фиксаторами и зажимами. Агрегат фиксируют в нескольких основных точках, проверяют положение остальных и затем производят правку нагревом определенных участков агрегата.

1. Для фиксации следует выбирать точки, непосредственно координированные относительно осей самолета. Например, для фиксации в приспособлении для правки моторамы (см. фиг. 223) выбирают коробочки крепления мотора, так как эти точки непосредственно координированы относительно оси мотора.

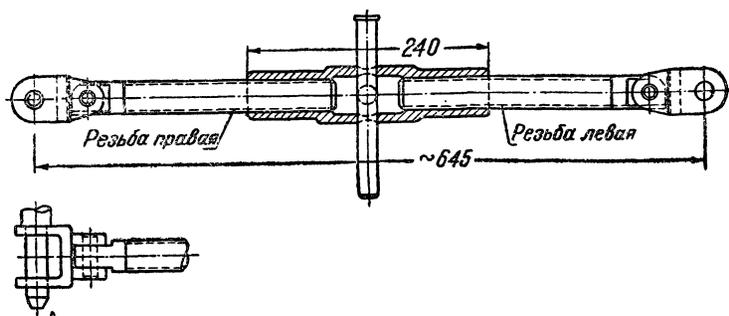
2. Фиксацию следует производить по базовым точкам или базовым поверхностям агрегата.

3. Число основных точек фиксации должно быть минимальным, но достаточным для правильного расположения агрегата в пространстве.

Чтобы произвести правку агрегата, необходимо надежно укрепить и удерживать агрегат в правильном положении во все



Фиг. 220. Неудачная конструкция каркаса правочного приспособления.



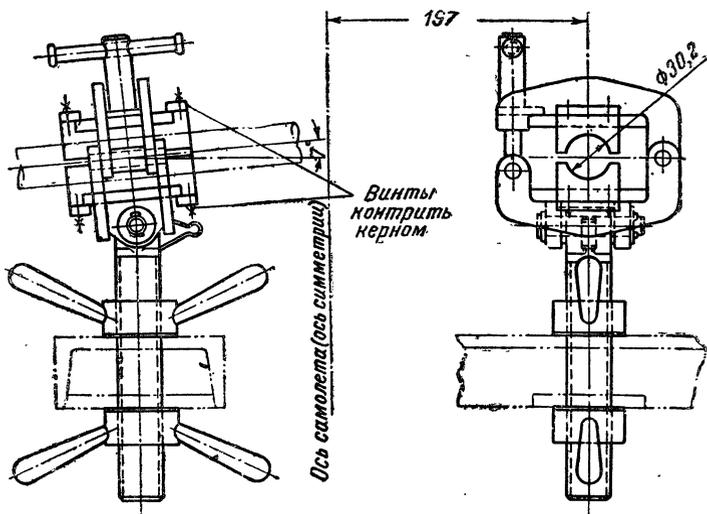
Фиг. 221. Тяга-тандер для создания предварительной уругой деформации при правке нагревом.

время правки. Для этого основных точек фиксации может оказаться недостаточно и поэтому приходится вводить дополнитель-

ные точки фиксации, которыми служат не только стыковочные узлы, но и связующие элементы агрегата.

Если для фиксации основных точек применяются неподвижные кронштейны, то для фиксации дополнительных точек используются плавающими зажимами и фиксаторами (фиксаторы узлов *Е*, *Ж* и *З* — фиг. 224), регулируемые опоры (средняя стойка на фиг. 224), винтовыми кронштейнами (концевые фиксаторы в стапеле на фиг. 223).

Нередко фиксаторы дополнительных точек фиксации выполняют одновременно роль контрольных устройств.



Фиг. 222. Тандер с разъемной призмой.

#### Стапели для правки местным нагревом моторамы под мотор воздушного охлаждения

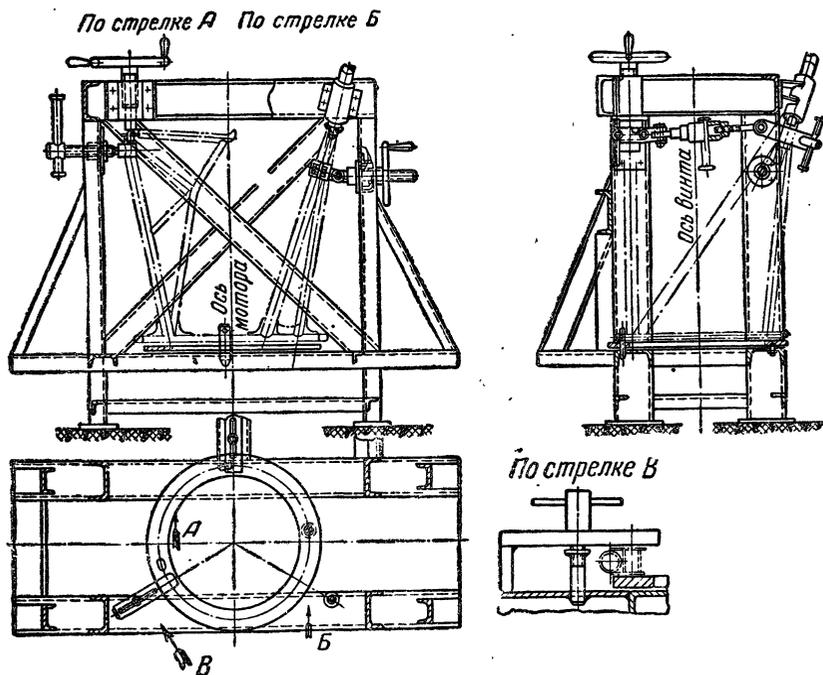
Основные точки фиксации стапеля (фиг. 219) представляют собой гнезда в толстой (около 20 мм) плите со штырями, пригнанными по конфигурации внутренней части кронштейнов кольца моторамы.

Моторама устанавливается в стапель кольцом вниз и фиксируется штырями по отверстиям в кронштейнах. Затем с помощью узлов крепления, представляющих собой рычажно-винтовые зажимы, кольцо прижимают к плоскости плиты.

Основных точек фиксации три. Для установки моторамы в правильное положение относительно вертикальной оси было бы достаточно двух точек фиксации, но внутреннее отверстие коробки, в которое вставляется штырь, имеет овальную форму, и пригнать точно поверхность штыря к поверхности овального от-

верстия очень трудно. При наличии лишь двух точек фиксации создается опасность неточной установки моторамы.

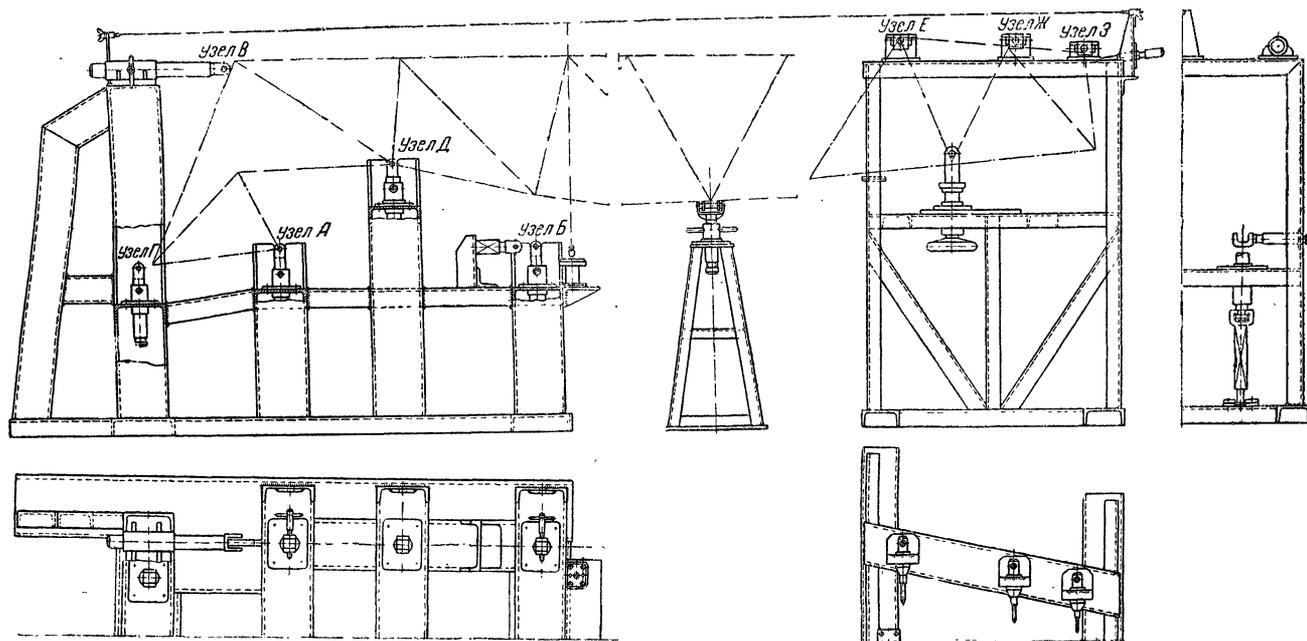
В стапеле на фиг. 220 фиксирующие штыри закреплены неподвижно на плите (вид справа), что ухудшает условия установки моторамы, так как попасть одновременно тремя отверстиями на три неподвижных штыря трудно. Наиболее рациональным решением является закрепление одного фиксирующего штыря неподвижно. После установки кольца моторамы на один штырь нетрудно с помощью съемных штырей зафиксировать остальные две точки.



Фиг. 223. Правильное расположение тандеров в стапеле для правки моторамы двигателя воздушного охлаждения местным нагревом.

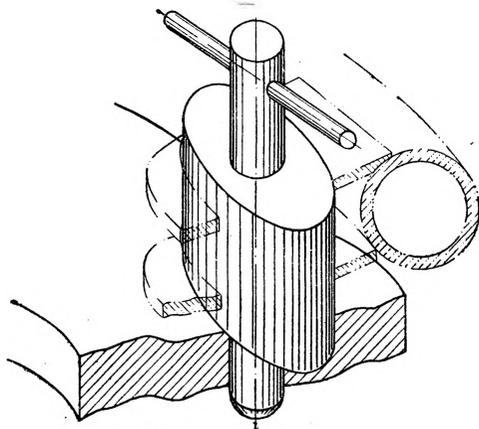
В плитах стапелей на фиг. 219 и 223 гнезда под штыри обрабатываются по овалу. Такая обработка затруднительна и, кроме того, она излишня, так как при установке двух и тем более трех фиксирующих штырей гнезда под штыри могут иметь цилиндрическую форму, причем фиксирующая часть штыря сделана овальной (фиг. 225). В этом случае поворот штырей, а следовательно, и всей моторамы невозможен.

После фиксации и закрепления основных точек производится установка и крепление дополнительных точек фиксации, например, концевых узлов на подкосах моторамы. В стапеле на



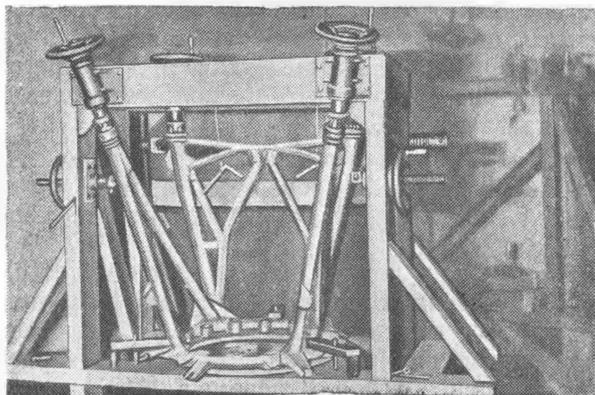
Фиг. 224. Станок для правки каркаса фюзеляжа.

фиг. 223 для этой цели служат винтовые фиксаторы с цилиндрическими концами. Назначение концевых фиксатора заключается в фиксации нужного направления подкосов, сообщенного с помощью натяжных устройств.



Фиг. 225. Фиксирующий штырь с круглой установочной частью.

В случаях когда подкосы моторамы расположены неправильно и с помощью натяжных устройств предварительная упругая



Фиг. 226. Рациональный стапель для правки моторамы местным нагревом.

деформация сообщается им до совмещения стыковочных узлов с фиксаторами, последние трудно установить. Ввиду искривления оси трубы (см. фиг. 223) цилиндрические штыри трудно вставить в трубу. Поэтому, в тех случаях, когда фиксаторы пред-

ставляют собой штыри, фиксирующие подкосы по внутреннему контуру, их концы делают коническими.

В стапеле, показанном на фиг. 219, фиксаторы, в которые входят узловые точки подкосов моторамы, представляют собой чашки. Так как стыковочные узлы ограничены сферической поверхностью, то их фиксация облегчается так же, как и в случае применения штырей с коническими концами при фиксации по внутренней полости.

Более производительный новый стапель показан на фиг. 226 (передний план).

Фиксация верхних стыковочных узлов моторамы осуществлена в новом стапеле посредством чашеобразных фиксаторов, охватывающих сферические поверхности стыковочных узлов.

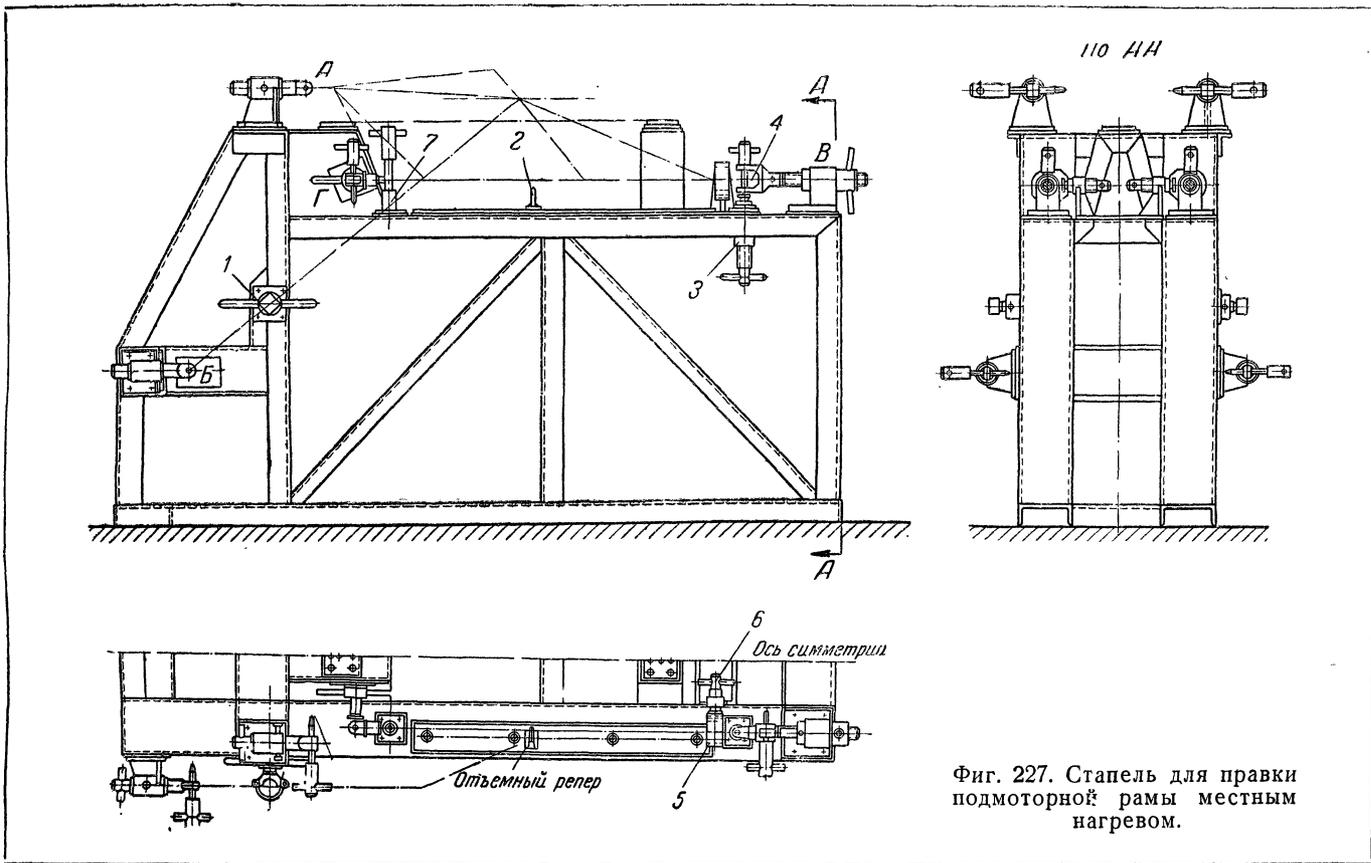
Вместо применения тандеров в стапелях более правильным конструктивным решением проблемы натяжных устройств была бы установка быстродействующих рычажных устройств, обеспечивающих создание достаточных усилий.

#### Стапели для правки местным нагревом рамы под моторы жидкостного охлаждения

На фиг. 227 показано приспособление для правки нагревом подмоторной рамы. В качестве основных точек фиксации выбраны стыковочные узлы *А* и *Б*. Фиксирующие устройства представляют собой направляющие штыри с вильчатыми шарнирными узлами. Для предварительной деформации элементов, в случае несовпадения с фиксаторами точек *Б*, служит подвижная разъемная призма *1*, подобная показанной на фиг. 222. В данном случае положение призмы выбрано неудачно. В соответствии с изложенным выше она должна быть расположена близ фиксирующего устройства в точке *Б*.

После установки и фиксации моторамы в точках *А* и *Б* с помощью отъемного репера *2* проверяют правильность размера от контрольной плоскости стапеля до плоскости коробочек на подмоторной балке.

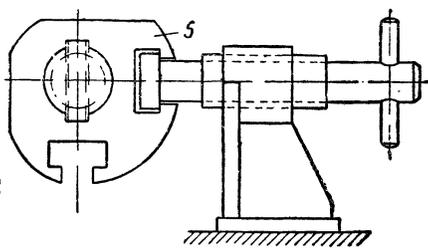
Для опускания или подъема точки *В* пользуются винтовым устройством *3*. Вильчатый шарнир *4* снимают и на подмоторную балку надевают хомут *5*, снабженный фигурной прорезью. В прорезь входит нажимной винт *6* с проточкой. В зависимости от направления вращения точка *В* перемещается в вертикальной плоскости. С помощью нажимного винта *6* и хомута *5* перемещают точку *В* и в горизонтальной плоскости (фиг. 228). Перемещение точек *Г* обеспечивается также нажимным винтом. Вместо хомута применяется вкладыш, который вставляют внутрь подмоторного бруса. Нажимной винт, связанный шарнирно со вкладышем, обеспечивает перемещение точек *Г*. Правильность положения подмоторного бруса проверяют штырем с помощью фиксатора *7* и репера *2*. Для перемещения точек *В* в осевом на-



Фиг. 227. Стапель для правки подмоторной рамы местным нагревом.

правлении пользуются шарнирной вилкой 4, в которую входит подмоторная балка. С помощью штыря соединяют шарнирную вилку и подмоторный брус, затем нажимной гайкой натягивают подмоторный брус и перемещают точку В. Неподвижные реперы служат для установки эталона моторамы при монтаже правочного стапеля, а также при периодической проверке.

Другая конструкция стапеля для правки моторамы подобной конструкции показана на фигуре 229. С точки зрения выбора основных и дополнительных точек фиксации эта конструкция



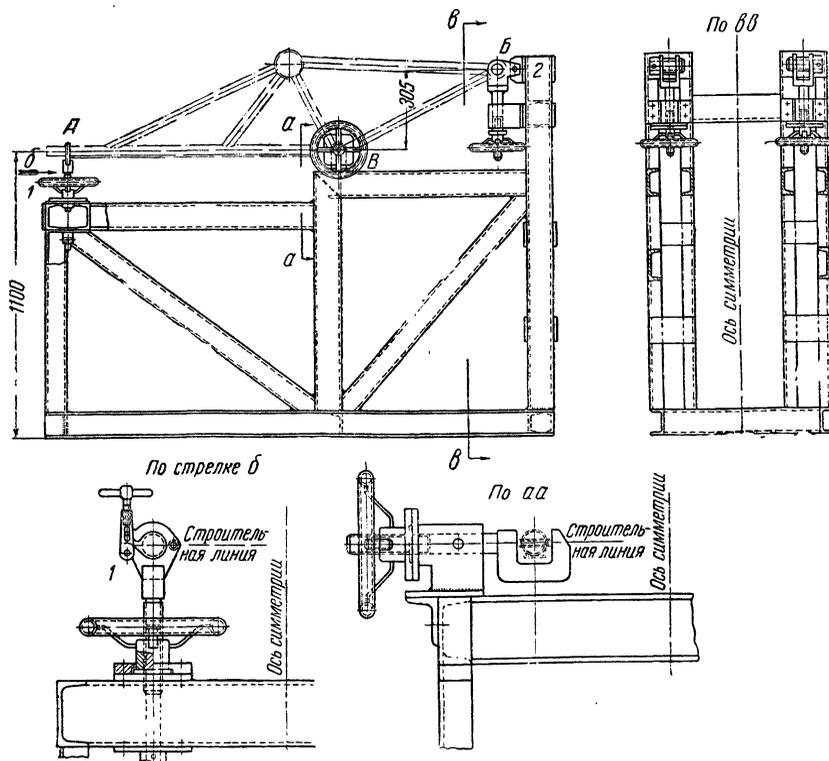
Фиг. 228. Натяжное устройство для предварительной деформации подмоторного бруса.

стапеля менее удачна, чем описанная выше. Мотораму, закрепленную только в точках фиксации А и В, нельзя подвергать необходимым предварительным деформациям, предшествующим правке местным нагревом в приспособлении. Кроме того, по своей конструкции фиксаторы в точках А и В не выполняют роли основных фиксаторов, которые должны обеспечивать правильное расположение агрегатов в пространстве; фиксаторы 1 и 2 не удовлетворяют этим требованиям, так как оба они выполнены подвижными и по конструкции являются не фиксирующими, а натяжными устройствами. Рационально было бы выбрать в качестве основных точек фиксации точки В и В и сделать фиксатор 2 неподвижным. В этом стапеле правильно сконструированы нажимные и натяжные устройства, дающие экономию времени и сил рабочего.

#### Стапели для правки местным нагревом каркасов фюзеляжа

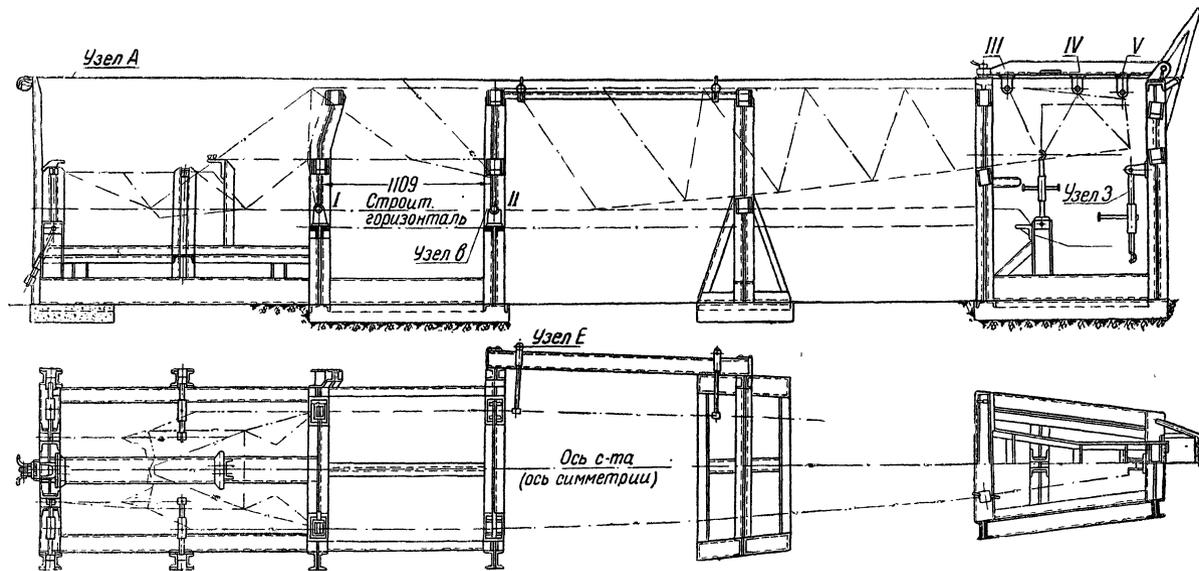
Стапель для правки каркаса фюзеляжа, состоящего из двух агрегатов: собственно каркаса фюзеляжа и сваренной с ним подмоторной рамы, показан на фиг. 230. Каркас фиксируется в основных точках I и II. Фиксация точек I производится с помощью цилиндрических штырей, вставляемых в отверстия стыковочной втулки моторамы и кронштейна фиксатора на стапеле. В отверстие основной фиксируемой точки II также вставляется штырь, который свободно лежит на призме (фиг. 231), строго определяя положение каркаса фюзеляжа в пространстве. При установке каркаса фюзеляжа, длина которого достигает 7 м и основные точки фиксации которого расположены по середине, небольшой люфт в фиксаторах (в плане) дает возможность отклоняться хвостовой части на значительную величину от оси симметрии каркаса фюзеляжа. Установка каркаса фюзеляжа по

оси симметрии производится с помощью натяжной струны с отвесом. Конструкция крепления натяжной струны (узел А на фиг. 230) показана на фиг. 232. Определив отклонения оси каркаса от оси сталея, каркасу сообщают предварительную упругую деформацию с помощью винта, скользящего во втулке кронштейна (фиг. 233). Два кронштейна со скользящими винтами укреплены на балке — швеллере (см. фиг. 230), которая легко устанавливается и снимается со сталея.

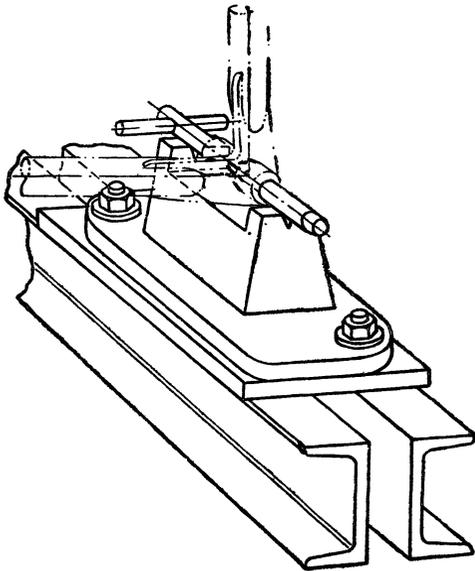


Фиг. 229. Сталея для правки подмоторной рамы местным нагревом. Конструкция менее удачная.

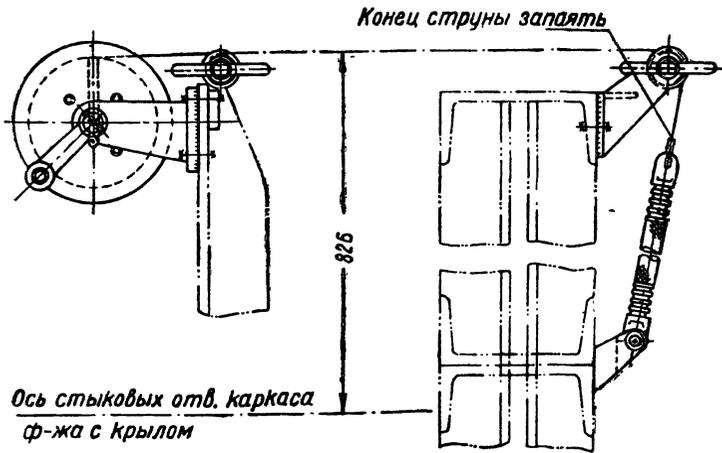
Дополнительными точками фиксации являются точки III, IV и V (см. фиг. 230). Их проверка и фиксация производится с помощью цилиндрических штырей. Так как эти точки расположены на значительном расстоянии от основных точек фиксации, то трудно добиться, чтобы после сварки они были на одном и том же расстоянии от основных точек I и II, но это и не требуется. Эти точки должны находиться на определенных расстояниях между собой; в пределах известных допусков они связаны со стыковочными точками каркаса фюзеляжа. Ферма с тремя фикси-



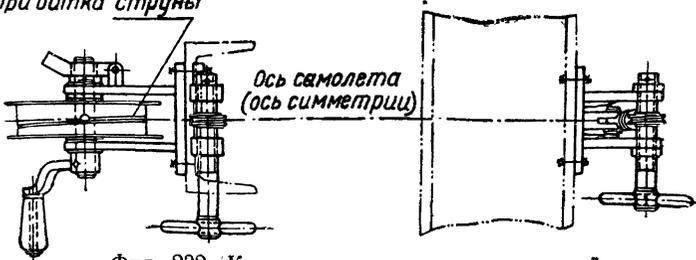
Фиг. 230. Станок для правки каркаса фюзеляжа местным нагревом.



Фиг. 231. Фиксатор точки II в стапеле для правки.

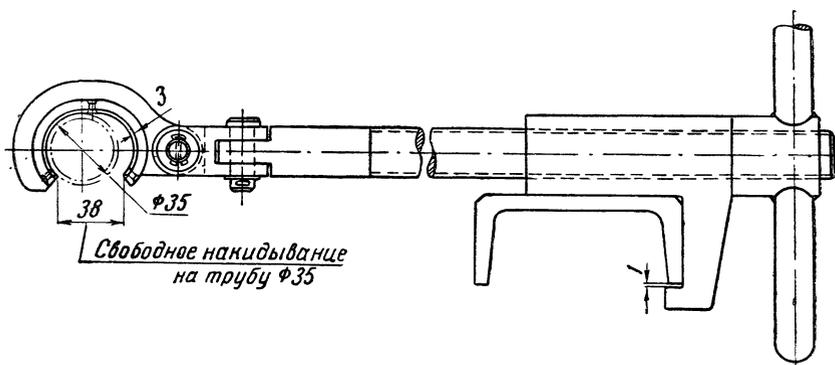


Намотано на барабане три витка струны



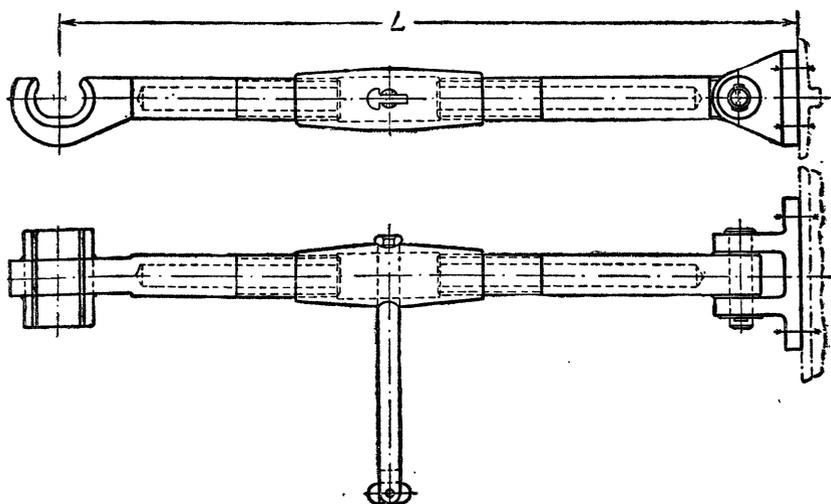
Фиг. 232. Крепление на стапеле натяжной струны.

рующими кронштейнами снабжена овальным отверстием в месте установки шарнира, благодаря чему ферма может перемещаться вдоль линии полета вместе с тремя кронштейнами. Зафиксировав хотя бы две точки из трех, закрепляют ферму. Вертикальные и



Фиг. 233. Винт, скользящий во втулке кронштейна.

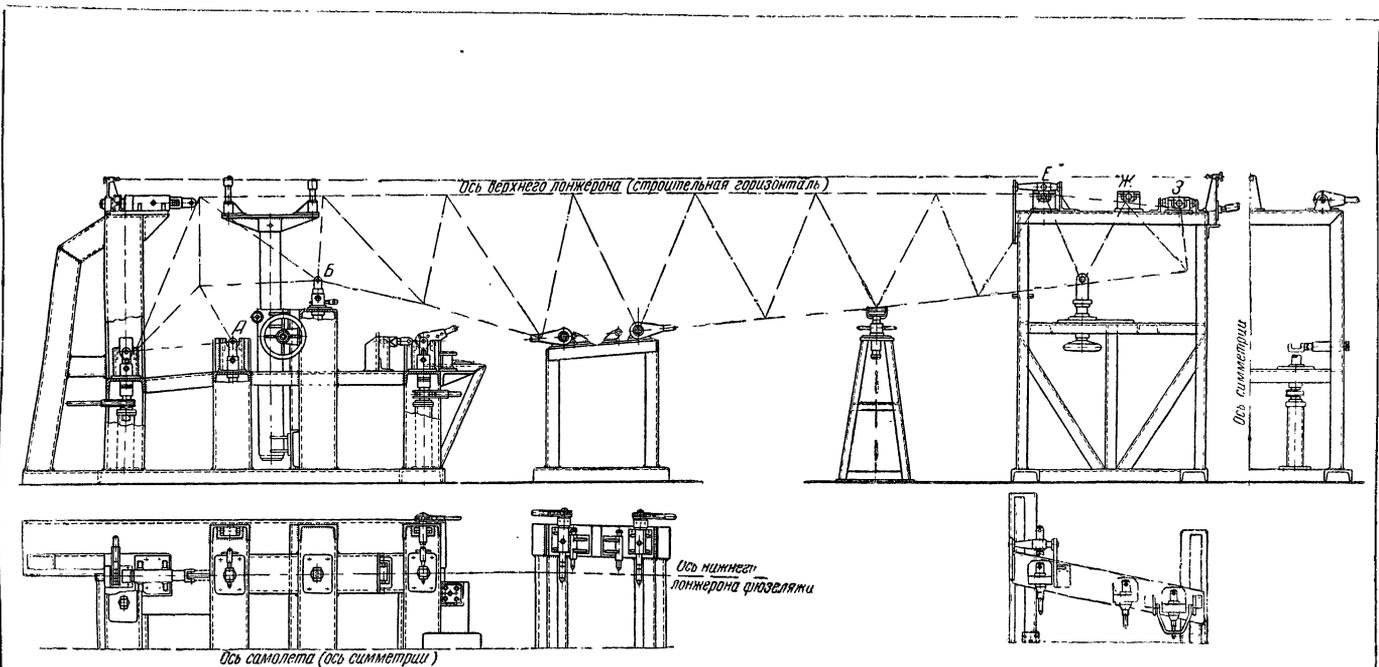
горизонтальные перемещения хвостовой части каркаса фюзеляжа осуществляются с помощью откидных тандеров на шарнирах (фиг. 234). С помощью таких же откидных шарнирных тан-



Фиг. 234. Откидной тандер на шарнире.

деров смещают и переднюю часть каркаса фюзеляжа в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Такой же стапель, применяемый на другом заводе, показан на фиг. 235; в нем основными точками фиксации выбраны точки

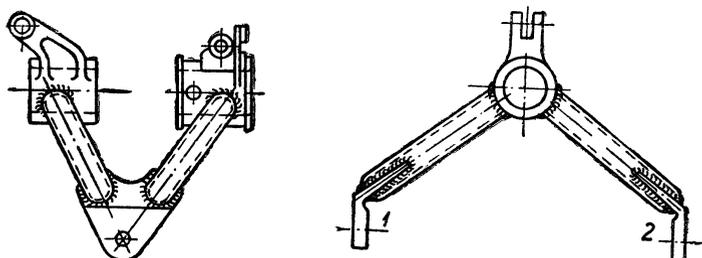


Фиг. 235. Станок для правки каркаса фюзеляжа.

А и Б, дополнительными — Е, Ж, З. В отличие от предыдущего стапеля здесь каждая пара дополнительных точек может быть зафиксирована независимо. Фиксаторы для этих точек могут перемещаться в направляющих вдоль оси симметрии.

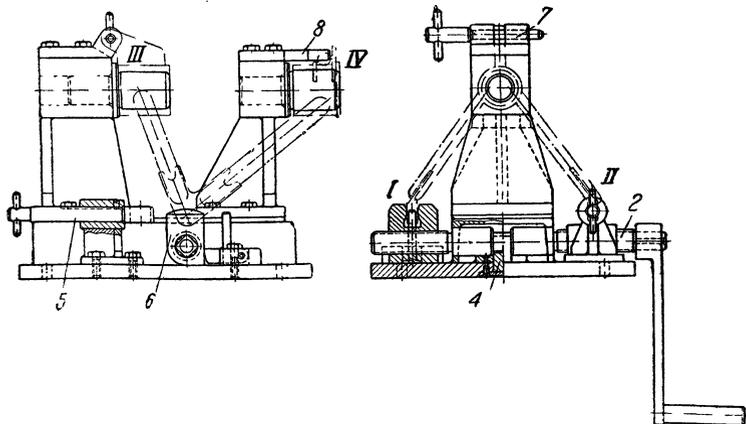
**Приспособление для правки фермы костыля местным нагревом**

Небольшие пространственные сварные узлы чаще всего подвергаются холодной правке изгибом. Но узлы большой жесткости, например, ферму костыля (фиг. 236), целесообразно править



Фиг. 236. Ферма костыля.

местным нагревом во избежание образования трещин. Обычно приходится выправлять отклонения от оси симметрии точек 1 и 2. Приспособление для правки фермы костыля местным нагре-



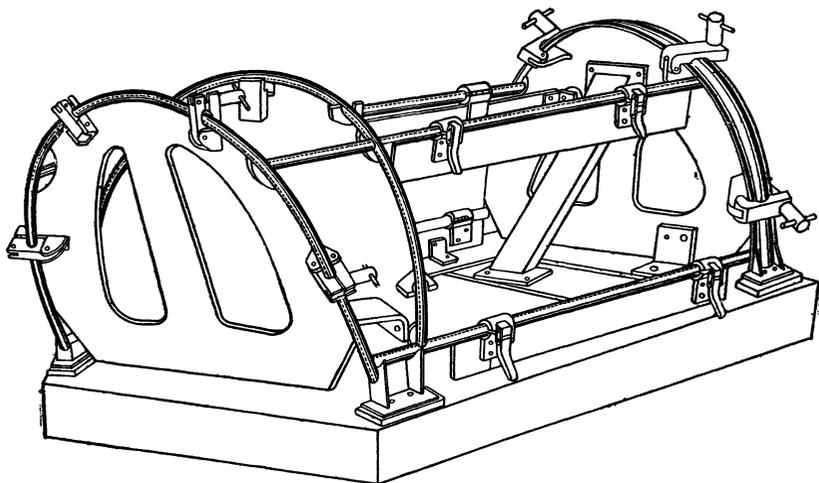
Фиг. 237. Приспособление для правки костыля местным нагревом.

вом показано на фиг. 237. На двух кронштейнах укреплены фиксаторы для установки фермы на стаканы III и IV (см. фиг. 237). После установки фермы в одно из отверстий стакана III вставляют штырь и ферма строго фиксируется в пространстве. С помощью скользящих фиксаторов — вилок (см. фиг. 237) — проверяют правильность положений точек 1 и 2 (см. фиг. 236).

С помощью откидных вилок производят предварительную упругую деформацию стержней в горизонтальной плоскости в любую сторону от оси симметрии. Направление предварительной деформации обуславливается тем, в какую сторону вращается винт 2 (см. фиг. 237), снабженный с одной стороны правой, а с другой — левой резьбой. Продольные перемещения винта исключены благодаря наличию сухаря 4. В случае необходимости переместить лишь одну точку (I или II) или точку I в одном направлении, а точку II в другом направлении освобождают один из фиксаторов 5, откидывая стопор 6. Рассматриваемая конструкция приспособления весьма удачна: она обеспечивает высокую производительность и не требует большого напряжения сил рабочего.

#### Приспособления для правки криволинейных сварных агрегатов

До сих пор рассматривались случаи применения правки местным нагревом для обеспечения правильного положения стыковочных точек. При этом приспособления снабжаются устройствами для фиксации положения и для перемещения стыковоч-



Фиг. 238. Приспособление для правки каркаса фонаря местным нагревом.

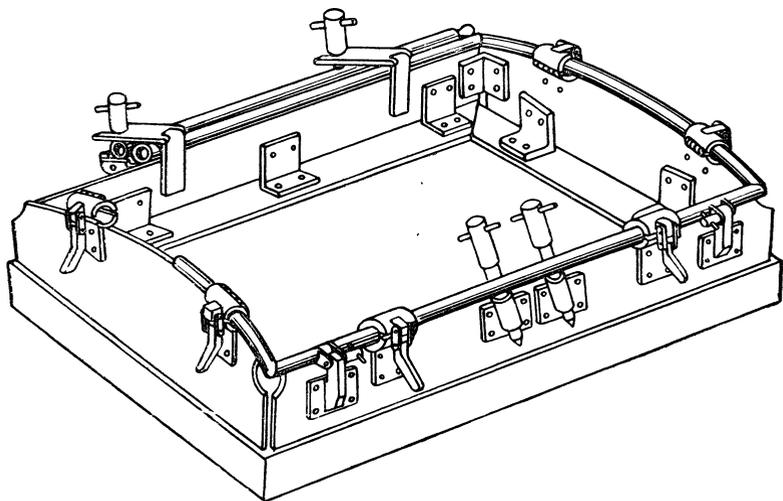
ных узлов. Правка искривленных элементов местным нагревом производится без фиксации элемента по всей его длине.

При правке сварных агрегатов обтекаемого контура (сварные каркасы фонарей) или агрегатов, кривизну которых необходимо выдержать, применяют специальные приспособления. Одно из таких приспособлений, сконструированное для правки каркаса фонаря местным нагревом, показано на фиг. 238.

Принципиально такие приспособления отличаются наличием шаблонов, кривизна наружных контуров которых соответствует кривизне элементов каркаса.

Шаблоны изготавливаются из листового материала толщиной 6—12 мм.

К шаблонам прикрепляют фиксирующие устройства обычно в виде разъемных призм, с помощью которых производят проверку по шаблону и сообщают элементу необходимую деформацию.



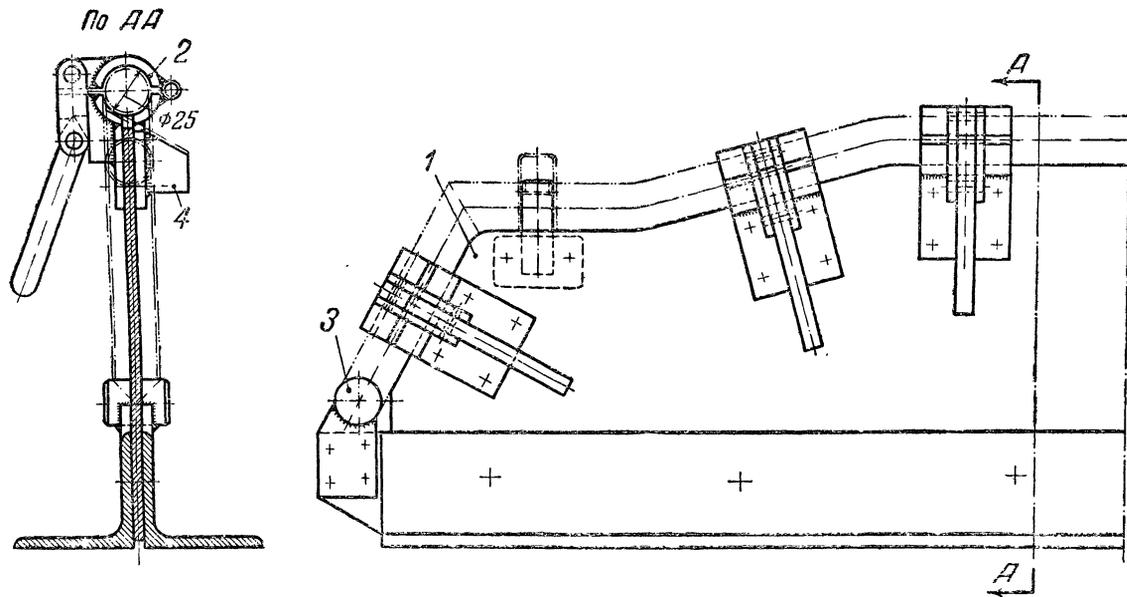
Фиг. 239 Приспособление для правки каркаса люка местным нагревом.

Призмы располагают недалеко друг от друга; длина их должна быть не менее 1,5—2 диаметров элемента. Внутренние поверхности призм следует снабжать подкладками из фибры, текстолита или алюминиевых сплавов.

Другое приспособление (фиг. 239) для правки каркаса люка местным нагревом снабжено, кроме разъемных призм, фиксаторами, гарантирующими правильность положения ушка и втулки.

В приспособлении имеется фиксатор, одновременно закрепляющий две трубы. Такой фиксатор может вызвать вмятины, поэтому его необходимо снабдить мягкой прокладкой.

На фиг. 240 показано приспособление для правки местным нагревом малой дуги детали, кривизну которой необходимо строго выдержать. Подобно описанному выше приспособление снабжено шаблоном 1, фиксирующими и натяжными призмами 2, «ложной» трубой 3, служащей фиксатором конца трубчатого элемента и фиксатором 4 правильного расположения коробочки.



Фиг. 240. Приспособление для правки малой дуги блистера местным нагревом.

## ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

### § 1. Общие понятия

Для проверки сварных изделий применяются контрольные шаблоны и приспособления.

Для контроля приспособлений пользуются шаблонами, болванками, макетами и эталонами, в процессе изготовления и при периодической проверке которых применяются эталоны изделия и контрольные эталоны.

К контрольным приспособлениям предъявляются следующие специальные требования.

1. Точность изготовления контрольных приспособлений должна быть в 3 раза больше точности проверяемого изделия или приспособления.

2. Контрольные приспособления должны обладать возможно большей стойкостью против износа (необходимо периодически проверять правильность их).

3. Стыки контрольных приспособлений, служащих для проверки стыкуемых изделий, должны быть взаимно увязаны.

4. Конструкция контрольных приспособлений должна обладать весьма значительной жесткостью и гарантировать неизменяемость размеров и формы при длительном пользовании в различных условиях. Особенно важно выполнение этого требования для конструкций контрольных эталонов.

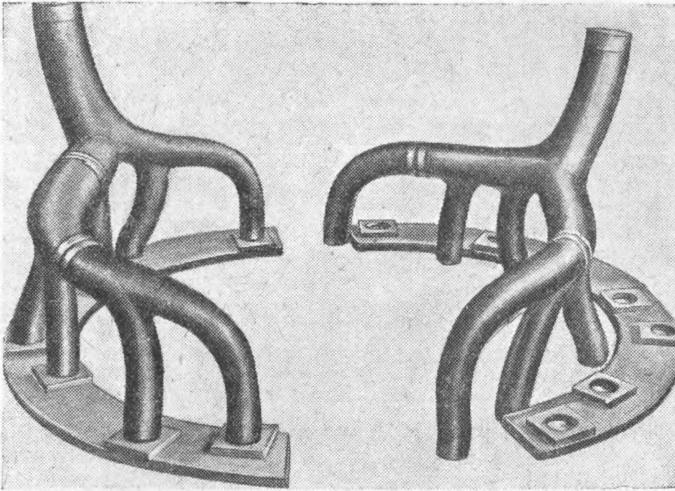
### § 2. Контрольные шаблоны

Контрольные шаблоны применяются для проверки контура изделия и расположения стыковочных точек, а также для проверки контуров изделий, сопрягаемых с другими изделиями. В качестве примера на фиг. 241 показан листовой шаблон, применяемый для проверки правильности расположения патрубков коллектора.

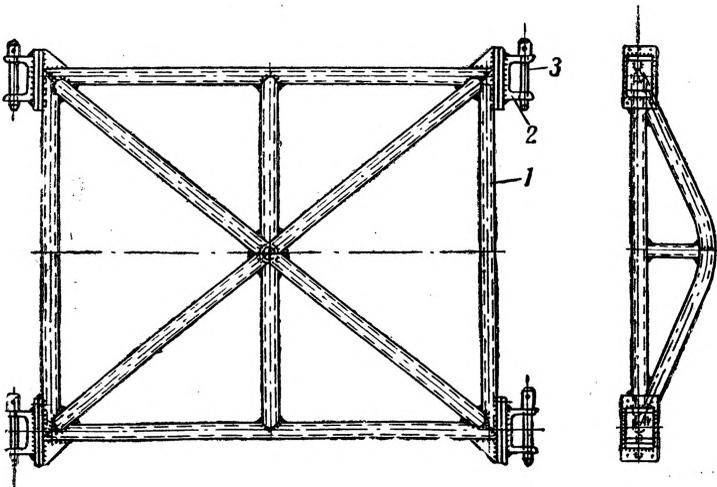
На фиг. 242 показан шаблон для контроля положения узлов стыков фюзеляжа с крылом. Шаблон представляет собой сварную трубчатую ферму 1 с установленными на ней фиксаторами 2. Контроль производится путем фиксации отверстий четырьмя штырями 3.

### § 3. Контрольные приспособления

Примером простой конструкции является приспособление для контроля подкоса (фиг. 243). В приспособлении проверяется расстояние между отверстиями в ушах и расположение ушей по

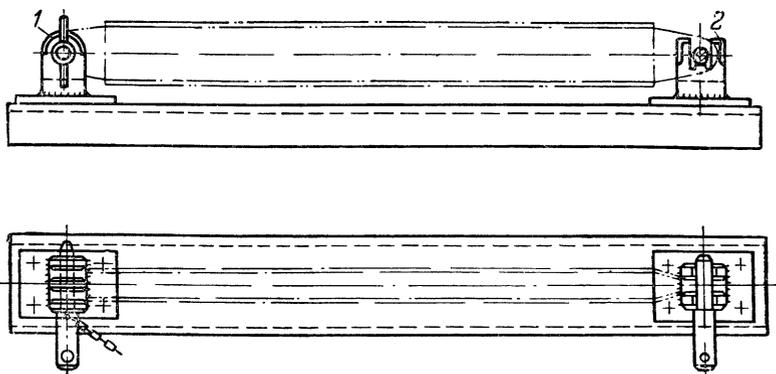


Фиг. 241. Шаблон для проверки расположения патрубков коллектора.



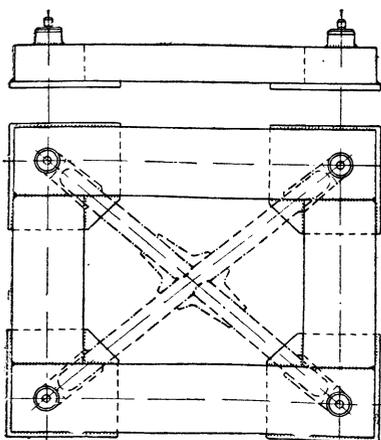
Фиг. 242. Шаблон для контроля расположения узлов стыка фюзеляжа с крылом.

отношению к оси трубы. Приспособление состоит из двух стоек, укрепленных на основании, и фиксирующих штырей. В стойке 1 имеется отверстие, равное диаметру отверстия уха. В стойке 2 сделан паз, ширина которого превосходит диаметр отверстия уха



Фиг. 243. Приспособление для контроля подкоса.

на величину допускаемого отклонения между отверстиями подкоса. У правильно сваренного подкоса оси отверстия уха совпадают с осями симметрии паза. Установив подкос в приспособление, фиксируют уши штырями. При правильном расстоянии между отверстиями, не превышающем заданного отклонения, штыри проходят в отверстия стоек и ушей.



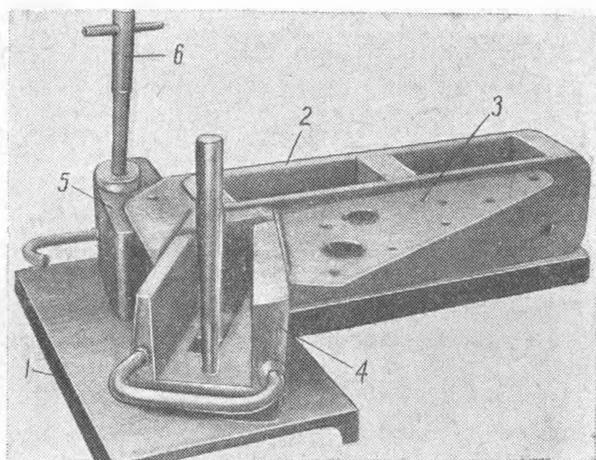
Фиг. 244. Приспособление для контроля крестовины.

На фиг. 244 показано приспособление для контроля расстояний между отверстиями ушей крестовины. На жесткой раме приспособления установлены четыре фиксатора. Диаметры фиксаторов меньше диаметров отверстий на заданную величину. Правильно изготовленное изделие должно свободно устанавливаться в приспособление.

Контрольное приспособление для сварного кронштейна, в котором проверяются плоскости, сопрягаемые при сборке с другими изделиями, показано на фиг. 245. На основание 1 приспособления установлен ложемент 2, на который укладывается кронштейн 3. Отъемные фиксаторы 4 и 5 контролируют положение и размеры сопрягае-

мых плоскостей. Правильность положения фиксаторов определяется контрольными штырями 6. Сварной кронштейн поступает в это приспособление после правки.

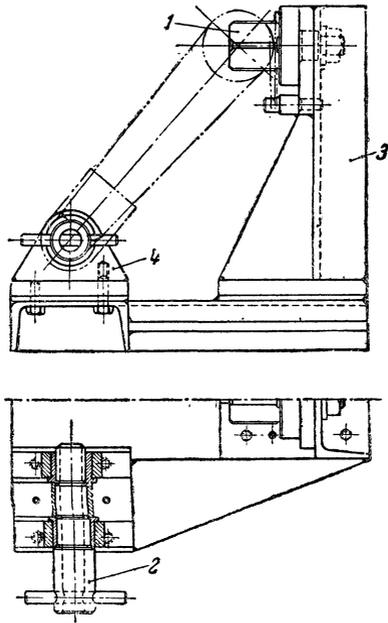
Контрольное приспособление для вилки костыля изображено на фиг. 246. Вилка фиксируется тремя штырями: одним неподвижным 1 и двумя выдвижными 2. Неподвижный штырь закреплен на жесткой стойке 3, а выдвижные штыри перемещаются в стойках 4. Вилкообразные стойки ограничивают длину втулок. Для долговечности приспособления в отверстия под выдвижные штыри впрессованы закаленные втулки. Поверхность ступенчатых выдвижных штырей цементируется.



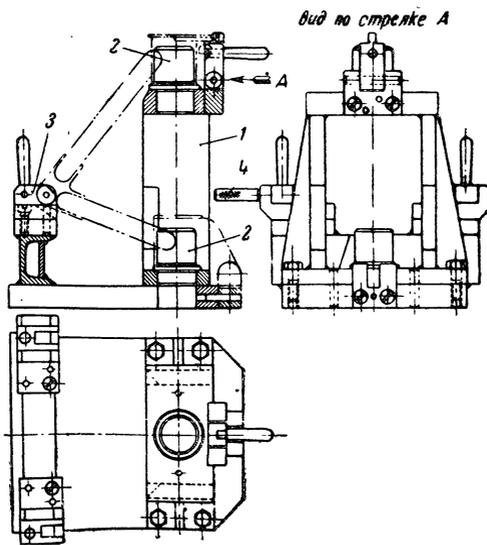
Фиг. 245. Приспособление для контроля сварного кронштейна.

Приспособлением аналогичной конструкции пользуются для контроля фермы шасси (фиг. 247). Втулки фермы фиксируются запрессованными в стойку 1 штырями 2. Уши фиксируются по плоскостям откидными вилками 3 и по отверстиям — штырями 4. Установка изделия на штыри приспособления возможна только при условии совпадения втулок; если втулки перекошены, изделие нельзя установить в приспособление. Откидные вилки дают возможность проверять параллельность ушей.

Приспособление для контроля каркаса фонаря изображено на фиг. 248. Приспособление состоит из двух шаблонов 1, закрепленных на основании угольниками и связанных в верхней части стяжным болтом. К шаблонам приварены ложементы 4, на которые устанавливаются изогнутые трубы. Нижние соединительные трубы фонаря фиксируются выдвижными штырями 2. Штыри проходят через отверстия в стойках и контролируют па-



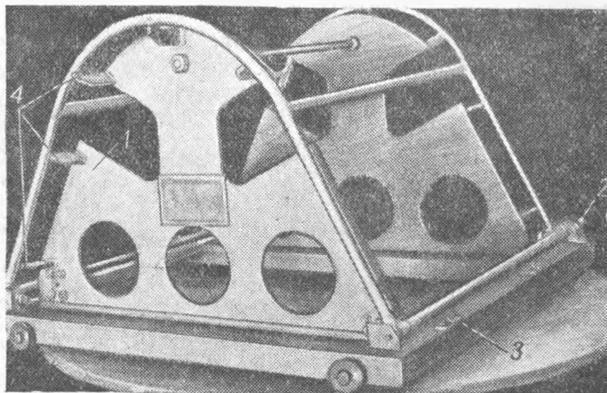
Фиг. 246. Приспособление для контроля вилки костыля.



Фиг. 247. Приспособление для контроля фермы шасси.

раллельность нижних труб фонаря. Прямолинейность нижних труб проверяется по зазорам между поверхностью труб и реперами 3.

В изделиях, конфигурация которых связана с обводами самолета, проверяется наружный контур. На фиг. 249 показано

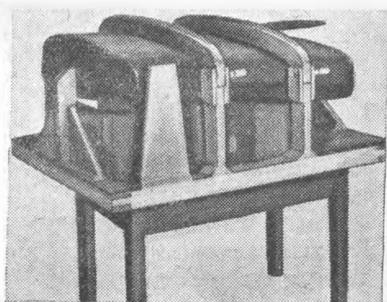


Фиг. 248. Приспособление для контроля каркаса фонаря.

приспособление для проверки арматуры бензобака. Приспособление изготовлено из дерева. На основании установлены ложементы, с которыми шарнирно скреплены рубильники. Рубильники в закрытом положении фиксируются штырями. Длина бака контролируется двумя постоянными упорами.

Следует отметить, что приспособления из дерева используются сравнительно редко. Для сварных конструкций их применять не рекомендуется, так как в условиях сварного цеха не исключена возможность коробления таких приспособлений.

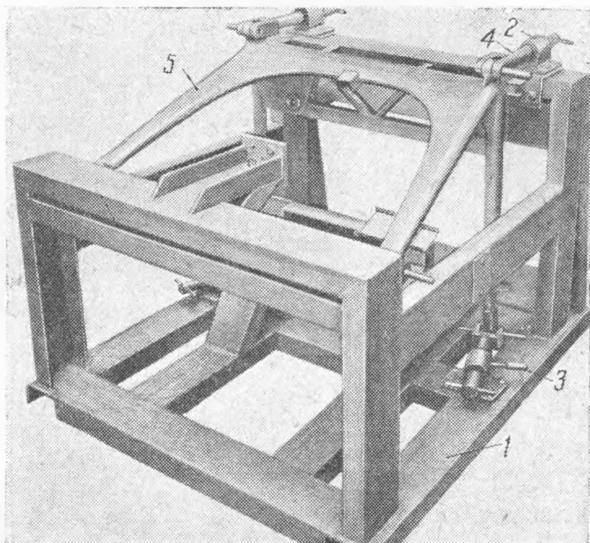
Контрольные приспособления, применяемые для пространственных сварных узлов, более сложны. Например, для контроля моторамы применяется приспособление (фиг. 5), представляющее собой сварную ферму с фиксаторами. Сверху закреплен диск с отверстием по середине. К диску крепятся стойки с откидными фиксаторами. Откидные фиксаторы позволяют проверить расстояние между кронштейнами кольца и положение отверстий с помощью выдвижных штырей.



Фиг. 249. Приспособление для проверки арматуры бензобака с протектором.

Узлы крепления моторамы к фюзеляжу проверяют по стойкам. Положение отверстий проверяют съемными штырями. Установку узлов на раме производят по шаблону.

На фиг. 250 показано контрольное приспособление для лафета. В приспособлении проверяются стыковочные точки. Приспособление состоит из сварного каркаса 1 с расположенными на нем фиксаторами 2, которые устанавливаются по эталону лафета. Для удобства удаления изделия из приспособления применяются выдвижные фиксаторы 4. В рабочем положении они

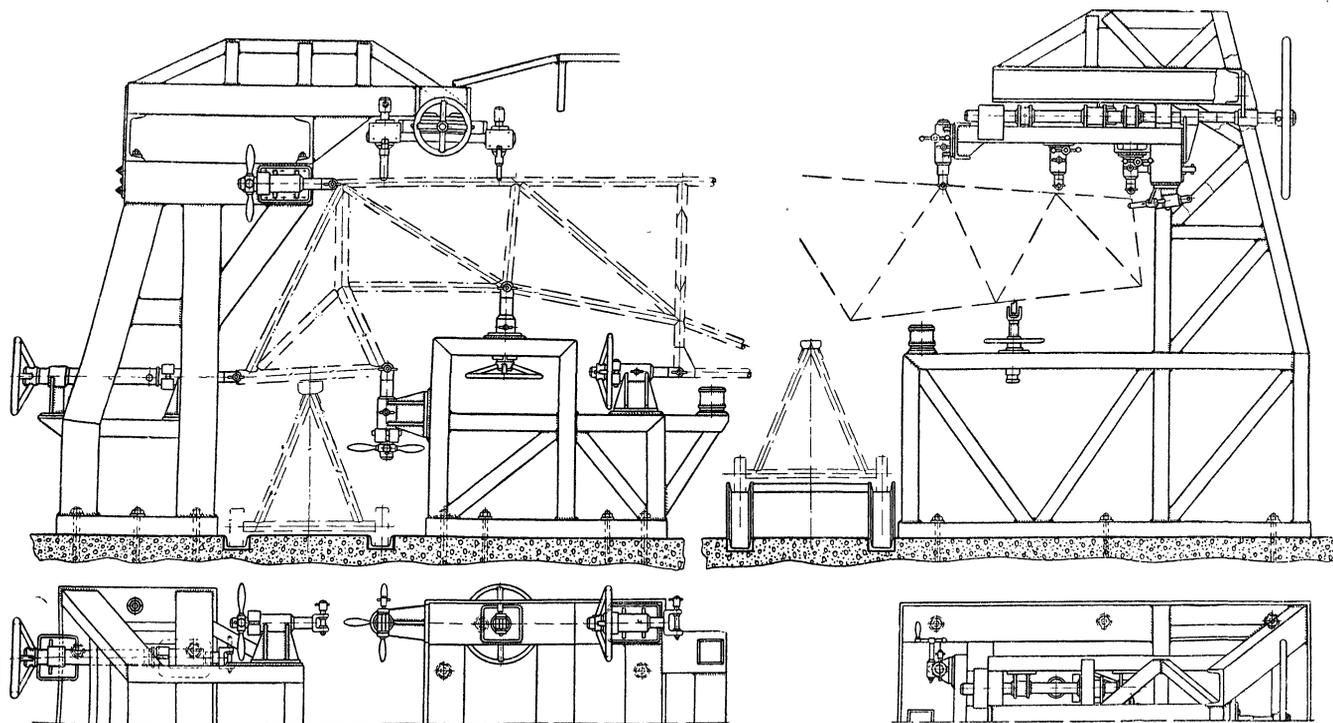


Фиг. 250. Приспособление для контроля лафета.

фиксируются коническими штырями 3. Проверяемое изделие 5 устанавливается в приспособление, после чего поочередно вводятся фиксаторы.

На фиг. 251 показан контрольный стенд, установленный на линии поточной сборки и служащий для проверки стыковочных точек каркаса фюзеляжа.

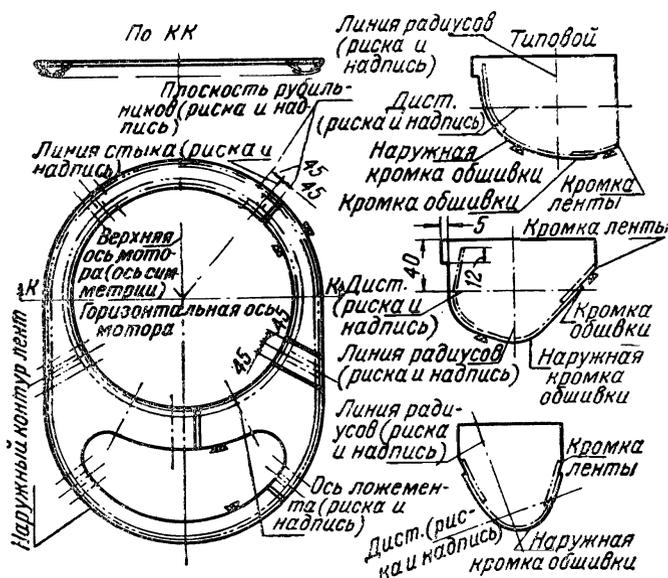
Каркас фюзеляжа, установленный на тележки, передвигается по рельсам. Каркас стенда, состоящий из трех отдельных частей, допускает свободное перемещение тележек с установленным на них фюзеляжем. Проверка стыковочных точек производится в момент, когда фюзеляж находится внутри стенда, для чего выдвижные фиксаторы устанавливают в рабочее положение. Часть каркаса стенда, через которую проходит хвостовая часть фюзеляжа, устроена таким образом, что обеспечивает фиксацию стыковочных точек в пределах заданных отклонений. Фиксаторы установлены на раме, перемещаемой по направляющим вдоль оси фюзеляжа при помощи винта.



Фиг. 251. Контрольный стенд для проверки стыковочных точек фюзеляжа.

## § 4. Средства контроля приспособлений

Шаблоны являются самыми распространенными средствами контрольных измерений при изготовлении болванок, установке фиксаторов приспособлений и проверке приспособлений. Наибольшее применение находят шаблоны из листового материала. Реже применяются шаблоны, представляющие собой сварные фермы. Особо следует отметить применение шаблонов для проверки контуров готовых изделий.



Фиг. 252. Шаблоны, применяемые при установке и проверке фиксаторов приспособления для сборки лобовой части кольца НАСА.

На фиг. 252 показаны шаблоны, применяемые при установке и проверке фиксаторов приспособления для сборки и точечной сварки лобовой части кольца НАСА. На фигуре слева показан основной монтажный шаблон, устанавливаемый в горизонтальной плоскости. Справа показаны контурные шаблоны, служащие для изготовления и проверки контуров ложемента.

В качестве измерительных средств используют, кроме шаблонов, эталоны и макеты. Инж. Вигдорчик С. А. предложил классификацию измерительных средств. Принимая ее с некоторыми изменениями, будем в дальнейшем исходить из следующих определений.

Эталонами сварных изделий (узлов или агрегатов) являются образцы изделий, полностью отвечающие всем техническим условиям.

Эталоны — неприкосновенны, с них делают копии и они служат для контроля изделий, макетов и контрольных эталонов.

Макеты сварных изделий (узлов или агрегатов) представляют собой рабочие измерительные средства, используемые при изготовлении и проверке приспособлений.

Конструкция макетов практически всегда отличается от конструкции эталонов, хотя принципиально между ними может и не быть различия. Макеты состоят из каркаса и стыковочных узлов.

Нам кажется, что название «макет» применительно к рабочим измерительным средствам следует заменить термином «пространственный калибр», правильно отражающим функции этих измерительных средств. Но так как в течение ряда лет на многих заводах было принято называть такие измерительные средства «макетами», то в дальнейшем описании сохраняется название «макет» для систем калибров, связанных жестким каркасом.

Различаются макеты для контроля стыков и для контроля поверхностей. Как те, так и другие могут быть местными и общими. Кроме того, могут существовать комплексные макеты, которые служат для одновременного контроля стыков и поверхностей.

Макеты стыковочных точек изделия являются рабочими измерительными средствами, стыковочные узлы которых отвечают требованиям, предъявляемым к изделию.

С помощью местных макетов стыков проверяют часть стыковочных точек сварного узла или агрегата. Для контроля всех стыковочных точек сварного изделия пользуются общими макетами.

С помощью макетов производят монтаж и проверку приспособлений, в которых размеры между фиксаторами даются без припусков (приспособления правочные, контрольные, разделочные и др.).

Для монтажа и проверки сборочно-сварочных и сборочно-прихваточных приспособлений макеты стыков не подходят, так как в этих приспособлениях размеры даются с припусками на усадку.

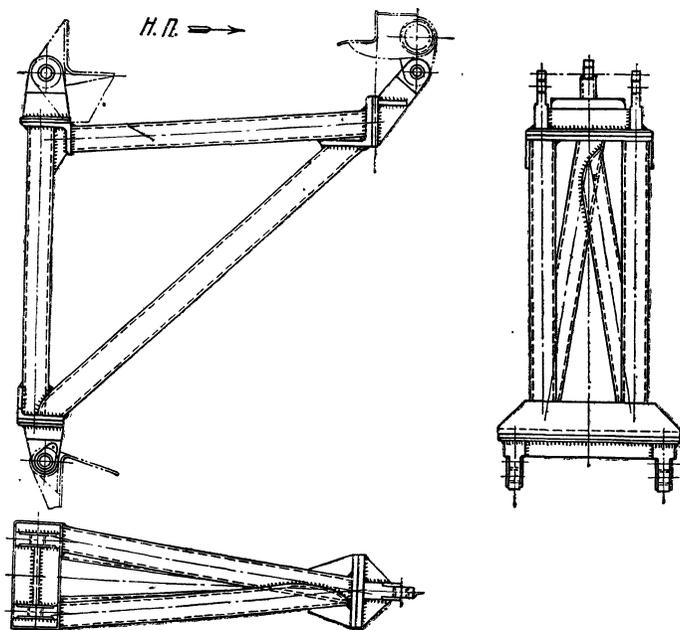
Иногда для монтажа таких приспособлений применяют так называемый «сварочный эталон» изделия, в размерах которого предусмотрен припуск на усадку. Практически сварочными эталонами служат прихваченные изделия с тщательно проверенными размерами. Например, сварочным эталоном каркаса фюзеляжа является собранный и прихваченный каркас фюзеляжа. Эти эталоны применяются в случаях изготовления нескольких одинаковых приспособлений, предназначенных для одного и того же изделия.

Макеты поверхностей в слесарно-сварочных цехах применяются редко. Конструкции их аналогичны конструкциям макетов стыков и поэтому останавливаться подробно на них мы не будем.

Для изготовления однотипных макетов используют контрольные макеты, т. е. специальные макеты, предназначенные исключительно для увязки, проверки и дублирования макетов. Размеры контрольных макетов должны быть постоянными и неизменяемыми.

На фиг. 253 показан макет костыля, представляющий собой жесткую ферму с установленными на ней фиксаторами.

На фиг. 254 показан макет передней части каркаса фюзеляжа. Фиксаторы макета крепятся к угольникам, которые устанавливаются на плитках, приваренных к основанию.



Фиг. 253. Макет костыля.

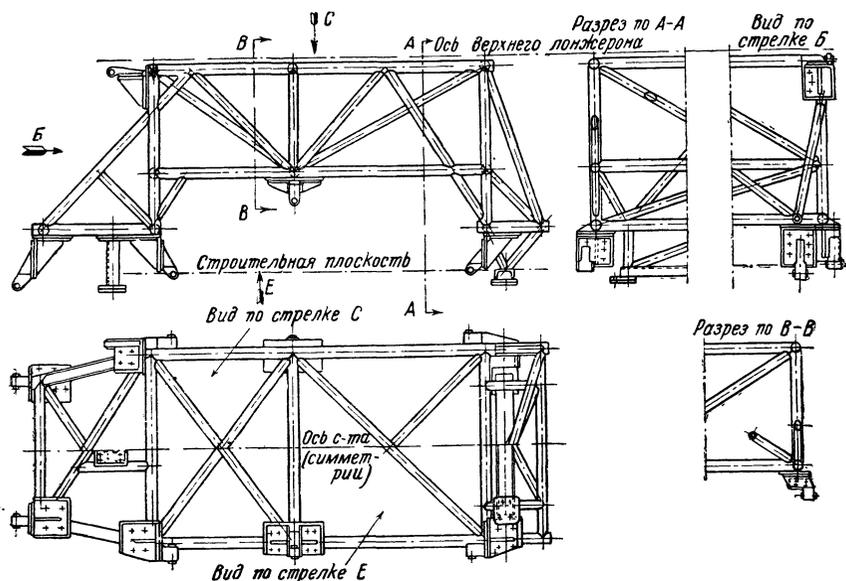
Перемещая фиксаторы по плоскости угольников, а угольники вместе с фиксаторами по плоскости плиток, можно производить установку без прокладок и припиловки.

Помимо фиксаторов, на каркасе макета укреплены реперные площадки, дающие возможность устанавливать макет в приспособлении в рабочем положении. Реперные площадки макета согласованы и увязаны с реперными площадками на приспособлениях. Обычно на макете устанавливают три площадки с отверстиями.

На фиг. 255 показан макет фюзеляжа. Конструкция представляет собой сложную пространственную ферму с фиксаторами стыковочных точек и фиксаторами для труб лонжеронов. Для

установки макета предусмотрены реперные площадки. Ввиду больших габаритов макета особое внимание следует обращать на жесткость конструкции. Большое количество стыковочных точек и сравнительно большое число приспособлений, подлежащих проверке с помощью этого макета, требует от конструктора тщательной разработки расположения элементов жесткости в каркасе макета таким образом, чтобы они не мешали установке макета в приспособления.

Одним из отрицательных свойств сварных конструкций макета является трудность обеспечения взаимозаменяемости.



Фиг. 254. Макет передней части каркаса фюзеляжа.

В качестве примера обеспечения взаимозаменяемости рассмотрим соединение моторамы с фюзеляжем. Соединение типа ухо—вилка четырехточечное.

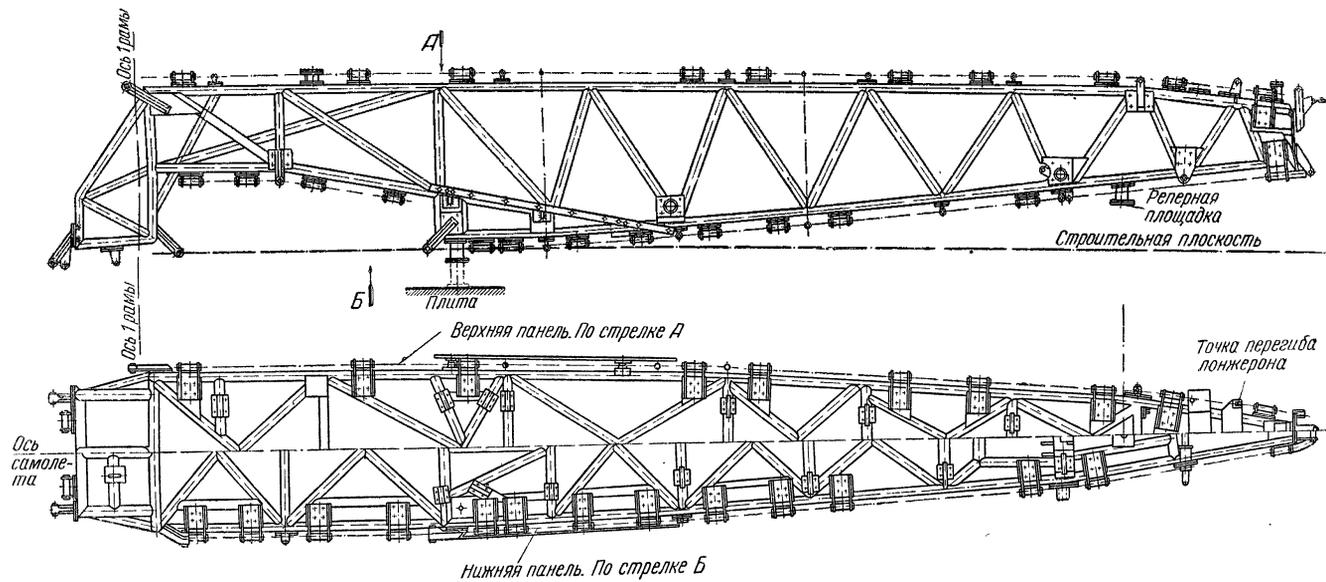
Моторама и фюзеляж собираются и свариваются отдельно, как самостоятельные агрегаты.

Сборка и прихватка производится в различных приспособлениях. Устанавливать фиксаторы в приспособлениях следует с учетом припуска на усадку, следовательно, макеты для установки фиксаторов применять нельзя.

Монтаж приспособления проводят либо по разметке, либо по сварочному эталону.

Стыковые точки в приспособлениях увязываются между собой с помощью специальных шаблонов.

При изготовлении шаблоны стыкуют между собой. В шаблонах предусматривается припуск на усадку.

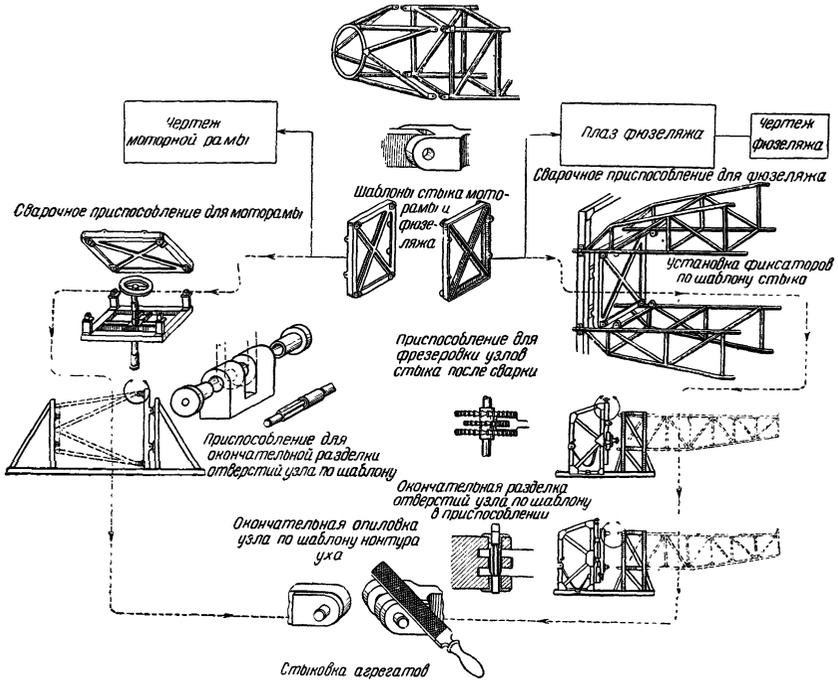


Фиг. 255. Макет каркаса фюзеляжа.

После сварки размеры моторамы и фюзеляжа настолько изменяются, что их невозможно соединить без правки и механической доработки.

Механическая доработка производится в специальных стационарных приспособлениях — стапелях.

В стапелях для механической доработки фиксаторы устанавливаются по соответствующим макетам.



Фиг. 256. Схема обеспечения взаимозаменяемости соединения агрегатов сварной конструкции.

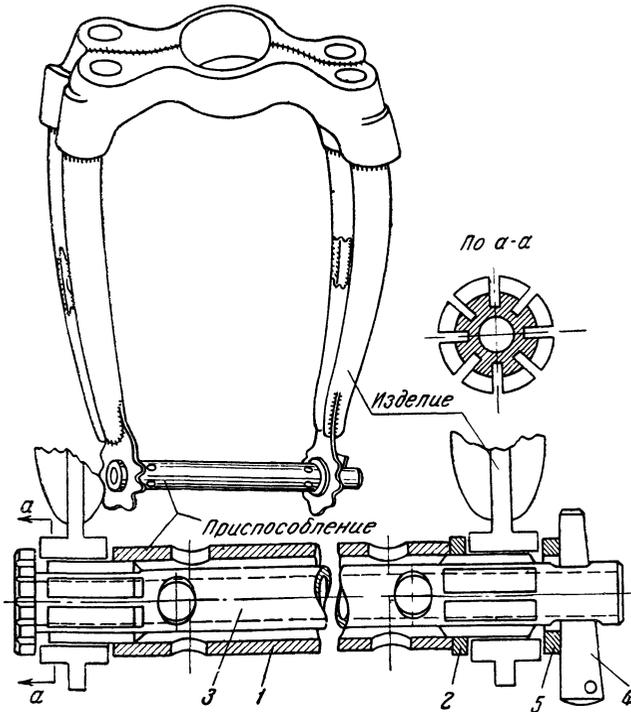
В результате механической доработки (фрезерование и сверление отверстий) сварных изделий можно добиться взаимозаменяемости.

На фиг. 256 показана схема обеспечения взаимозаменяемости рамы мотора и каркаса фюзеляжа.

В заключение следует сказать, что система эталонов и макетов сложна и постепенно будет вытесняться более совершенными способами обеспечения взаимозаменяемости изделий путем использования инструментальных стенов.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

При термической обработке сварных узлов применяются оправки, распорки и приспособления. Оправки вкладываются после нагрева узлов в части их, наиболее подверженные короблению при охлаждении. Распорки имеют такое же назначение, как и оправки, но их присоединяют к узлам прихваткой перед термической обработкой и отрывают по окончании ее.



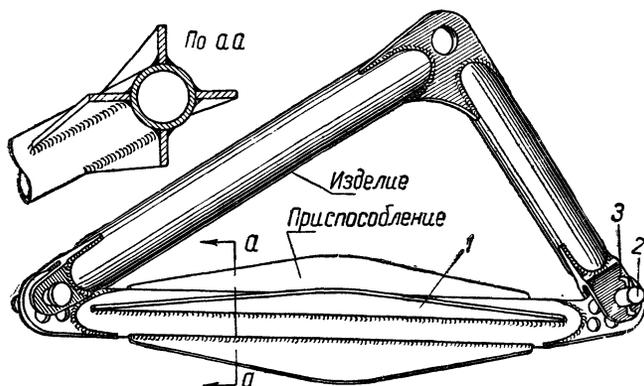
Фиг. 257. Фиксирующее приспособление.

Приспособления применяются:

а) для сохранения точности осей отверстий элементов узла. В этом случае применяют фиксирующие приспособления, аналогичные показанному на фиг. 257. Приспособление состоит из трубы 1 с шайбой 2 и из штыря 3 и клина 4. Шайба 5 предохраняет торцы узла при затяжке клином, а шайба 2 служит для облегчения разборки приспособления после закалки;

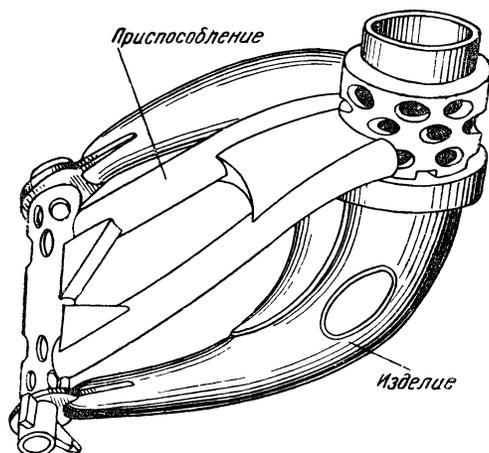
б) для сохранения размеров между элементами узла. В этом случае используют распорки 1 (фиг. 258) со специальными на-

конечниками 2, размеры между отверстиями которых равны заданным размерам изделия. Узел и стержень с наконечниками соединяются штырями 3, которые закрепляются проволокой;



Фиг. 258. Распорное устройство для термической обработки.

в) для сохранения положения осей элементов узлов в пространстве, сохранения прямолинейности плоскостей и др. В этих



Фиг. 259. Распорка, применяемая при термической обработке.

случаях можно использовать приспособления, аналогичные показанному на фиг. 259, служащие для одновременной фиксации элементов узлов, размеров и осей.

## ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ДОРАБОТКИ СВАРНЫХ САМОЛЕТНЫХ УЗЛОВ

### § 1. Общие понятия

Окончательные размеры сварные изделия получают в результате механической доработки стыковочных соединений после сварки и правки.

Для изделий небольших габаритов применяют переносные кондукторы. Для сложных пространственных конструкций пользуются разделочными стапелями со сверлильными головками.

Трудоемкость разделочных работ зависит от величины припуска на обработку, материала и требуемой чистоты обработки. Чем сложнее сварная конструкция, тем больший припуск дается на обработку.

Наиболее сложным технологическим процессом разделки отверстий является растачивание, торцевание кромок по кондуктору и развертывание разверткой.

Разделка отверстий производится нормальным и специальным инструментом.

Фрезерование сопрягаемых при стыковке плоскостей осуществляется в приспособлениях при помощи универсальных или специализированных станков и фрезерных головок.

Приспособления для фрезерования, также как приспособления для разделки отверстий, подразделяются, в зависимости от сложности и габаритов изделий, на переносные и стационарные.

В настоящей главе рассматриваются приспособления для механической доработки сварных изделий, применяемые в слесарно-сварочных цехах. Конструкции станков и специальный инструмент описаны в специальных курсах и нами не рассматриваются.

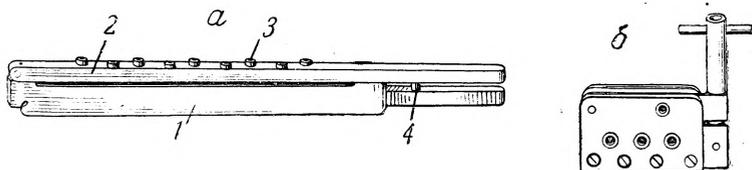
### § 2. Кондукторы

1. **Переносные** кондукторы применяют для сверления отверстий в простейших сварных изделиях. Широкое распространение имеют так называемые «вафельные» кондукторы (фиг. 260,а), состоящие из основания 1, на которое устанавливают обрабатываемое изделие, и из плиты 2, шарнирно связанной с основанием. В плиту впрессованы втулки 3. Плита прижимается к основанию вручную. Штырь 4 фиксирует правильное положение плиты. «Вафельные» кондукторы применяют преимущественно для плоских листовых изделий.

На фиг. 260,б показан кондуктор с постоянной плитой, к которой присоединен корпус, винты и контрольные штифты.

Съемные плиты применяют в случаях, когда постоянная плита мешает устанавливать и снимать обрабатываемое изделие.

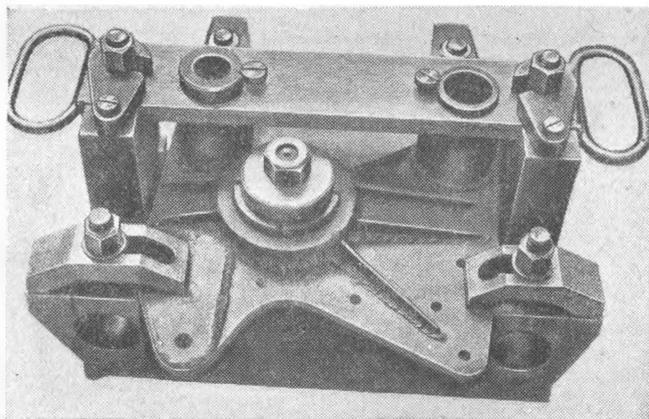
Плиту устанавливают на два пальца и зажимают быстродействующими зажимами; такая конструкция показана на фиг. 261.



Фиг. 260. Кондукторы для сверления отверстий.

Сверление отверстий в таких кондукторах производят с помощью сверлильных станков.

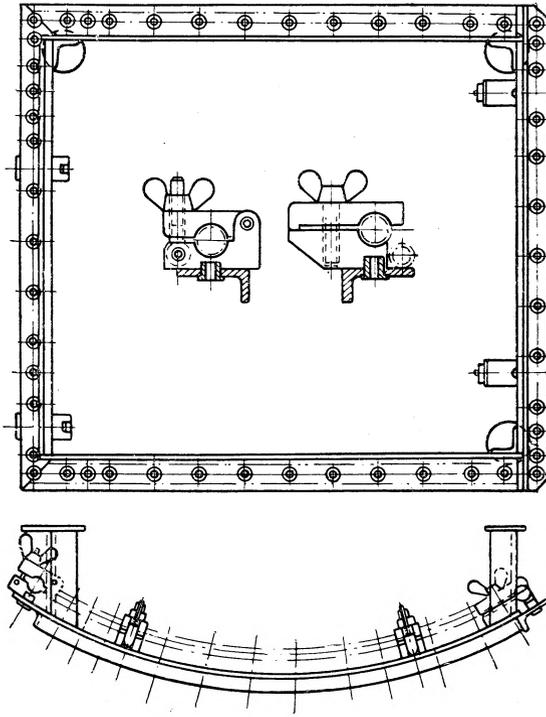
В ряде конструкций сверление отверстий возможно лишь с помощью дрелей. Для направления сверла применяют кондукторы типа, показанного на фиг. 262.



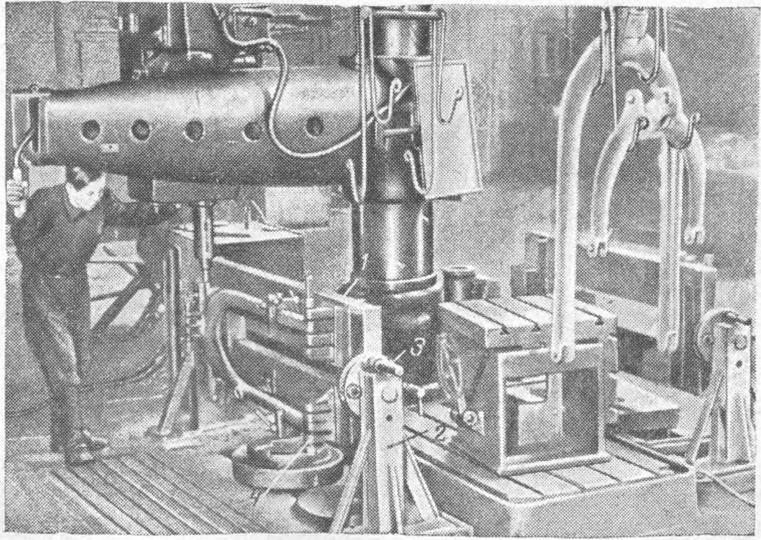
Фиг. 261. Кондуктор со съемной кондукторной плитой.

2. Передвижные кондукторы применяют для сверления отверстий с помощью радиально-сверлильных станков в конструкциях средней сложности. Для одного станка пользуются несколькими кондукторами, типовая конструкция которых показана на фиг. 263.

Рама 1 кондуктора установлена на стойках 2 и может поворачиваться относительно горизонтальной оси. Стойка кондук-



Фиг. 262. Накладной кондуктор.

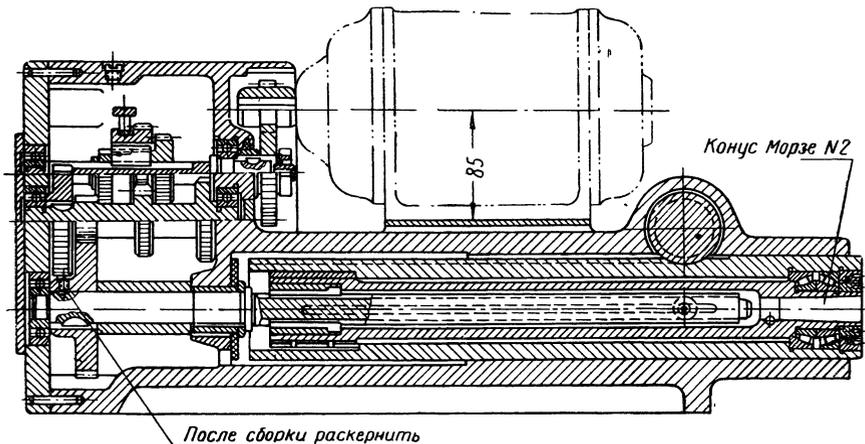


Фиг. 263. Кондуктор поворотный.

тора снабжена стопорным устройством 3, позволяющим фиксировать раму в четырех положениях. Для придания правильного направления инструменту пользуются кондукторными втулками 4, установленными на раме кондуктора.

### § 3. Стапели, в которых производится разделка отверстий

Для сверления отверстий в сложных пространственных конструкциях пользуются стапелями. Сверление и развертывание отверстий производится при помощи сверлильных головок, установленных в разделочных стапелях.



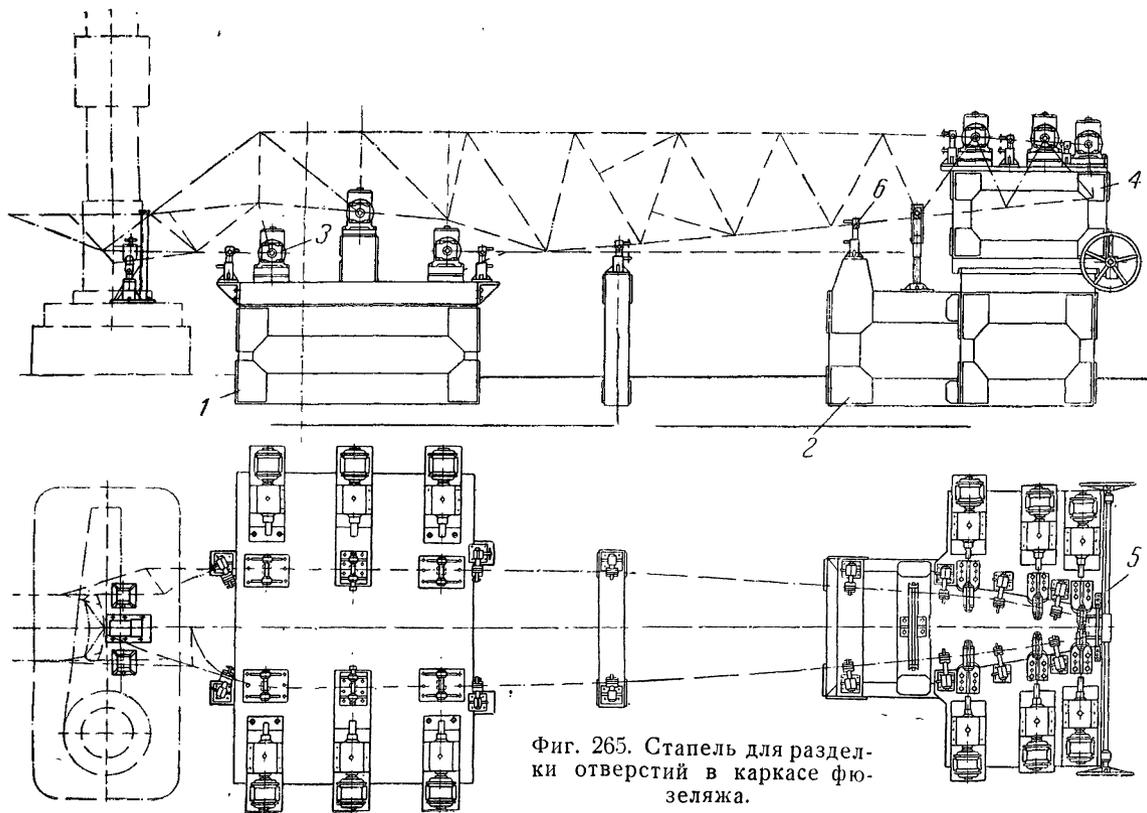
Фиг. 264. Сверлильная головка.

Сверлильная головка (фиг. 264) представляет собой агрегат, состоящий из электромотора, редуктора и шпинделя. В разделочных стапелях применяются сверлильные головки нормальные и усиленные.

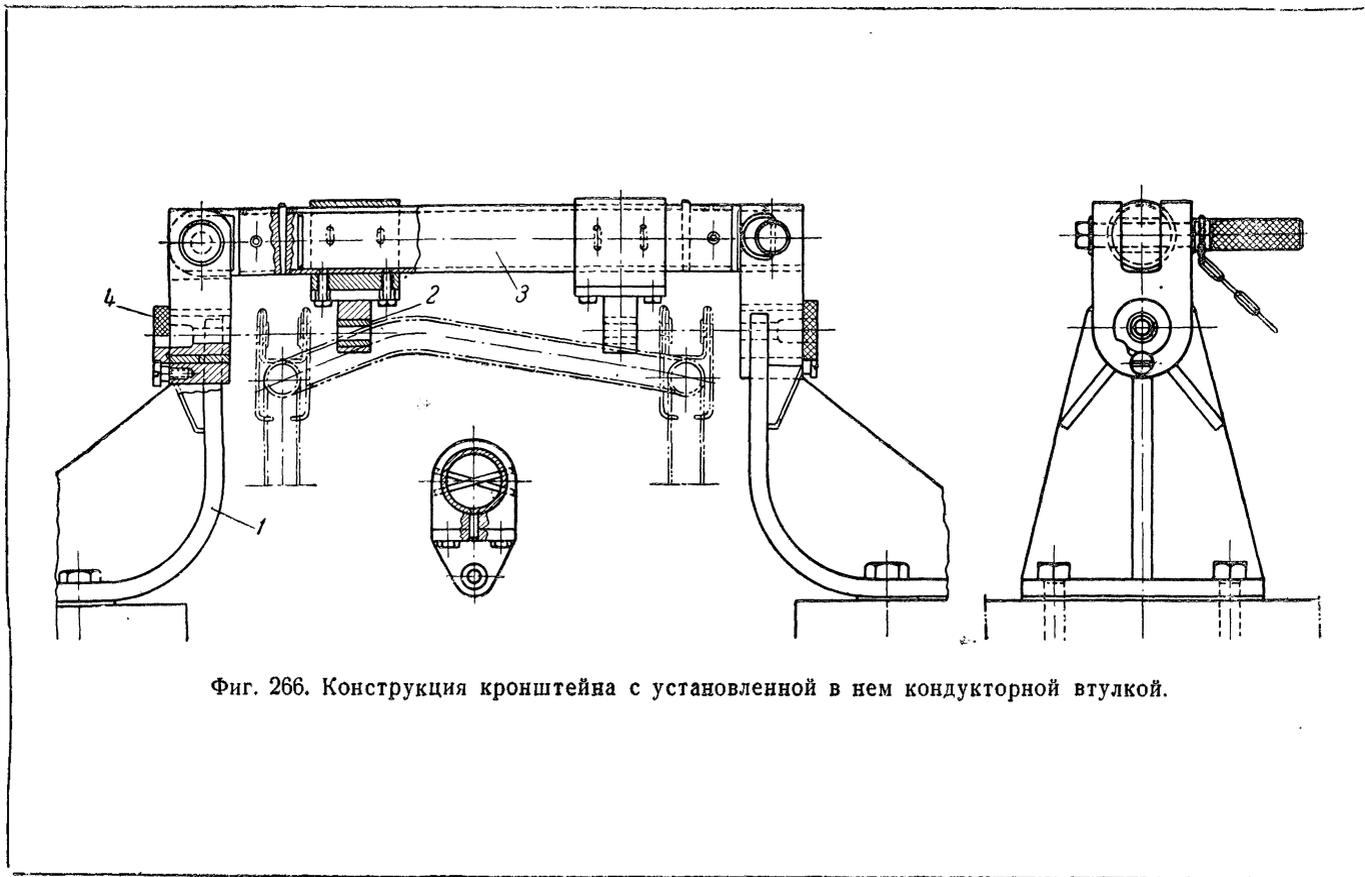
Нормальные сверлильные головки закрепляются на каркасе стапеля неподвижно. Подача инструмента производится выдвиганием пиноли, скользящей в корпусе головки. Ход пиноли 275 мм. Пиноль перемещается при помощи шестерни и рейки. Нормальные сверлильные головки размером 220×285×600 мм применяют для сверления отверстий до 12 мм, причем для каждого отверстия сверлильные головки устанавливают отдельно.

Усиленные сверлильные головки, устанавливаемые в направляющих каретках, закрепленных на каркасе стапеля, могут перемещаться при помощи винта и гайки. Усиленные головки применяют для сверления отверстий до 18 мм.

На фиг. 265 показан стапель для сверления и развертывания отверстий в стыках каркаса фюзеляжа с хвостовым оперением

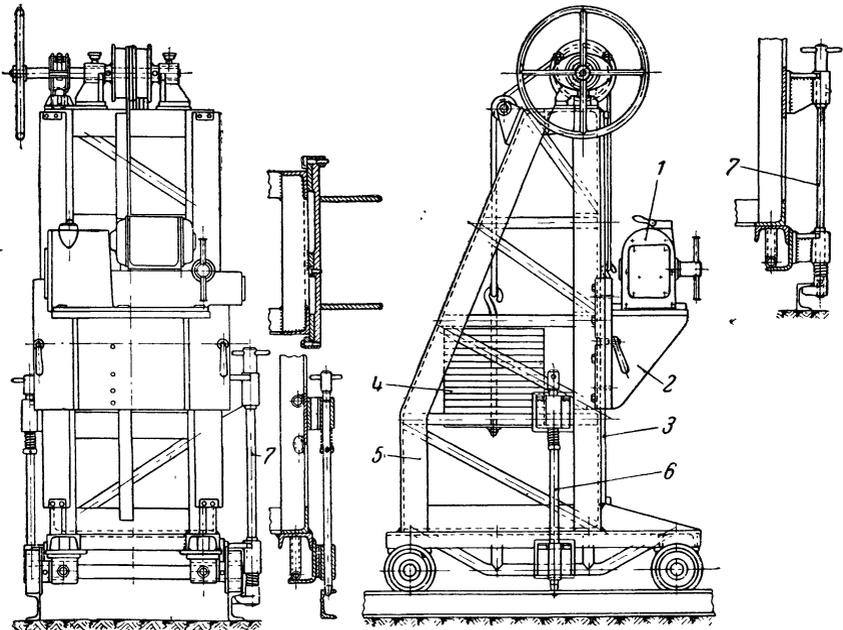


Фиг. 265. Станок для разделки отверстий в корпусе фюзеляжа.



Фиг. 266. Конструкция кронштейна с установленной в нем кондукторной втулкой.

и с крылом. Стапель состоит из двух обособленных частей: передней 1 и задней 2. Передняя часть стапеля представляет собой закрепленную на фундаменте раму со сверлильными головками 3, число которых совпадает с числом обрабатываемых отверстий. Задняя часть стапеля состоит из неподвижного основания и подвижной рамы 4, на которой установлены фиксаторы и сверлильные головки. Перемещение рамы производится винтом 5.



Фиг. 267. Передвижная сверлильная головка.

Каркас фюзеляжа устанавливается в стапель, фиксируется и закрепляется. Фиксация производится по стыковочным отверстиям, закрепление — плавающими зажимами 6.

Сверлильные головки устанавливают на стапеле по кондукторным втулкам, которые, в свою очередь, устанавливают по эталону изделия. Кондукторные втулки закрепляют на кронштейнах, связанных с каркасом стапеля. Типовая конструкция кронштейна с кондукторной втулкой дана на фиг. 266. Два кронштейна 1 установлены на раме каркаса таким образом, чтобы оси кондукторных втулок 4 точно совпадали. Кронштейны связаны между собой распорным стержнем 3 с установленными на нем втулками 2, служащими направляющими для инструмента. Один конец стержня связан с кронштейном шарнирно,

а другой — при помощи штыря. Подобные кронштейны применяют в стапелях для разделки отверстий каркаса фюзеляжа.

Для разделки отверстий в крупных сварных изделиях применяют сверлильные головки на тележке. Сверлильная головка 1 (фиг. 267) закреплена на кронштейне 2, который можно передвигать в вертикальном направлении по направляющим 3. Кронштейн уравнивается грузом 4. Направляющие крепятся к тележке 5, передвигаемой по рельсам вдоль стапеля. Стопорное устройство 6 позволяет устанавливать тележку в определенных местах, соответствующих расположению кондукторных втулок на стапеле. В процессе сверления тележка прижимается к рельсам зажимом 7. С помощью такой сверлильной головки можно производить разделку всех отверстий в изделии с одной стороны. Для разделки отверстий, расположенных с другой стороны, устанавливают аналогичную передвижную головку.

Применение передвижной головки упрощает конструкцию разделочного стапеля. К недостаткам ее следует отнести малую производительность, так как одновременно можно разделять только одно отверстие, в то время как в стапеле со сверлильными головками можно производить одновременно разделку стольких отверстий, сколько имеется головок.

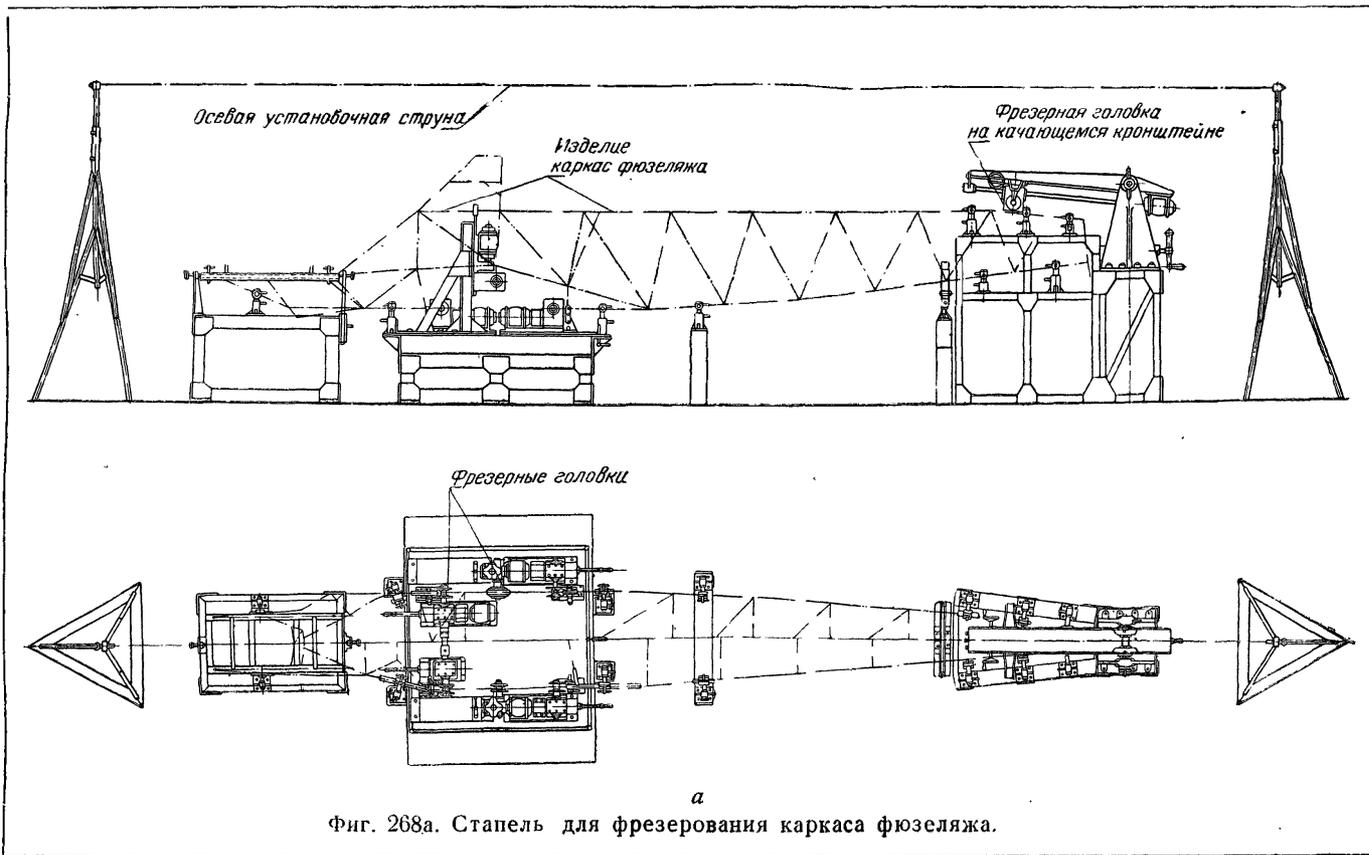
#### § 4. Стапели для фрезерования

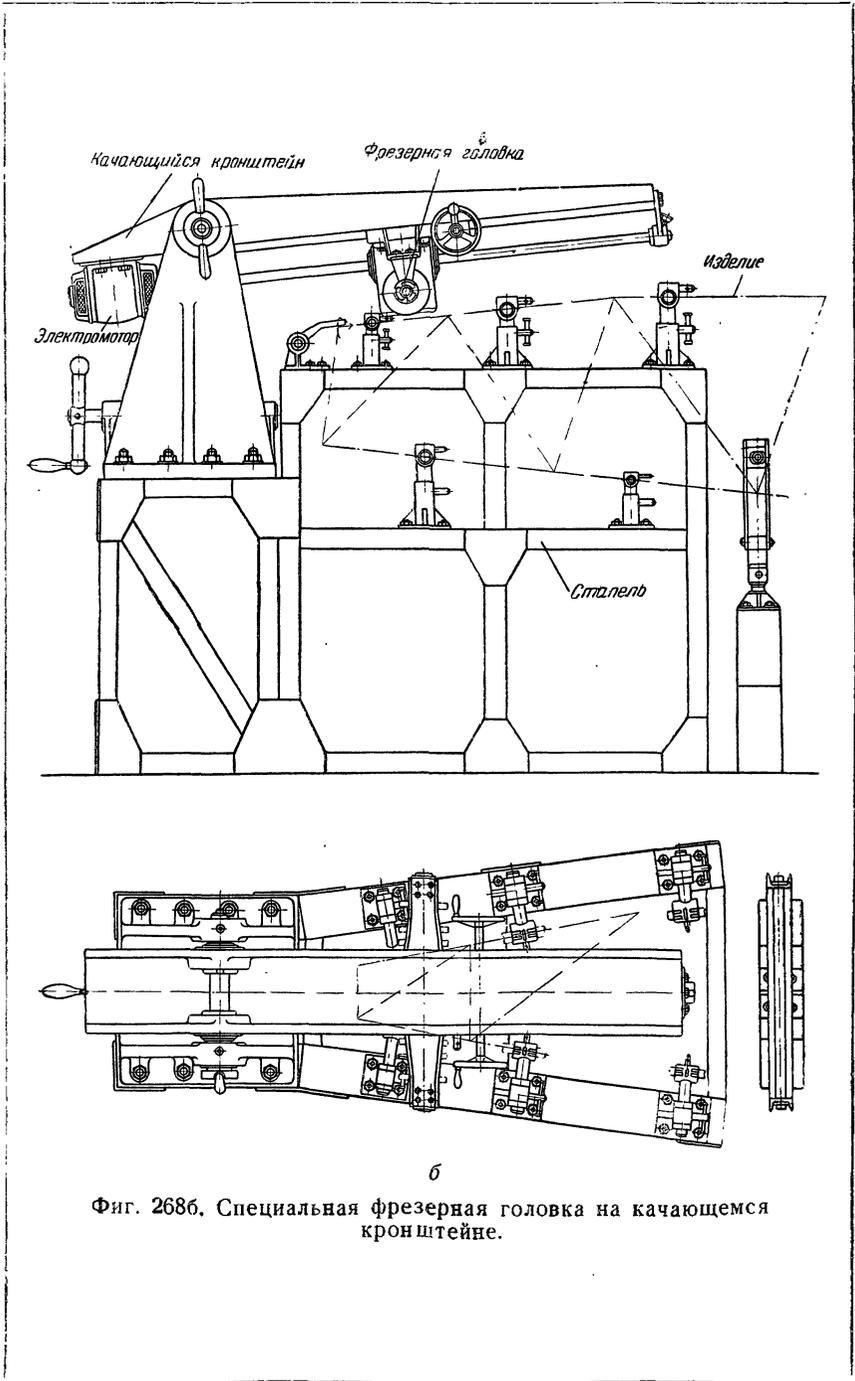
На фиг. 268,а показан стапель для фрезерования каркаса фюзеляжа. В стапеле фрезеруют вилки и ушки фюзеляжа в местах стыка с хвостовым оперением и крылом. Фрезерные головки устанавливают на каркас стапеля по эталону изделия. Обработку стыковочных мест каркаса фюзеляжа с хвостовым оперением производят специальной фрезерной головкой (фиг. 268,б), смонтированной на качающемся кронштейне (фиг. 268,в). Рабочий ход головки позволяет последовательно вести обработку трех стыковочных точек.

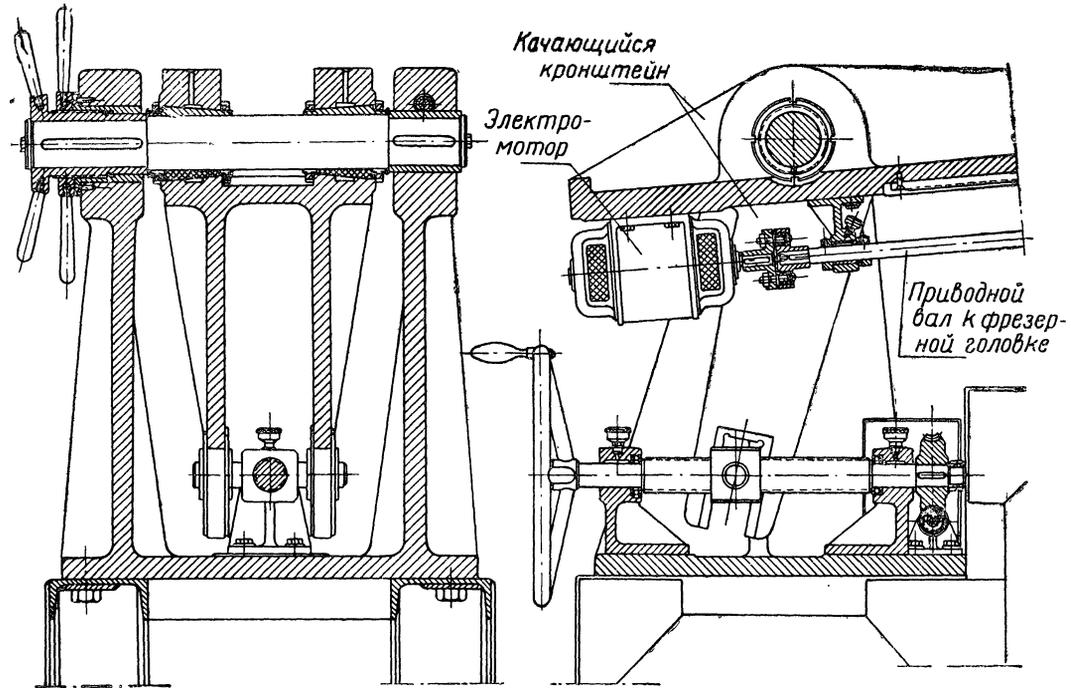
На фиг. 269 показано приспособление для фрезерования ушей вилок шасси. Вилка установлена на плите и закреплена. Фрезерование производится при помощи фрезерных головок, устанавленных на каркасе приспособления.

Фрезерная головка (фиг. 270) состоит из червячного редуктора 1, электромотора 2 и супорта 3. Применяются фрезерные головки нормальные и усиленные.

Нормальная фрезерная головка предназначается для работы фрезами диаметром 100—150 мм и общей шириной до 12—15 мм. Число оборотов шпинделя головки изменяется в соответствии с технологическими требованиями в пределах 40—120 оборотов в минуту и определяется передаточным отношением сменных шестерен. Рабочий ход головки 165 мм. Электромотор мощностью 0,52 квт при  $n=1410$  об/мин.



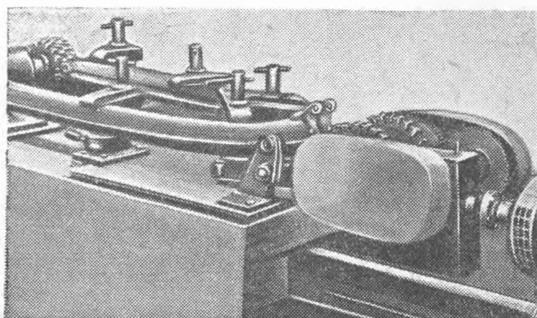




в

Фиг. 268в. Конструкция качающегося кронштейна.

По конструкции усиленная фрезерная головка аналогична нормальной. Такая головка предназначена для работы фрезами тех же диаметров, но общая ширина их достигает 25—



Фиг. 269. Фрезерование ушей вилок шасси в приспособлении.

30 мм. Мощность электромотора увеличена до 0,85 квт при  $n=1000$  об/мин. Длина оправки выбирается по надобности.

### § 5. Комбинированные стапели

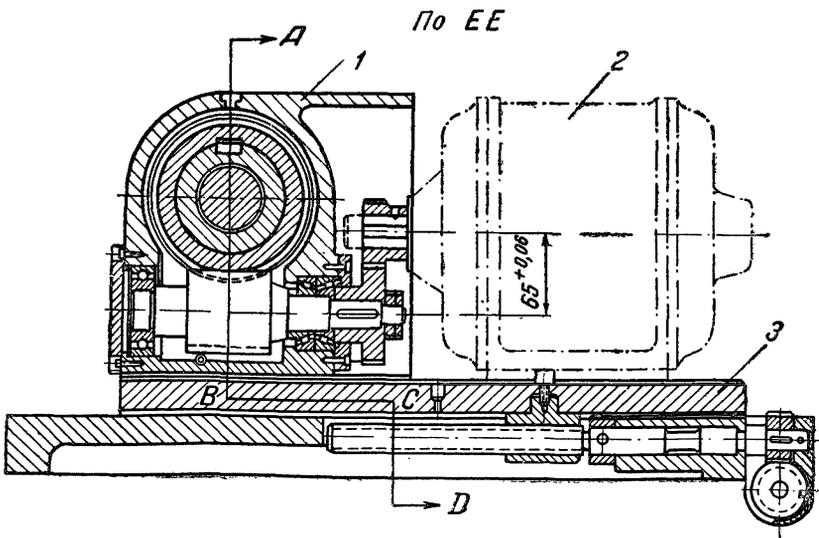
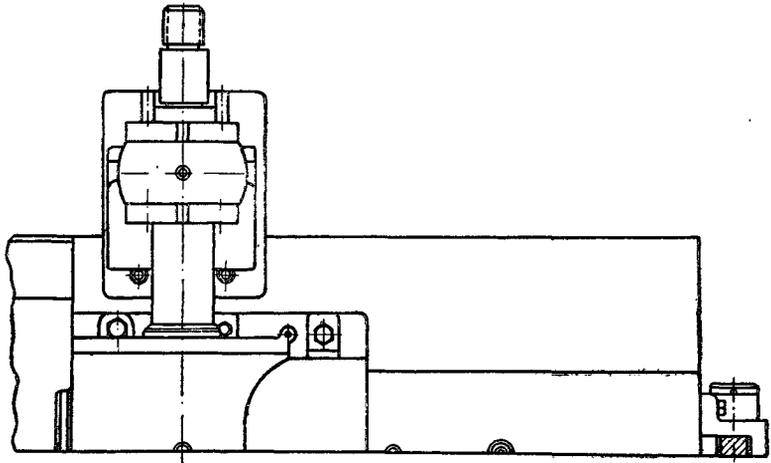
Сверление отверстий и фрезерование стыковочных плоскостей часто производят в одном стапеле с одной установкой. Такие стапели называются комбинированными. Они имеют то преимущество, что исключают опасность появления деформаций при повторной установке изделия на стапель.

На фиг. 271 показан разделочный стапель для обработки стыковочных точек моторамы.

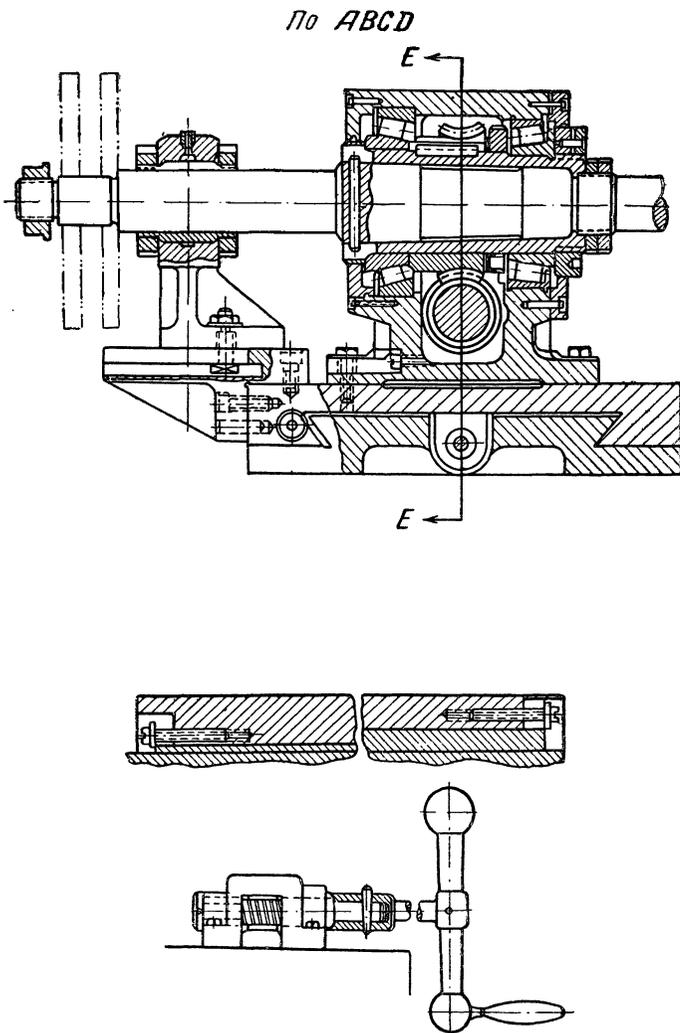
Механическая обработка осуществляется с помощью двух фрезерных и четырех сверлильных головок.

Мотораму устанавливают на регулируемые опоры и фиксируют штырями по предварительно просверленным отверстиям стыковых узлов и отверстиям кронштейнов крепления мотора. Подачей фрезерных головок с набором фрез к стыковым узлам проверяют симметричное положение припусков на фрезерование, после чего изделие закрепляют плавающими зажимами. Стыковочные точки сперва просверливают, а затем фрезеруют.

Разделочный стапель для обработки каркаса фюзеляжа (фиг. 272) состоит из трех частей: головной, средней и хвостовой. В головной части обрабатывается моторная рама фюзеляжа и фрезеруются прокладки. На станине 1, сваренной из швеллеров, размещаются: фрезерная головка, упоры и два домкрата 2. Сверление и развертывание отверстий выполняется через накладной кондуктор 3 с помощью радиально-сверлильного станка 4.



Фиг. 270. Фрезерная головка



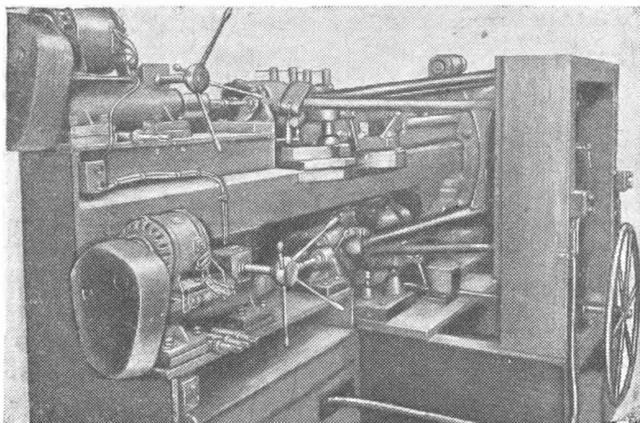
с кронштейном на суппорте.

В средней части стапеля обрабатывают точки стыка фюзеляжа с крылом.

На станине 5 установлена плита 6, на которой размещены сверлильные головки 7, фрезерные головки 8, плавающие зажимы 9, кондукторы 10 и шарнирные опоры 11.

Хвостовая часть стапеля служит для обработки стыковочных точек каркаса фюзеляжа с хвостовым оперением и подрезки костыльной трубы.

На основании 12 закреплена неподвижная плита 13; с ней связана через механизм подачи 14 и направляющие планки 15



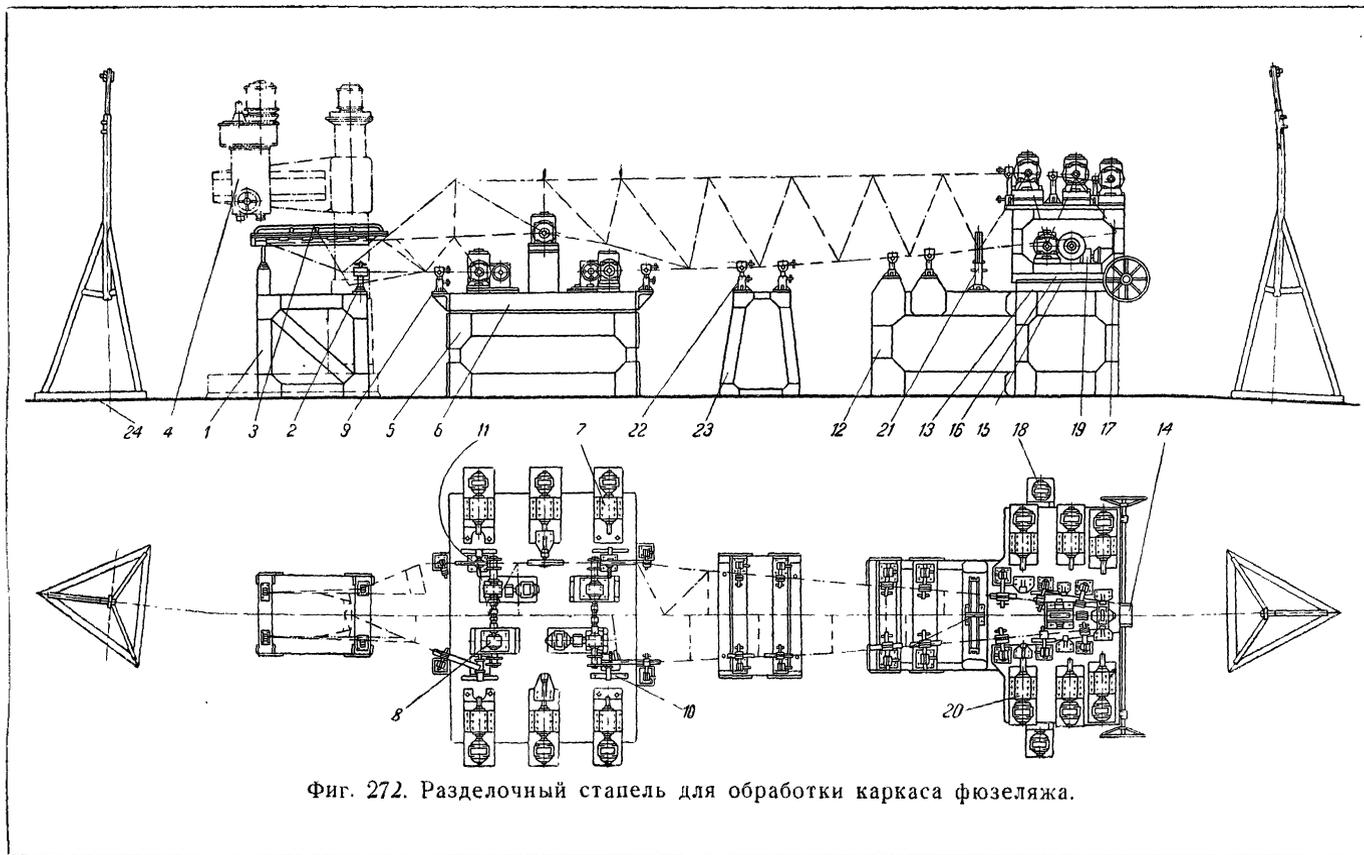
Фиг. 271. Стапель для разделки стыковочных точек моторамы в номинал.

подвижная плита 16. На подвижной плите размещены два сварных каркаса 17 со сверлильными головками 18, головка для подрезки костыльной трубы 19, плавающие зажимы и кондукторы. На верхней плоскости каркасов 17 установлены сверлильные головки 20, плавающие зажимы и кондукторы.

Все головки хвостовой части фюзеляжа можно передвигать в направлении оси фюзеляжа. С помощью домкрата 21 перемещают хвостовую часть фюзеляжа относительно двух крыльевых точек.

Плавающие зажимы 22, расположенные на промежуточном каркасе 23, предохраняют от прогиба среднюю часть фюзеляжа.

Основания стапеля забетонированы. На стойках 24, расположенных в головной и хвостовой частях фюзеляжа, натянута вдоль оси фюзеляжа струна, служащая базой при установке агрегатов стапеля.

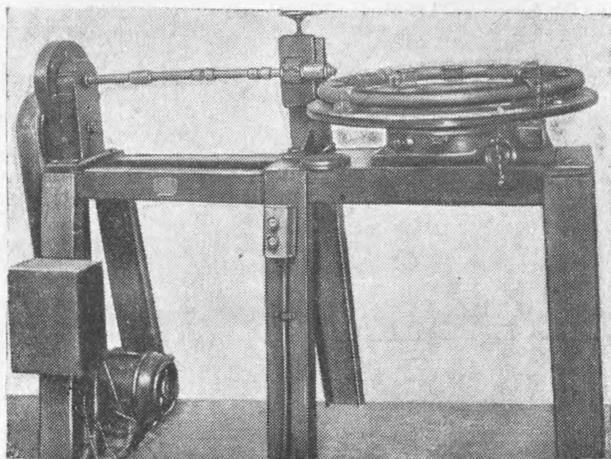


Фиг. 272. Разделочный стапель для обработки каркаса фюзеляжа.

## § 6. Разные приспособления

Кроме снятия технологических припусков в слесарно-сварочных цехах производится также различная механическая обработка сварных деталей и узлов: обрезка труб, фрезерование пазов, шлифование и другие работы. Часть работ производится на универсальном станочном оборудовании, часть — в специальных приспособлениях.

На фиг. 273 показано приспособление для фрезерования пазов под косынки в кольце моторамы.



Фиг. 273. Приспособление для фрезерования пазов под косынки в кольце моторамы.

Приспособление состоит из станины, сваренной из швеллеров, на которой расположен поворотный стол. Стол поворачивается с помощью червяка и червячного колеса.

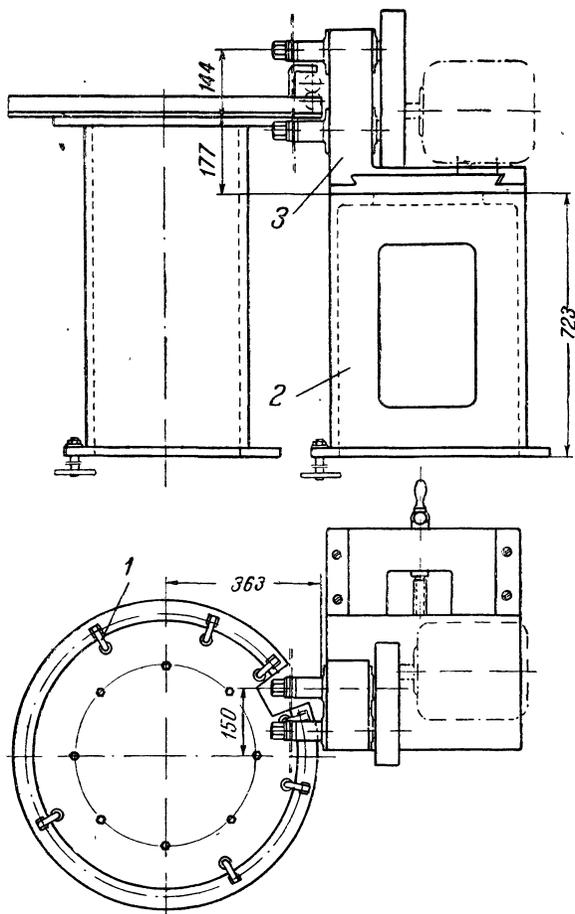
Фрезерование паза производится фрезой, приводимой в движение электромотором через ременную передачу, коробку скоростей и карданный вал.

Фреза закреплена на конце карданного вала, укрепленного в подвижном подшипнике. Подшипник перемещается в вертикальном направлении при помощи винта и гайки.

Вращением одновременно ручки поворотного стола и передвигаемого подшипника фрезеруют паз по окружности кольца моторамы. Пазы размечают с помощью шаблона.

Для обработки стыка кольца моторамы применяют приспособление, показанное на фиг. 274. Кольцо укладывают в ложемент и прижимают Г-образными прихватами 1. На отдельной стойке 2 установлена фрезерная головка 3, которую можно пе-

редвигать в горизонтальном направлении. Передвигая головку фрезеруют стык кольца. Приспособление просто в изготовлении и удобно в эксплуатации.



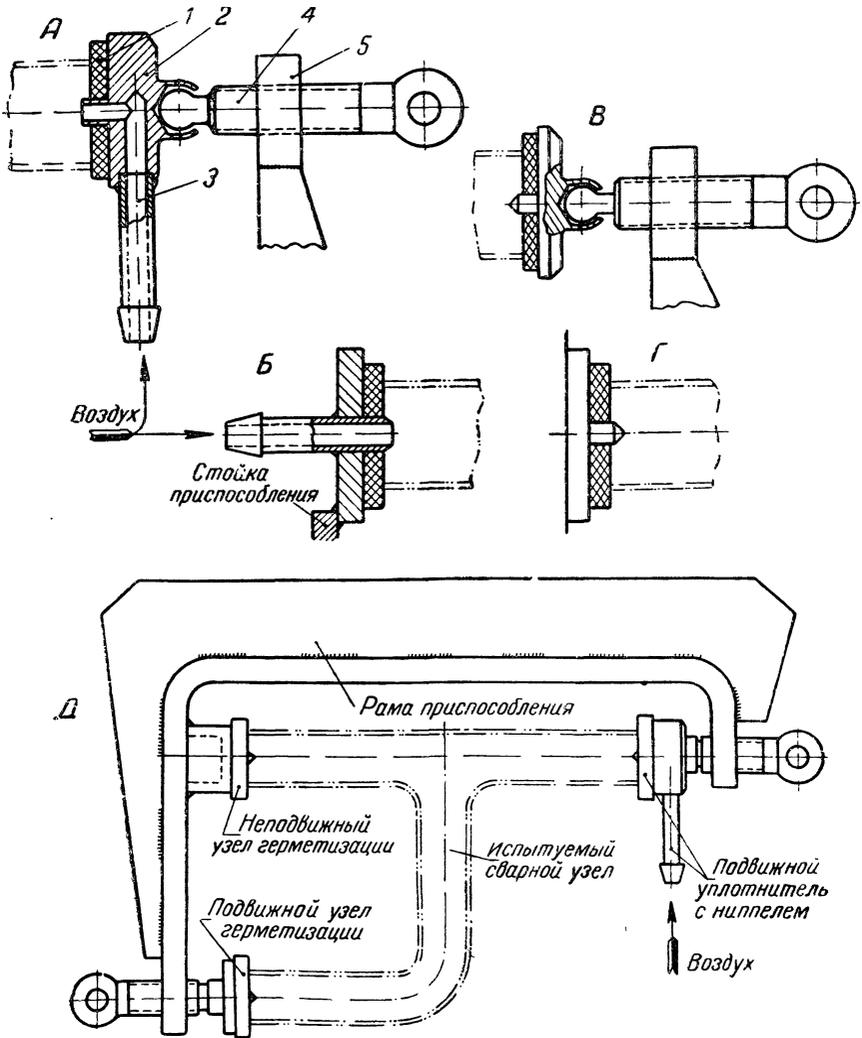
Фиг. 274. Приспособление для обработки стыка кольца моторной рамы.

### § 7. Приспособления для пневмо- и гидроиспытаний

Сварные патрубки, коллекторы, бензо- и маслобаки, баллоны, цилиндры, арматура и трубопроводы испытываются на герметичность и прочность.

Испытания на герметичность достаточно производить воздухом, хотя в рабочих условиях сосуды и патрубки наполняются различными жидкостями (бензин, масло, гидросмеси) или газами (углекислота, выхлопные газы из мотора и т. д.).

При проверке прочности сосудов, работающих при значительных давлениях, применяют масло, спирт с глицерином и другие жидкости. Сосуды с последующей термической обработкой



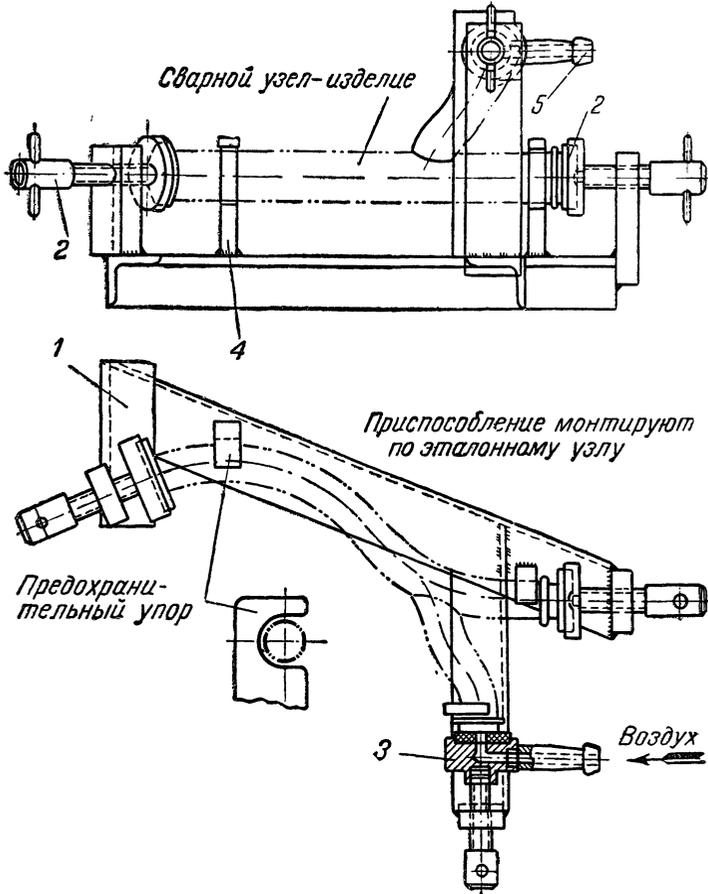
Фиг. 275. Элементы, применяемые для испытаний трубчатых узлов.

испытывают водой, а не маслом из-за опасности воспламенения остатков масла.

Испытание на непроницаемость бензина и масла производится с помощью соответствующих жидкостей.

Негерметичность систем проверяется на допустимую «утечку» воздухом или жидкостью.

При испытании узлов из прямых труб воздух можно подводить через подвижной уплотнитель (фиг. 275,а) с резиной 1, надетой на выступ шайбы 2 и приваренным ниппелем 3 (для



Фиг. 276. Приспособление для пневмоиспытания трубчатого узла:

1—рама приспособления; 2—узел герметизации; 3—узел подвода воздуха; 4—упор; 5—ниппель подачи воздуха.

надевания шланга, подводящего воздух). Уплотнитель прижимается винтом 4, вращающимся в гайке 5, приваренной к раме приспособления. Воздух можно подводить также через неподвижный уплотнитель (фиг. 275,б), укрепленный на стойке, также приваренной к раме приспособления. Неподвижный уплотнитель значительно удобнее. Узлы герметизации осталь-

ных отверстий делают подвижными (фиг. 275,в) или неподвижными (фиг. 275,г). Пример применения узлов дан на фиг. 275,д.

На фиг. 276 показано приспособление для испытания узла (суфлер маслосистемы), сваренного из гнутых труб. Основные детали приспособления: рама 1, подвижные узлы герметизации 2 с уплотнителями, узел подвода сжатого воздуха 3, опоры 4, предохраняющие от проворачивания. Такие приспособления монтируются по эталонным узлам, причем все уплотнители герметизации 2 и 3 должны быть подвижными.

---

*Глава первая*

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

**§ 1. Подготовительные работы и заготовка деталей**

На авиационных заводах серийного производства рабочие чертежи приспособлений и документация (ведомости и чертежи шаблонов и макетов, паспорта на приспособления и др.) поступают в технологическое бюро цеха приспособлений, которое разрабатывает технологию изготовления приспособлений. Затем заказывают или готовят шаблоны, макеты, эталоны, выдают задание на подбор материалов, а в соответствующих мастерских заказывают поковки, литье и деревянные детали.

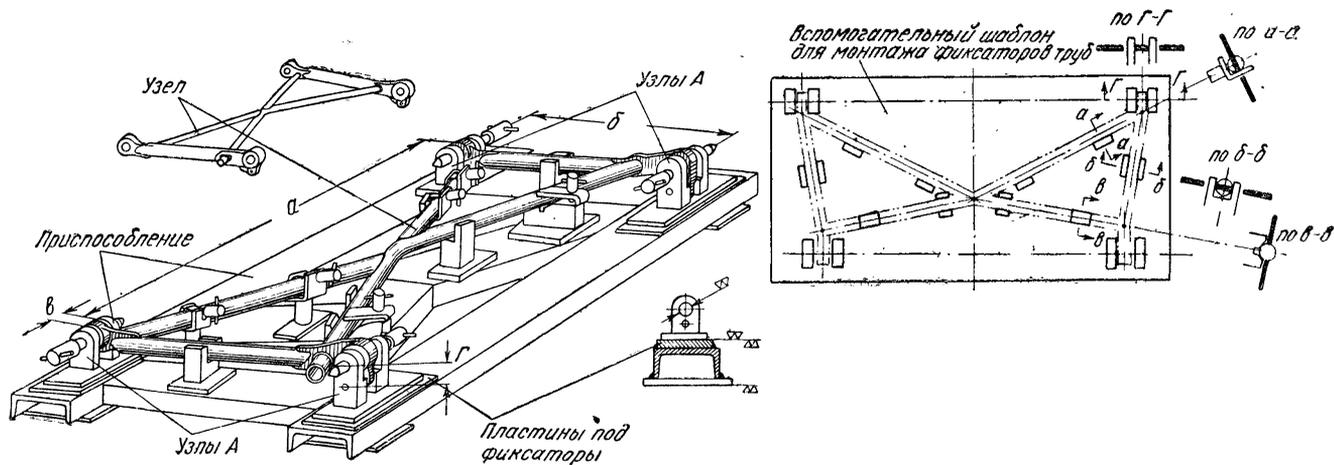
Технология монтажа различных приспособлений весьма разнообразна и зависит от принятых способов монтажа.

Например, если установку призм для фиксации труб предполагается производить по разметке, технолог должен предусмотреть вспомогательный шаблон (фиг. 277) с установочными базами от основных узлов А.

При изготовлении приспособлений по плазовым шаблонам необходимо подготовить контршаблоны, позволяющие производить замеры по всей толщине ложементов, а также переходные штыри.

При использовании для изготовления приспособлений болванок должны быть предусмотрены способы установки болванок и изготовлены дополнительные детали, необходимые для монтажа. При изготовлении узлов или агрегатов по эталонам предварительно готовят шаблоны и дорабатывают эталоны. При изготовлении по макетам предусматривают необходимые переходные детали.

Заготовка материалов для деталей приспособлений, обрабатываемых на токарных станках, ограничивается подбором соответствующих прутков. Для деталей из листового материала резком вырезают заготовки диаметром более 200 мм. Для заго-



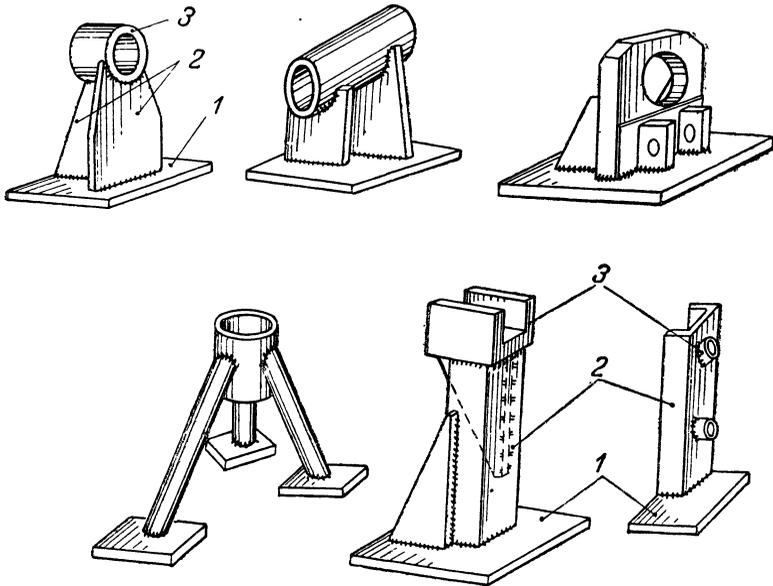
Фиг. 277. Монтаж приспособления для сборки и прихватки узла по вспомогательному шаблону.

товок деталей сложных форм и больших габаритов используют литье, ковку или гибку.

Заготовка профилей производится в соответствии с размерами, указанными на чертежах, с припусками на последующую подгонку. Концы профилей, сопрягаемых в каркасах, обрабатываются на специальных прессах или газовым резаком в процессе сборки.

## § 2. Сборка узлов и корпусов приспособлений

Часть готовых деталей приспособлений собирается в сварные узлы. В приспособлениях сварными делают:



Фиг. 278. Сварные подставки для фиксаторов.

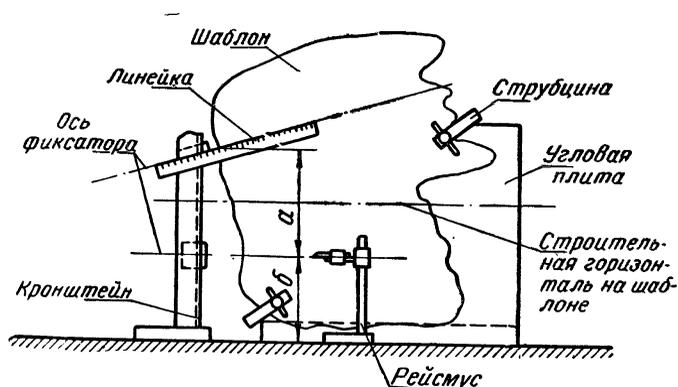
- 1) подставки, на которых располагаются фиксаторы;
- 2) фиксаторы;
- 3) отдельные узлы.

К сварным подставкам, на которых крепятся или с которыми сопрягаются фиксаторы, предъявляются особые требования. Сварные подставки (фиг. 278) состоят из основания 1 (плит различных габаритов), к которым привариваются стойки 2 со втулками, призмами и т. п. 3.

При перекосах, отклонении размеров и т. п. после сварки производится строжка основания подставки по соответствующей разметке.

Некоторые размеры узлов приспособлений нужно копировать с шаблонов или увязывать с другими фиксаторами, монтаж которых производится по шаблонам, эталонам, болванкам и т. д. На фиг. 279 показан кронштейн, размер  $a$  которого между втулками должен быть скопирован с шаблона, а размер  $b$  (от основания до нижней втулки) — увязан со строительной горизонталью при монтаже. При сборке такого узла под сварку наносят с помощью рейсмуса риски, по которым устанавливают ложементы и втулки для фиксаторов.

Сборку наклонных элементов под фиксаторы производят с помощью рейсмуса и угломера.



Фиг. 279. Копирование размеров с шаблона при сборке кронштейна.

Для узлов, требующих повышенной точности установки и сопрягаемых с фиксаторами элементов, рекомендуется полностью производить сварку оснований со стойками до установки этих элементов. После сварки следует выверить и припилить места установки и лишь после этого установить сопрягаемые с фиксаторами элементы.

Сборка перед сваркой узлов приспособлений, монтируемых по эталонам, болванкам и т. п., производится при монтаже, а сборка рам и корпусов — по чертежам с разметкой.

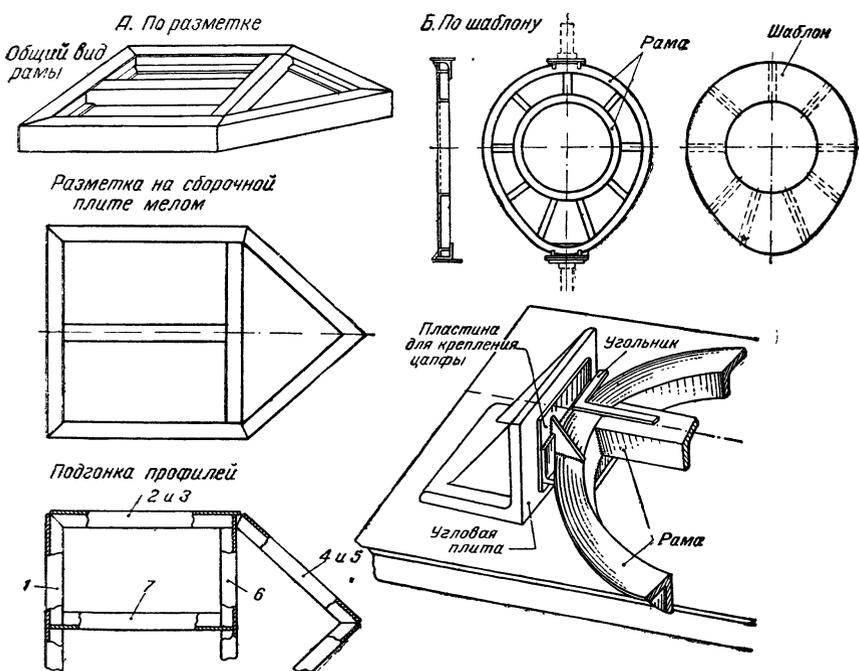
Сборка и подгонка профилей плоских рам (фиг. 280,А) делается по разметке, нанесенной мелом на монтажно-сборочной плите. Подгонка начинается с наружных профилей с симметричными концами. Точность установки профилей рам (в пределах 2—5 мм) обеспечивает последующую безошибочность монтажа, а правильная подгонка в местах сварки — минимальное коробление рам в процессе сварки.

Некоторые рамы изготавливаются по шаблонам. На фиг. 280,Б показаны рама и шаблон, по которому она изготавливается. Для сохранения параллельности площадок, к которым крепятся цап-

фы (фиг. 280,Б) элементы крепления цапф устанавливаются после сварки рамы.

Пространственные корпуса приспособлений в большинстве случаев составляются из плоских рам. С целью уменьшения коробления к общему монтажу корпуса приспособления приступают после сварки и правки отдельных рам.

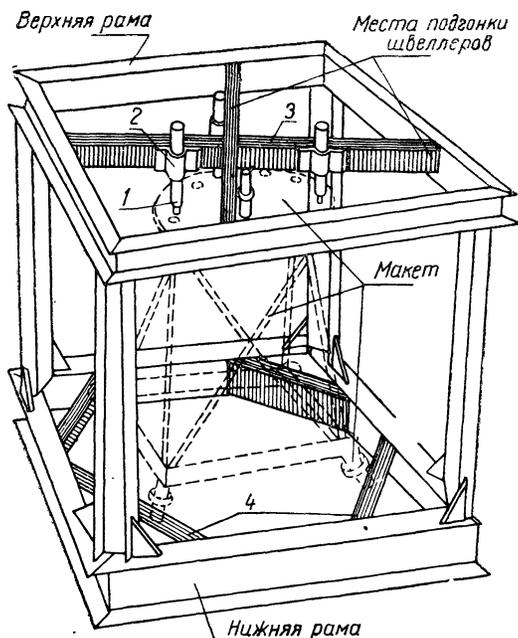
При изготовлении некоторых корпусов приспособлений применяют шаблоны к макеты. На фиг. 281 показан корпус, в ко-



Фиг. 280. Изготовление рам приспособлений по разметке и по шаблону.

тором нижняя и верхняя рамы монтируются по шаблону, а внутренние швеллеры — по макету. После сварки рам шаблоны снимают и по рискам устанавливают макет. В отверстия макета вставляют стержни 1, укрепленные в хомутах 2, которые прикладывают к швеллерам 3. Затем подгоняют швеллеры 3 и 4, выверяют правильность узлов по макету и после прихватки сваривают швеллеры с рамами.

Такой способ изготовления корпуса приспособления обеспечивает значительное сокращение работ по подгонке при монтаже и с успехом применяется на самолетостроительных заводах.



Фиг. 281. Изготовление корпуса стапеля по макету и по шаблону.

### § 3. Сварка узлов и корпусов

До сварки узлов и корпусов слесарно-монтажная группа производит припиловку и установку элементарных деталей по чертежу.

Обычно применяют дуговую сварку, как наиболее экономичную, обеспечивающую минимальное коробление узлов и позволяющую сваривать детали, резко отличающиеся по толщине. В узлах приспособлений преимущественно применяют соединения внахлестку или втавр (фиг. 282), не требующие дополнительной подготовки. Соединением встык пользуются редко.

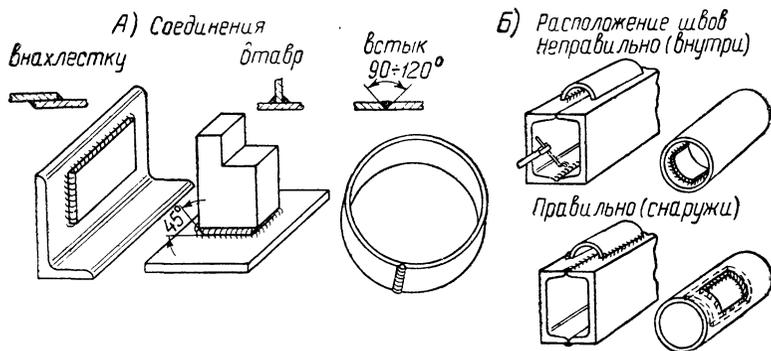
Основания с фиксаторами следует сваривать впрорезь для придания узлам опрятного вида, уменьшения коробления оснований, устранения необходимости опиловки швов и увеличения места для установки крепежных деталей.

Для коротких сварных швов (менее 30 мм) не следует применять электродуговую сварку.

Особое внимание при сварке узлов и корпусов приспособлений необходимо обращать на уменьшение коробления. Основными условиями уменьшения коробления являются правильная пригонка деталей под сварку и правильный порядок прихватки и сварки.

Прихватка должна производиться с обеих сторон участками длиной не более 10 мм, от рабочих мест фиксаторов к концам; шаг 40—70 мм; сварка должна производиться с последовательностью, обеспечивающей симметричное наложение швов. Полностью обваривать деталь кругом не следует.

Для каркасов из тонкостенных труб, узлов из прутковых деталей, а также элементов из цветных металлов применяют газовую сварку. Основными недостатками газовой сварки, ограничивающими ее применение для изготовления приспособлений, являются:



Фиг. 282. Способы сварки узлов приспособлений.

а) сильное коробление узлов при сварке, вызываемое большой зоной нагрева;

б) затруднительность сварки металлов различной толщины.

Для приварки фиксаторов и упоров, изготавливаемых из тонких стальных элементов и устанавливаемых на основания из листового материала, используют точечную сварку. Для снятия внутренних напряжений после сварки узлы и рамы каркасов приспособлений подвергают отжигу.

#### § 4. Правка, обработка и подготовка узлов к монтажу

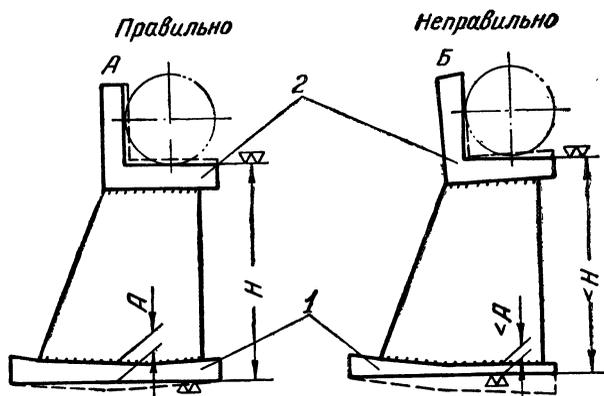
После сварки узлы готовят к окончательной механической обработке или к окончательной узловой сборке и затем к монтажу. Подготовка к механической обработке состоит в правке после сварки, зачистке и опиловке сварных соединений и швов и разметке перед строганием, фрезерованием и т. п.

Правка после сварки требуется для сохранения минимально допустимого сечения элементов в местах, подлежащих обработке, и сохранения заданных по чертежу размеров до рабочих мест фиксаторов. На фиг. 283, А показан фиксатор, у которого пластину 1 необходимо править, чтобы сохранить требуемую

толщину  $A$  после строгания, а также выдержать размер  $H$  до фиксирующего упора  $2$ .

Если узел не подвергнуть правке, то в случае значительного коробления пластины во время сварки размеры  $A$  и  $H$  будут искажены, что недопустимо (фиг. 283,Б). Особенно важно выправить плоскости приспособлений, на которых монтируются фиксаторы.

Правку рам производят с помощью ручных прессов. Правильность плоскостей рам проверяют предварительно большими контрольными линейками и окончательно — с помощью монтажно-сборочных плит.



Фиг. 283. Правка фиксатора после сварки.

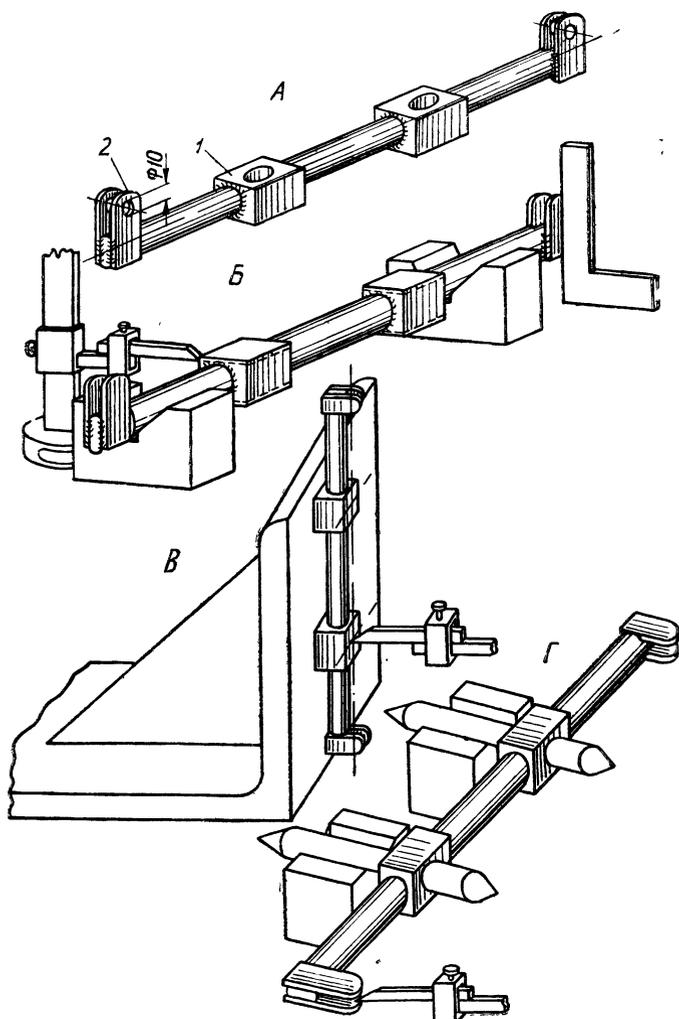
Для правки узлов пользуются слесарными тисками. Правку производят без резких и сильных ударов.

Зачистка и запиловка сварных швов приспособлений производится для улучшения внешнего вида, уничтожения острых углов и граней, которые могут явиться причиной ранений в процессе работы, а также для устранения местных неровностей, затрудняющих монтаж.

Механическая доработка узлов после сварки и правки преследует цель придания рабочим местам заданных положений и размеров и производится по разметке.

Разметка сварных узлов для механической доработки приспособлений отличается некоторыми специфическими особенностями. На фиг. 284 показан узел, в котором после расточки втулки  $1$  необходимо фрезеровать плоскости в ушках  $2$  с последующим сверлением отверстия диаметром  $10$  мм. В таких случаях сперва производят разметку для фрезерования плоскостей втулки  $1$  (фиг. 284,Б), затем для растачивания отверстий (фиг. 284,В) и, наконец, для фрезерования пазов в ушках  $2$  и для сверления отверстий в ушках (фиг. 284,Г).

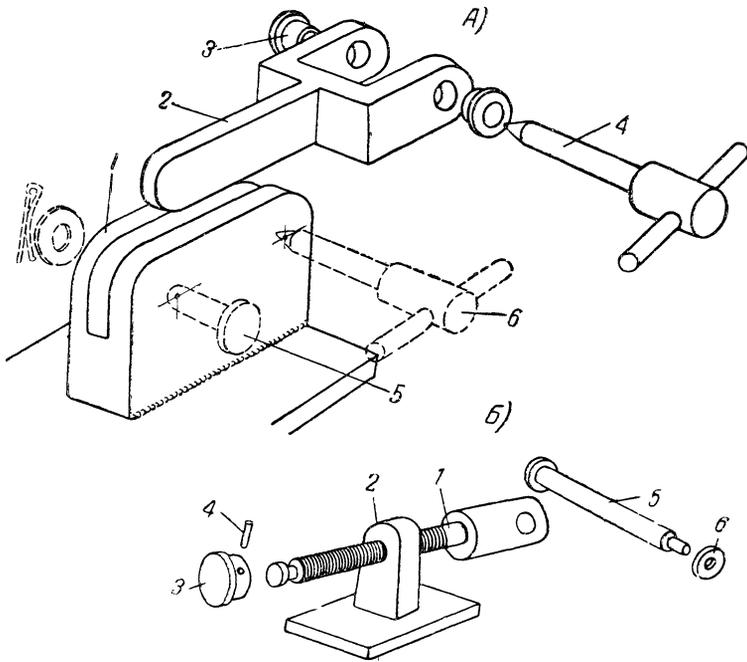
Часто возникает необходимость некоторой доработки узлов при монтаже (особенно при монтаже по эталонам); эта доработка выполняется в процессе монтажа. Устранение незначительных неточностей в узлах, обрезка оснований «по месту»,



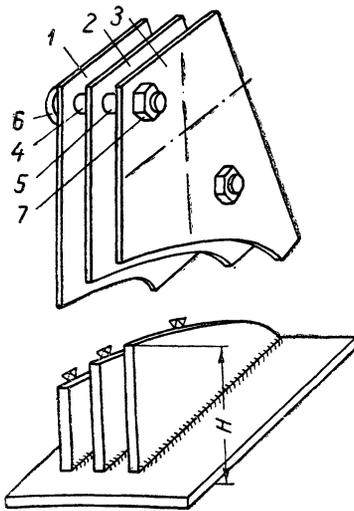
Фиг. 284. Разметка сварных узлов приспособлений.

подготовка малок, вырезы в корпусах и т. п. также производятся при монтаже.

**Узловая сборка** состоит в стыковке разъемных частей, пригонке мест подвижных посадок и других слесарных работах. На фиг. 285, А показан узел, в котором требуется припилить паз



Фиг. 285. Узловая сборка фиксатора и прижима.



Фиг. 286. Доводка узлов по макету, составленному из шаблонов.

вилки 1 к хвостовику фиксатора 2, запрессовать втулку 3 под фиксатор 4 и разметить центры отверстий валика 5 и штыря 6 (сверление таких отверстий рекомендуется производить при монтаже приспособления). Узловая сборка прижима (фиг. 285,Б) состоит в проверке вращения резьбы болта 1 в стойке 2, насадке башмака 3 с помощью штифта 4, высверливания в головке болта отверстия под рукоятку 5 и расклепке шайбы 6 на рукоятке.

Доводка узлов по шаблонам может быть произведена, как показано на фиг. 286. Шаблоны 1, 2 и 3 совмещают по рискам, после чего в них сверлят отверстия. Между шаблонами прокладывают втулки 4 и 5 соответствующей длины; через отверстия в шаблонах и втулках продевают ось 6 с резьбой на одном конце. После затяжки гайки 7 полученный таким образом макет прикрепляют струбциной к угловой плите, выверяют вертикальность установочных линий и, периодически примеряя узлы к макету, производят подгонку с сохранением размера *H*.

## Глава вторая

### МОНТАЖ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

#### § 1. Способы монтажа приспособлений

Монтаж приспособления, т. е. сборка элементов и узлов его в единое целое по сборочному чертежу, является самым ответственным этапом изготовления приспособлений.

Ниже рассматривается монтаж слесарно-сварочных приспособлений. Монтаж вспомогательной оснастки для изготовления приспособлений (макетов, шаблонов, болванок и т. п.) приводится только в общих чертах.

Из разнообразных способов монтажа нами выделены следующие:

Таблица 3

№ по пор.	Наименование способа	Область применения
1	Монтаж по разметке	Для подавляющего числа приспособлений небольшого и среднего габарита, для плоских и отчасти для пространственных узлов

№ по пор.	Наименование способа	Область применения
2	Монтаж с помощью пространственной разметки	Для средних и крупных приспособлений, для плоских и пространственных узлов
3	Монтаж по шаблонам (в основном по шаблонам с плазов)	Для приспособлений, в которых изготавлиются узлы обтекаемого контура
4	Монтаж по болванкам	Для криволинейных узлов и пространственных приспособлений
5	Монтаж по сварочным эталонам	Для приспособлений, предназначенных для узлов, требующих увязки с агрегатами самолета
6	Монтаж по макетам—пространственным калибрам	Для приспособлений, требующих увязки стыковочных мест и дублирования приспособлений
7	Монтаж в инструментальном стенде	Для приспособлений, применяемых для изготовления крупных агрегатных узлов, требующих высокой точности монтажа

Монтаж приспособлений производится на монтажно-сборочных плитах с применением:

- а) универсального мерительного инструмента;
- б) нормального слесарно-сборочного инструмента;
- в) специальной вспомогательной оснастки.

Для замеров больших размеров (метры) с точностью 0,02 мм пользуются инструментальным стендом и штихмасами. Способы работы с мерительным инструментом и его устройство общеизвестны.

Подставной плитой пользуются при недостаточной высоте рейсмуса, заостренными валиками — в качестве калибров труб

и фиксаторов; при монтаже трубчатых узлов с пересекающимися осями для установки осей труб используют валики с коническими концами.

## § 2. Крепление узлов к корпусам приспособлений

Существует несколько способов крепления фиксаторов и других деталей к корпусам приспособлений. Наиболее практичным и распространенным является способ крепления болтами с гайками. Для точного закрепления фиксаторов в корпусах пользуются контрольными штифтами.

В случае крепления металлических узлов к деревянным корпусам рекомендуется пользоваться болтами с шестигранной головкой, подкладывая под гайку шайбы для дерева.

При креплении заклепками контрольных штифтов не ставят, а для устранения смещения в процессе клепки производят прихватку. Применять клепку не рекомендуется, так как при этом способе демонтаж очень трудоемок, а самый процесс клепки стальными заклепками сложен.

Применение дуговой или точечной сварки ограничено из-за разнородности материалов и неразъемности получаемого соединения.

При точечной сварке скрепляемые части не деформируются, но этот способ лимитируется мощностью располагаемого оборудования и сложностью крепления узлов на пространственных каркасах.

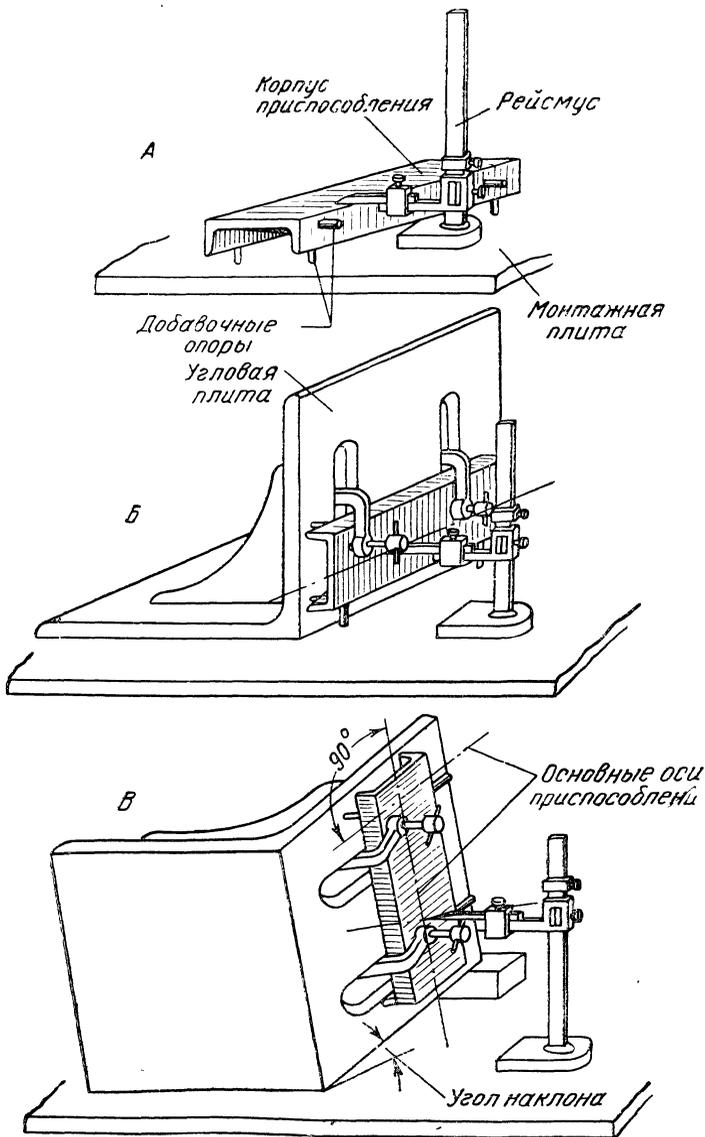
Крепление фиксаторов с помощью заливки легкоплавкими сплавами типа НИАТ-23 возможно при условии монтажа приспособлений в инструментальном стенде. Заливку следует также рекомендовать вообще для крепления фиксаторов вдали от мест, подвергающихся нагреву.

## § 3. Монтаж по разметке

Сущность монтажа по разметке состоит в том, что установка фиксаторов производится по рискам на фиксаторах и корпусах приспособлений с окончательной проверкой нормальным измерительным инструментом.

Монтажем по разметке пользуются для приспособлений небольшого и среднего габарита, предназначенных для плоских и пространственных узлов самолета, которые можно поворачивать в процессе монтажа вместе с угловой плитой.

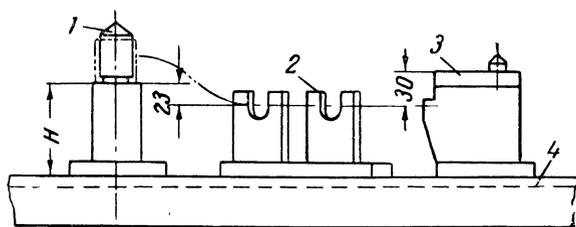
Для замеров при монтаже на корпусе приспособления выбирают или создают с помощью дополнительных элементов базовые плоскости по трем осям координат и проверяют их точность с помощью рейсмуса (фиг. 287). С целью уменьшения станочных работ обрабатывают лишь основную горизонтальную плоскость корпусов, на которой устанавливают фиксаторы.



Фиг. 287. Проверка точности базовых плоскостей угломером.

Вспомогательные плоскости, служащие базами в остальных плоскостях, создают с помощью специально добавляемых опор, которые доводятся слесарем. Монтаж начинают с нанесения основных осей и установочных рисок на корпус приспособления и на основания фиксаторов.

Во многих случаях при изготовлении деталей сварных узлов нет необходимости строго выдерживать все заданные размеры деталей, так как окончательные установочные размеры, например, 23 и 30 мм (фиг. 288), получаются в результате механической обработки узлов 1, 2 и 3 до установки их на основание 4.



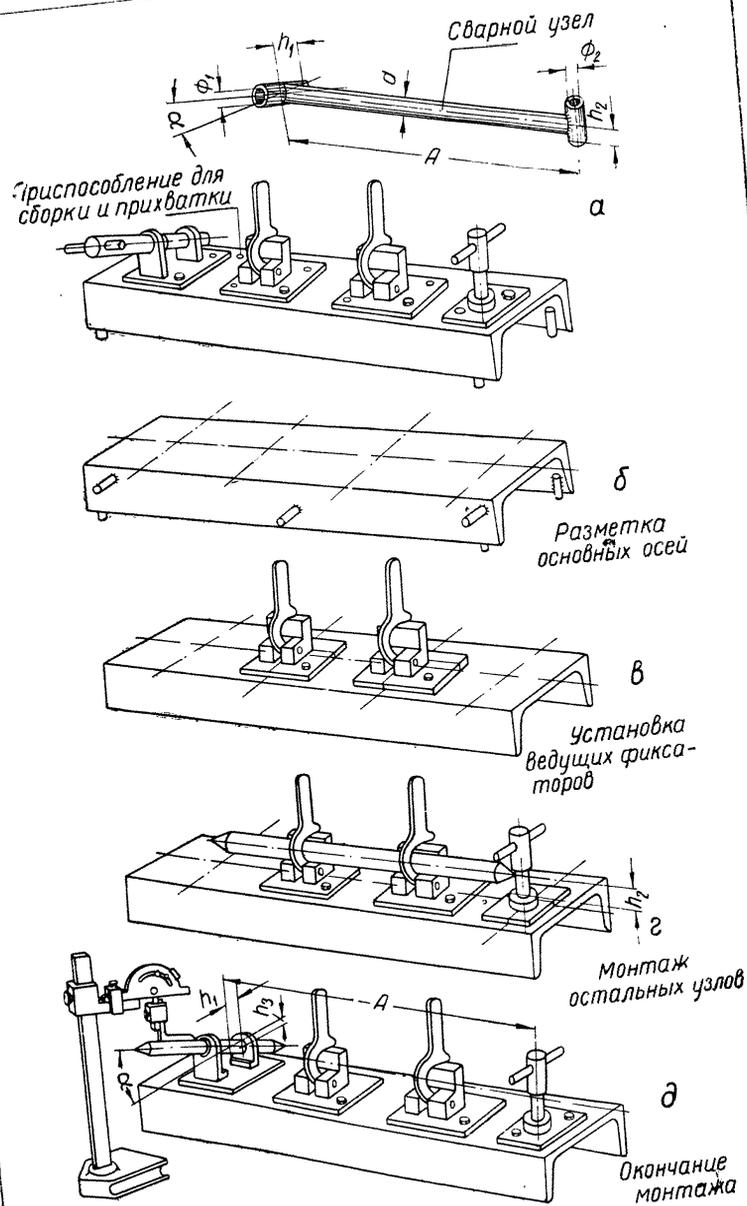
Фиг. 288. Получение окончательных размеров с помощью механической обработки.

После предварительного монтажа и прихватки узлов производят полную проверку приспособления по рабочим местам фиксаторов. Затем сверлят отверстия под болты крепления фиксаторов к корпусу, устанавливают болты и затягивают их гайками, после чего сверлят монтажные отверстия в сопрягаемых фиксаторах.

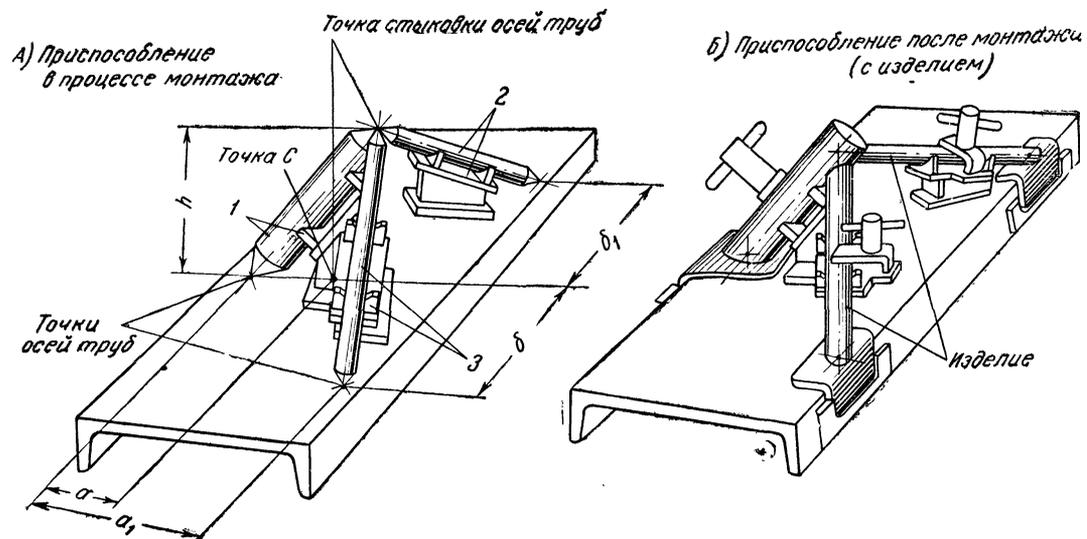
В приспособлении, проверенном контролером, просверливают отверстия под контрольные шпильки и запрессовывают их. Точность установочных размеров при монтаже по разметке находится в пределах 4-го класса точности, точность углов не превышает 5 минут.

Примером монтажа приспособлений по разметке может служить фиг. 289, на которой показано приспособление и узел, для сборки и прихватки которого оно изготовлено. Монтаж приспособления начинают после разметки установочных рисок (фиг. 289,б) с установки призм (фиг. 289,в), правильность положения которых в горизонтальной и вертикальной плоскостях выверяют по калибру (фиг. 289,г) с помощью рейсмуса, поворачивая приспособление с плитой. Расстояние между призмами измеряют линейкой. Затем устанавливают и выверяют соосность и вертикальность установки правого концевого фиксатора и высоту фиксирующего торца.

На фиг. 290 показан способ монтажа приспособления, предназначенного для сварки трех труб, расположенных в про-



Фиг. 289. Схема последовательности монтажа по разметке.



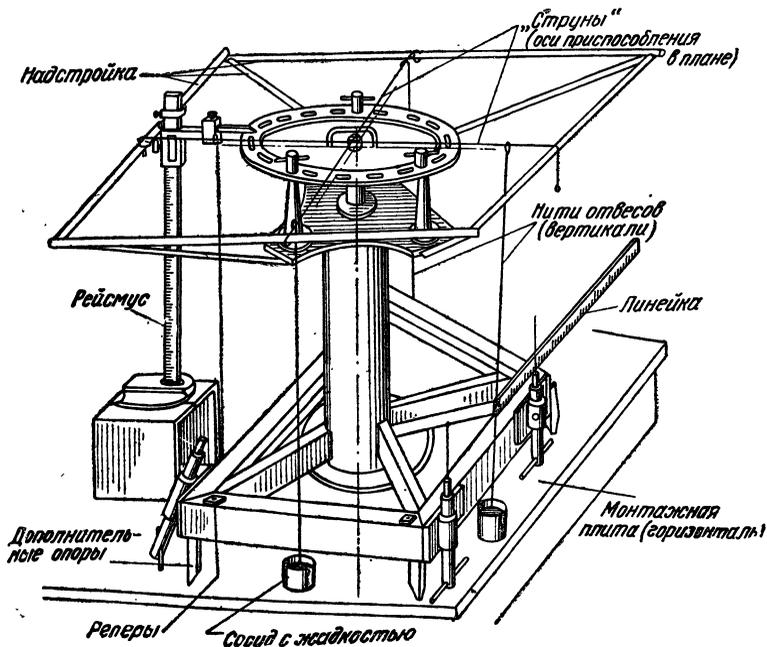
Фиг. 29). Монтаж по разметке приспособления для узла с деталями, расположенными в пространстве.

странстве. На плите приспособления размечают точки  $a$ ,  $a_1$ ,  $b$ ,  $b_1$ , а также точку  $C$  с вертикальной координатой  $h$ .

Для приспособлений среднего и крупного размера указанный выше способ монтажа по разметке неприменим.

В этих случаях пользуются несколькими способами монтажа с помощью пространственной разметки.

При монтаже на сборочных плитах с помощью пространственной разметки (фиг. 291) для проверки основных установочных линий используются тонкие стальные проволоки «струны», растянутые на дополнительно устанавливаемой надстройке



Фиг. 291. Способы пространственной разметки с непосредственными измерениями.

ке. С этих струн спускают отвесы, между которыми измеряют линейкой размеры в горизонтальной плоскости до рабочих мест фиксаторов; размеры в вертикальной плоскости замеряют непосредственно от плиты рейсмусом и линейкой.

Монтаж приспособления на полу цеха, без горизонтальной базы, производится аналогично монтажу на плитах, но для замера вертикальных размеров пользуются нивелировочной линейкой или телескопом и коллиматором.

Обычно корпуса приспособлений устанавливают на монтажно-сборочных плитах и лишь весьма крупные каркасы — на полу цеха. На корпусах укрепляют реперы, на которых с по-

мощью нивелира быстро и точно устанавливают корпус в заданное положение; при монтаже с телескопом на каркас ставят специальные опорные кронштейны.

Подготовленный к монтажу на сборочной плите корпус приспособления с надстройкой показан на фиг. 291.

Надстройка изготавливается из углового проката небольшого сечения в виде рамы, укрепляемой на корпусе приспособления с помощью стоек из таких же профилей.

#### § 4. Монтаж по шаблонам

Для монтажа приспособлений необходимы различные шаблоны.

Монтаж по шаблонам производится в случаях:

1) если в проекте самолета предусмотрено изготовление его по плазово-шаблонному методу;

2) если шаблоны облегчают изготовление и монтаж деталей приспособления;

3) если требуется точная взаимная увязка различных приспособлений.

При монтаже используют плазовые шаблоны, копируемые с плазов, и вспомогательные шаблоны, изготавливаемые по специальным чертежам.

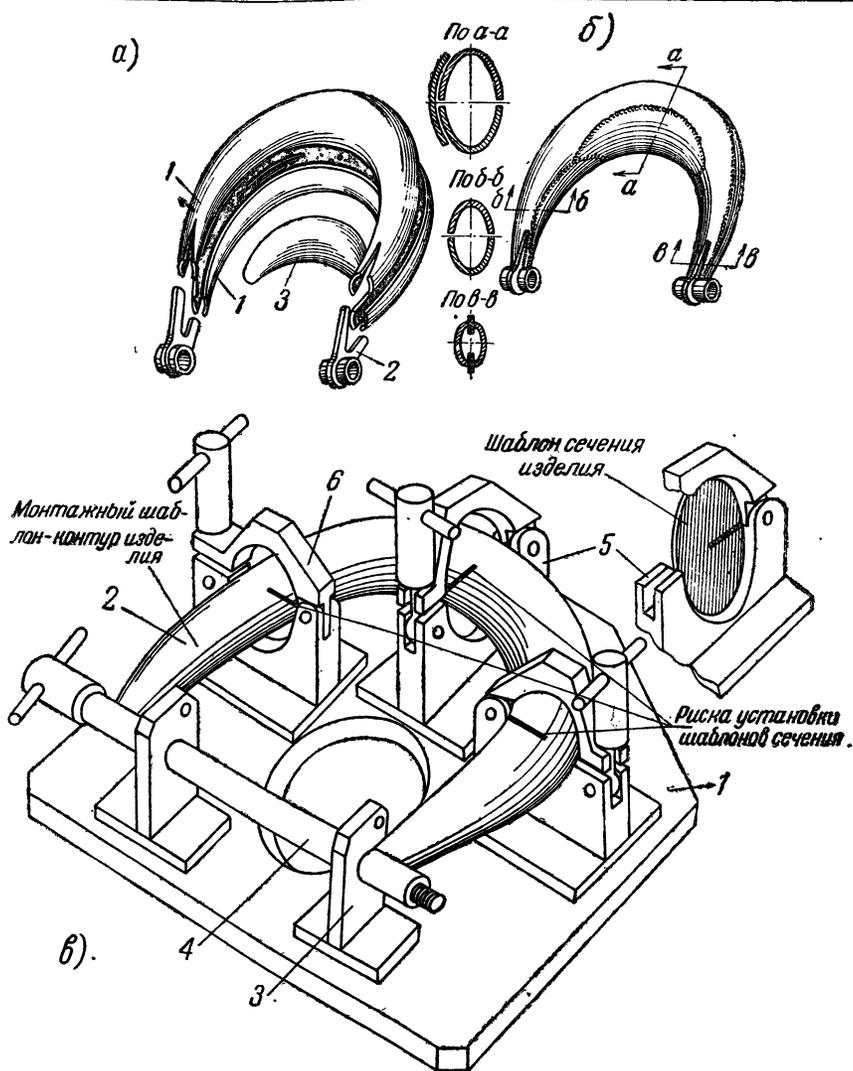
На шаблонах, предназначенных для монтажа, должны быть нанесены установочные риски и надписи, поясняющие применение шаблона, например, размеры малок, обозначения отверстия и т. п.

##### Монтаж по вспомогательным шаблонам

Монтаж по вспомогательным шаблонам иногда является единственным способом сборки приспособления. На фиг. 292,а и б показано изделие, а на фиг. 292,в — приспособление, в котором использованы вспомогательные шаблоны. Изделие состоит из двух штампованных деталей 1, поковок 2 и накладки 3 (см. фиг. 292,а).

Монтаж приспособления (фиг. 292,в) начинают с нанесения на плиту 1 рисок, определяющих оси симметрии узла и оси втулок. По рискам устанавливают шаблон 2, а по нему — фиксаторы втулок 3, насаженные на стержень 4. Затем устанавливают фиксатор 5. По рискам на контурном шаблоне устанавливают фиксаторы 6.

На фиг. 293,А показан вспомогательный шаблон, предназначенный для увязки двух приспособлений. Монтаж одного из приспособлений показан на фиг. 293,Б. На раму 1 наносят риски, соответствующие осям на шаблоне. По этим рискам устанавливают шаблон, затем в вырезы шаблона вводят планку 2, вставленную в паз узла 3; с помощью калибра 4 совмещают

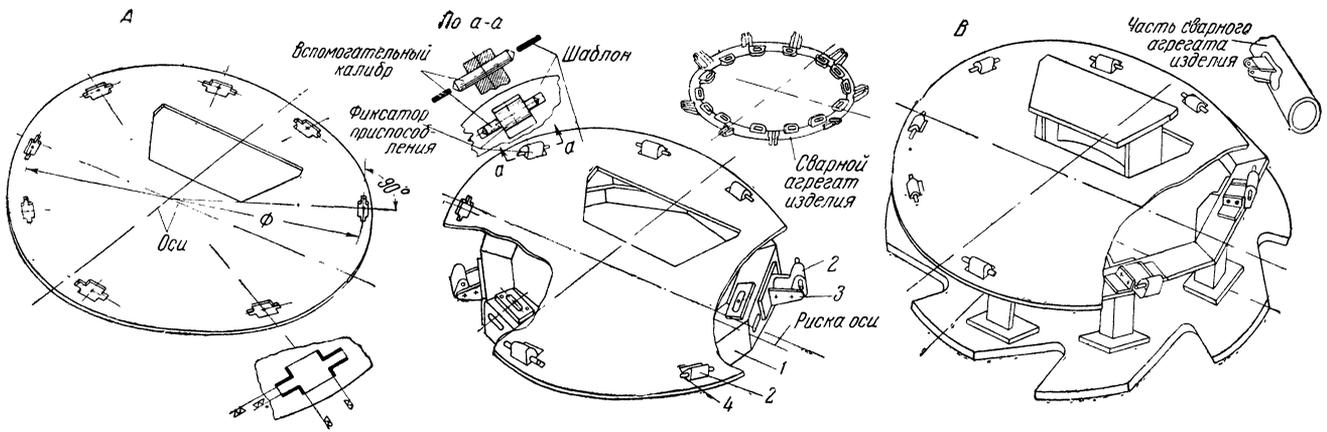


Фиг. 292. Монтаж по вспомогательным шаблонам.

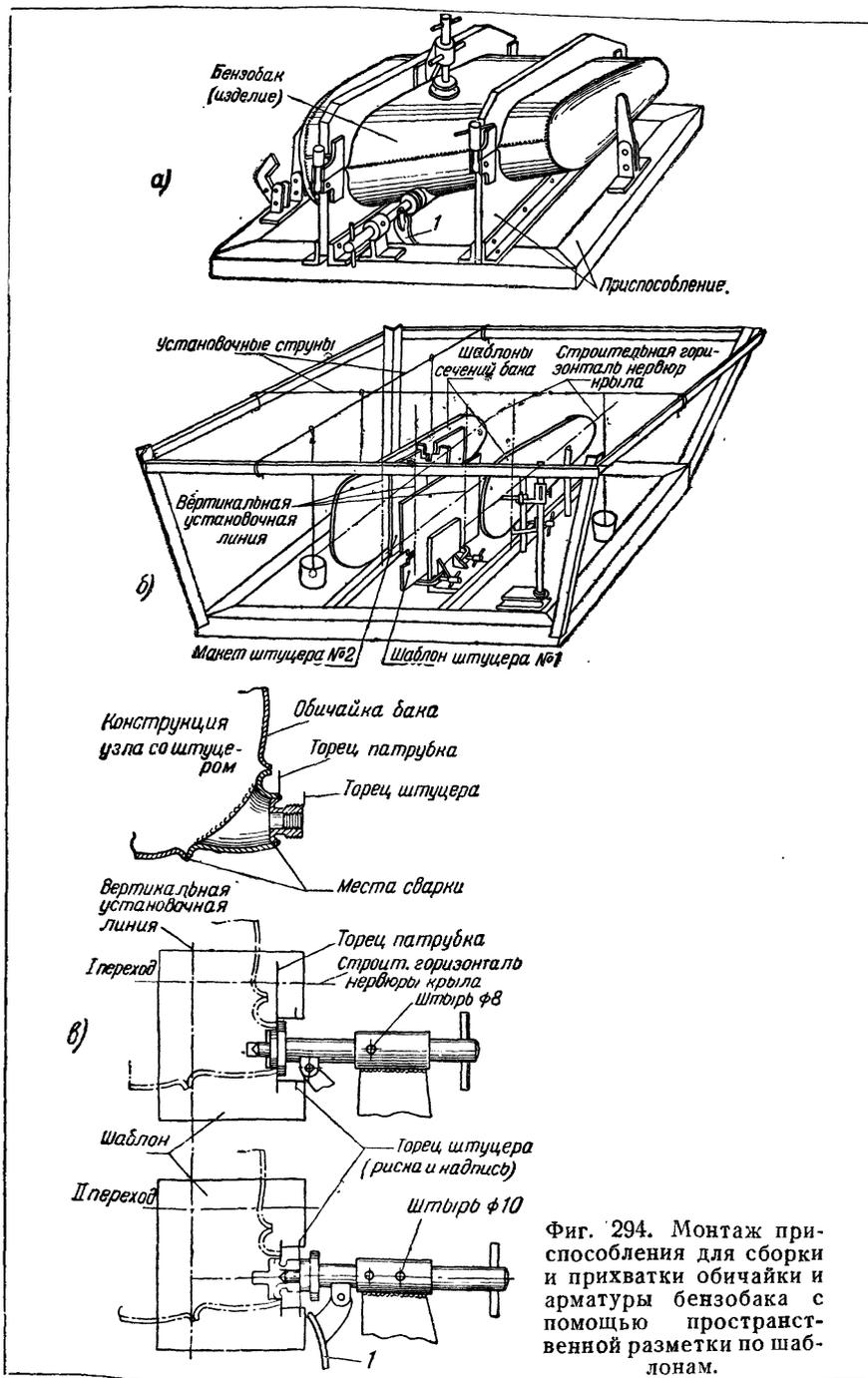
пазы узла с вырезами в шаблоне. После подгонки узла 3 производят прихватку его к раме 1, а затем прихватывают планку 2 к узлу 3.

#### Монтаж по плазовым шаблонам

При монтаже по плазовым шаблонам пользуются разметкой на плоскости или пространственной разметкой. Последний способ более удобен для установки шаблонов.



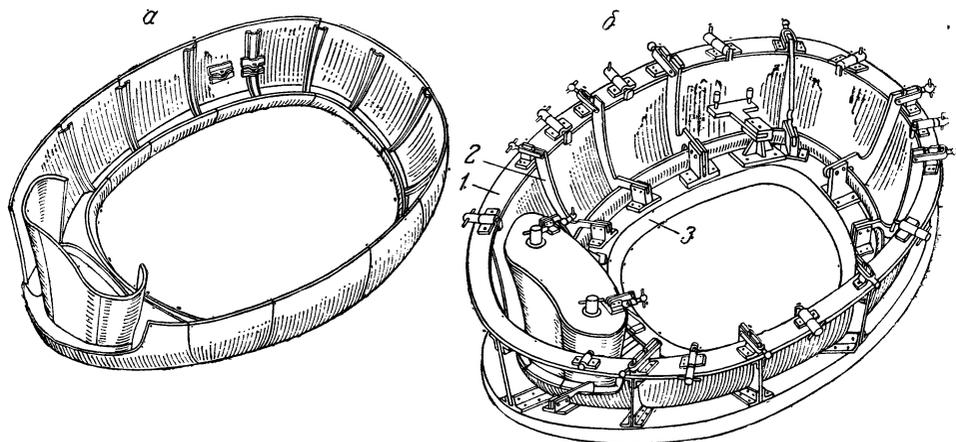
Фиг. 293. Способ увязки по вспомогательному шаблону двух приспособлений для стыкуемых узлов агрегата.



Фиг. 294. Монтаж приспособления для сборки и прихватки обечайки и арматуры бензобака с помощью пространственной разметки по шаблонам.

На фиг. 294,а показано приспособление для установки и прихватки штуцеров на обичайке бензобака, а на фиг. 294,б — способ монтажа приспособления по плазовым шаблонам.

Особенностью монтажа является установка с помощью одного фиксатора как патрубка, так и штуцера (фиг. 294,в). На шаблоны нанесены две риски, соответствующие двум положениям фиксатора, в котором просверливают два отверстия под штыри разных диаметров. Один из штырей используется, когда фиксаторы находятся в положении, необходимом для установки патрубка, а второй, — когда устанавливается штуцер.



Фиг. 295. Приспособление для сборки и точечной прихватки лобового кольца капота.

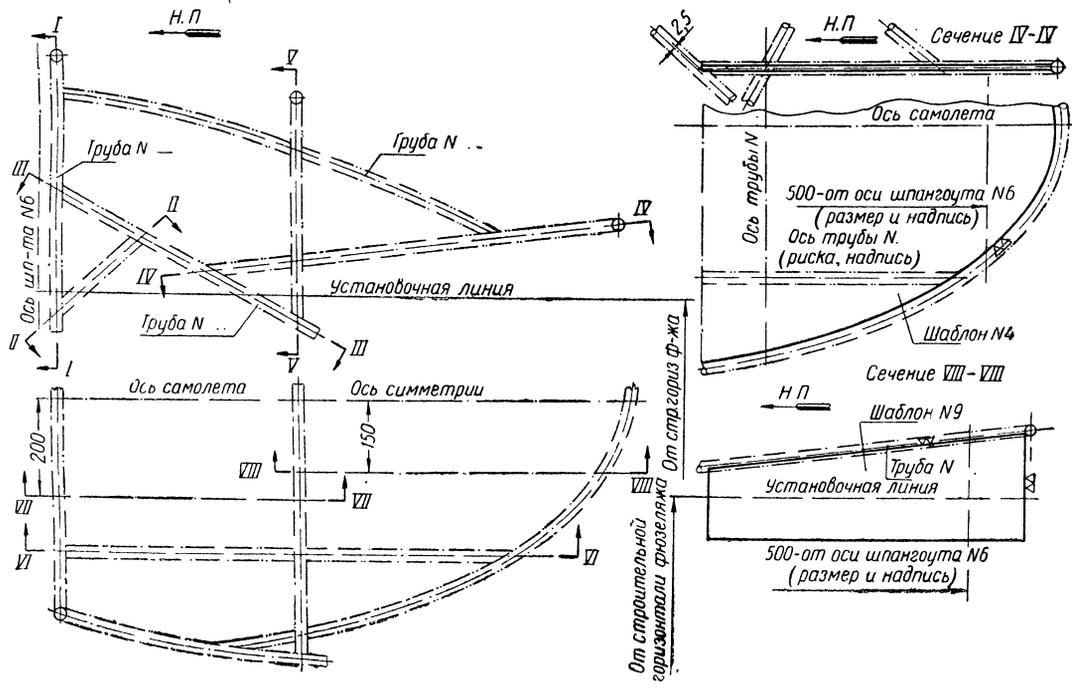
Так как штуцеры устанавливаются нормально к обичайке, то для баков, применяемых в крыльях самолета, требуются два взаимно перпендикулярных шаблона (фиг. 294,б).

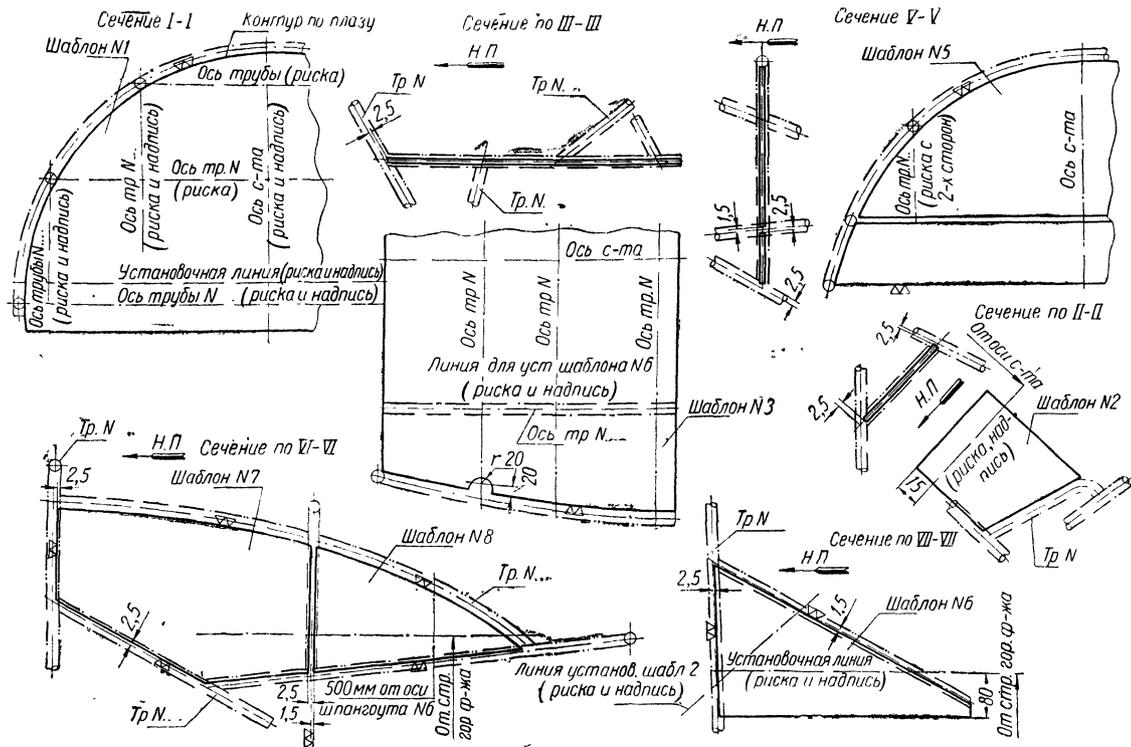
На фиг. 295,а показано кольцо капота, а на фиг. 295,б — приспособление для его сборки и прихватки. Монтаж такого приспособления производится на монтажно-сборочной плите с применением пространственной разметки. По главному шаблону устанавливают и укрепляют кольцо 1. По рискам на главном шаблоне устанавливают вспомогательные шаблоны, к которым присоединяют ложементы 2, скрепляя их струбцинами с рамой 3 и кольцом 1 до проверки и закрепления.

Монтаж приспособлений для сварки каркасов из труб или профилей, форма которых соответствует внешним обводам самолета, также производится по плазовым шаблонам.

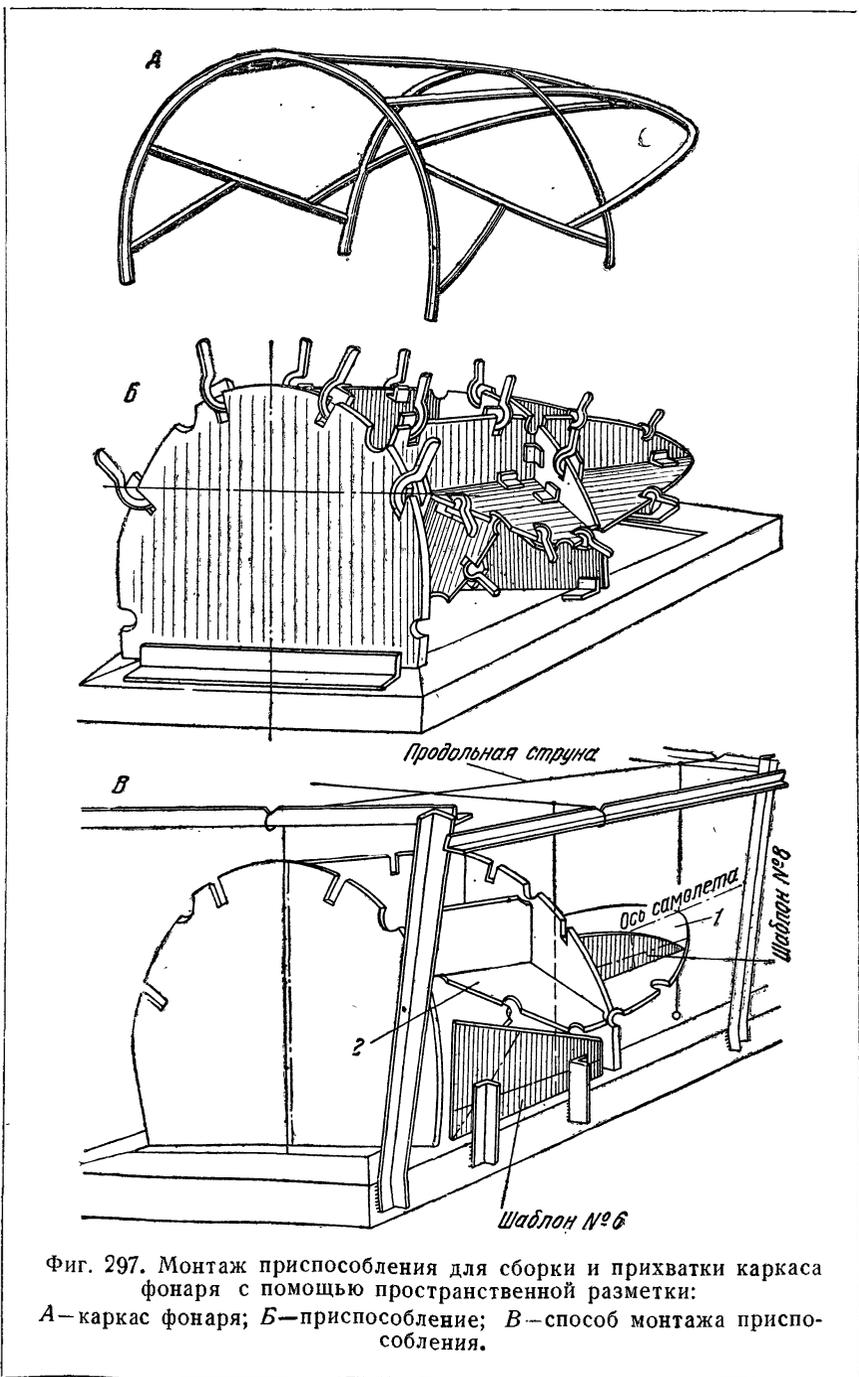
Вследствие сложной криволинейности труб и профилей в таких случаях используют шаблоны истинных сечений элемента и шаблоны проекций этих истинных сечений.

На фиг. 296 показана схема шаблонов и шаблоны, предназначенные для изготовления приспособления к каркасу фонаря.





Фиг. 296. Схема шаблонов и шаблоны при изготовлении приспособления для пространственного узла из труб (каркаса фонаря).



Фиг. 297. Монтаж приспособления для сборки и прихватки каркаса фонаря с помощью пространственной разметки: А—каркас фонаря; Б—приспособление; В—способ монтажа приспособления.

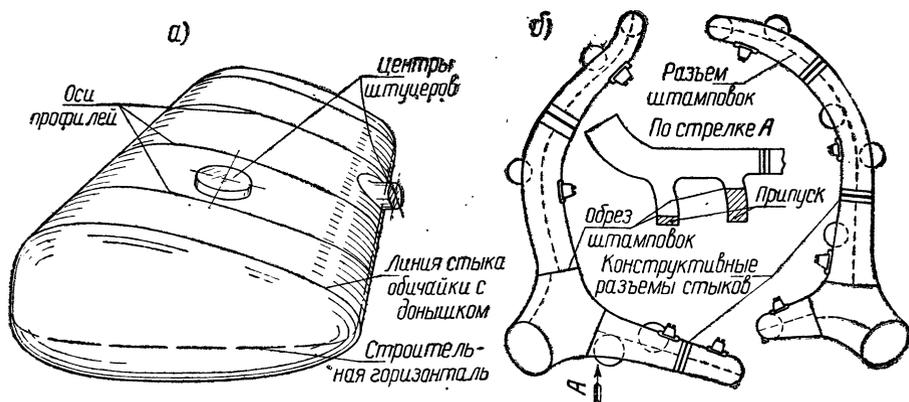
Шаблоны № 1, 2, 3, 4 и 5 являются шаблонами истинных сечений, а шаблоны № 6, 7, 8, 9 — шаблонами проекций этих сечений.

На фиг. 297,А показан каркас фонаря, сваренный из труб, а на фиг. 297,Б — приспособление для сборки и прихватки этого каркаса. Монтаж приспособления производится с применением пространственной разметки, причем ложемент 1 (фиг. 297,В) изготовлен по шаблону № 4 (см. фиг. 296) и на него перенесена с шаблона риска, соответствующая оси самолета. Наклон ложемента определяется шаблоном № 8. Аналогичным способом устанавливаются и другие наклонные ложементы, например, ложемент 2 по шаблону № 6.

Ввиду невозможности проверки смонтированного приспособления по шаблонам при сдаче контролю, ремонте, доработке и т. п. одновременно с шаблонами необходимо изготовить контршаблоны основных сечений.

### § 5. Монтаж по болванкам

При изготовлении агрегатов самолета из листовых деталей сложной конфигурации пользуются болванками. Монтаж по болванкам производится в случаях, когда из-за сложности формы изделия изготовление по шаблонам затруднительно.



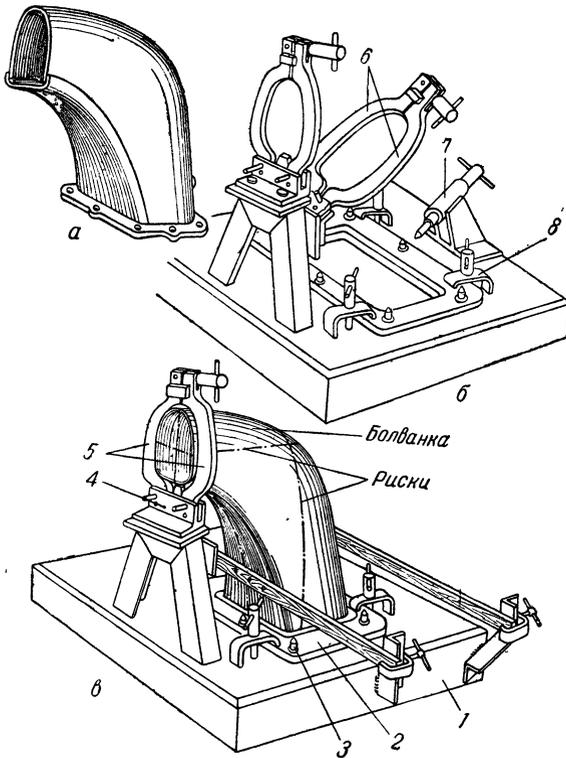
Фиг. 293. Разметка болванок, используемых для монтажа.

Для монтажа приспособлений используют болванки, изготавливаемые для выколотки криволинейных листовых деталей. На болванках должны быть нанесены базовые риски и другие отметки, необходимые для увязки отдельных элементов конструкции.

На фиг. 298,а показана болванка бензобака, на которой размечены центры отверстий, выступы, линии стыков, осей профи-

лей и т. п. По этой болванке можно производить монтаж. На фиг. 298,б показана болванка выхлопного коллектора двухрядного звездообразного мотора. Болванка изготавливается отдельно для каждой половины мотора, а монтаж приспособлений производится по таким неразъемным болванкам после их разметки.

Пример монтажа приспособлений по болванкам дан на фиг. 299. Болванка (фиг. 299,а) устанавливается по нижней плоскости и по вертикальной линии с помощью деревянных пла-

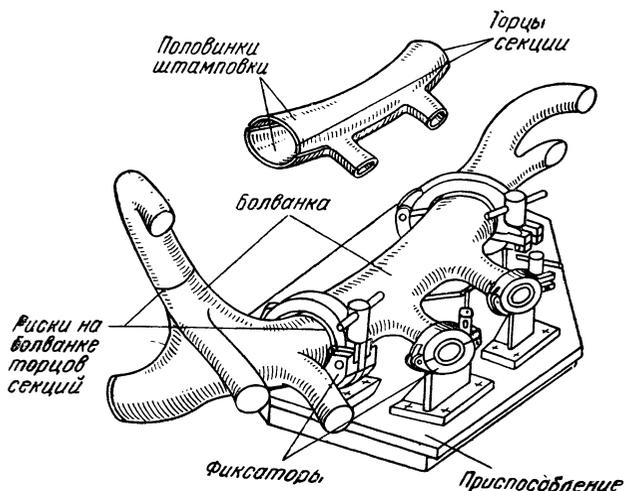


Фиг. 299. Монтаж приспособления по болванке.

нок, как показано на фиг. 299,в. После выверки положения болванки на основании 1 устанавливается пластина 2 с отверстиями под штыри 3 так, чтобы между болванкой и внутренним вырезом в пластине остался зазор, равный толщине изделия. Отверстия под штыри устанавливаются по размерам, отсчитываемым от рисок болванки. Затем монтируют концевой элемент 4 с рубильником 5 так, чтобы левая сторона его совпала с линией обреза обшивки. После этого устанавливают промежуточный фиксатор 6 (фиг. 299,б), освобождают болванку от вре-

менного крепления и прихватывают фиксаторы. По размерам от рисок на болванках устанавливают узел 7 и прижимы 8.

При изготовлении выхлопного коллектора сложной конфигурации для каждой пары половин патрубка-секции предусматривается отдельное секционное приспособление. На фиг. 300 показан способ монтажа этих приспособлений по болванке в следующем порядке. Устанавливается болванка и на нее надеваются хомуты по рискам или по размерам. Под хомуты подводят и прихватывают подставки. После освобождения болван-

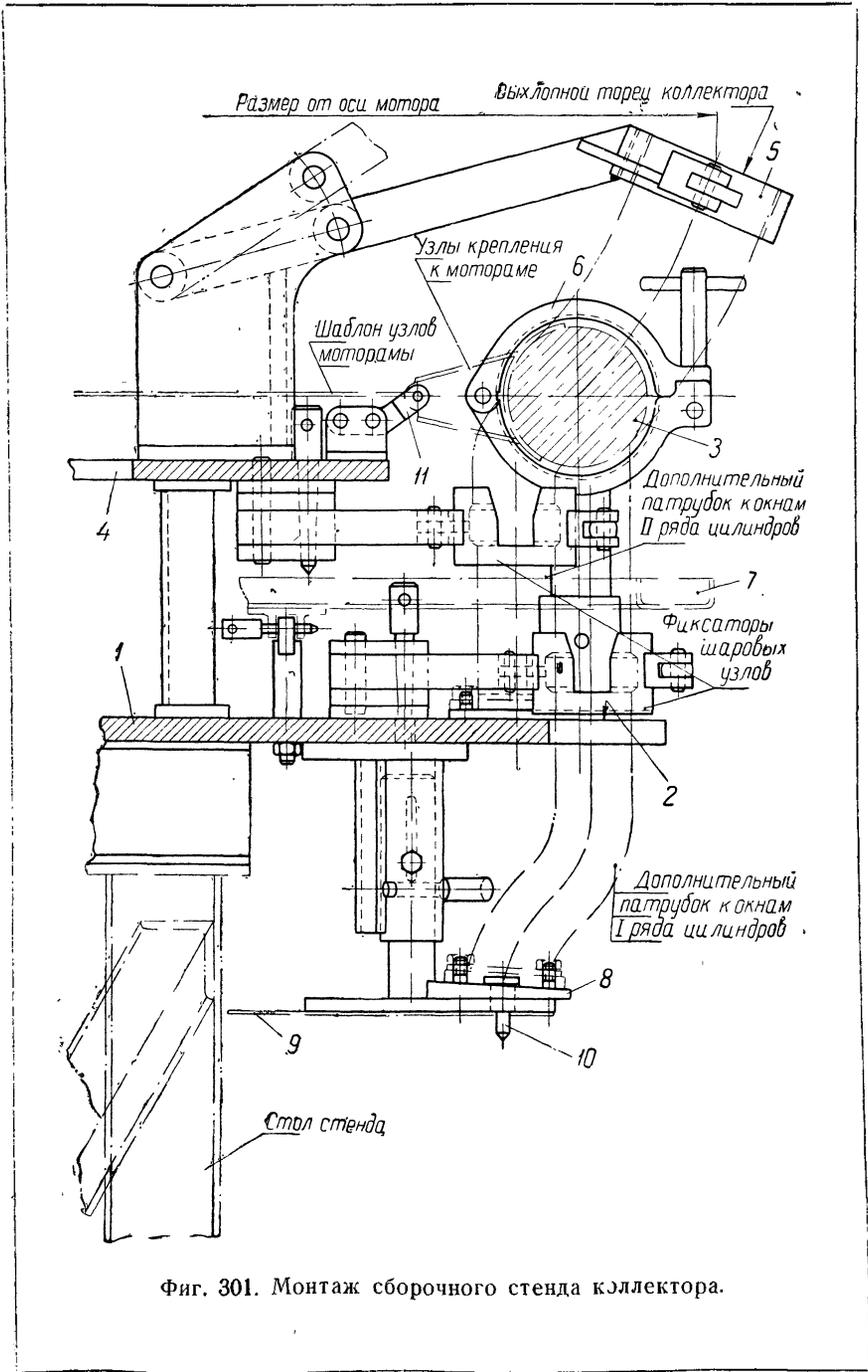


Фиг. 300. Монтаж секционного приспособления по полной болванке коллектора.

ки из фиксаторов (для чего откидывается верхняя часть прижима) производится выверка правильности установки фиксаторов.

Стенд сборки выхлопного коллектора монтируется с помощью пространственной разметки с применением болванки и вспомогательных шаблонов (фиг. 301). На плите 1 стенда размечают оси мотора. По шаблону 2 устанавливают фиксаторы мест крепления коллектора с рядом цилиндров мотора, по которым затем устанавливается болванка 3. После этого ставят подставку 4 с фиксаторами 5, определяющими верхнее положение болванок, и проверяют размеры по чертежу. Строго по рискам на болванку надевают фиксаторы стыков секций 6, после чего устанавливают поддерживающие ложементы для секций.

Установка кольца капота 7, от которого до патрубков должно быть выдержано заданное расстояние, производится по размерам от рисок осей мотора.



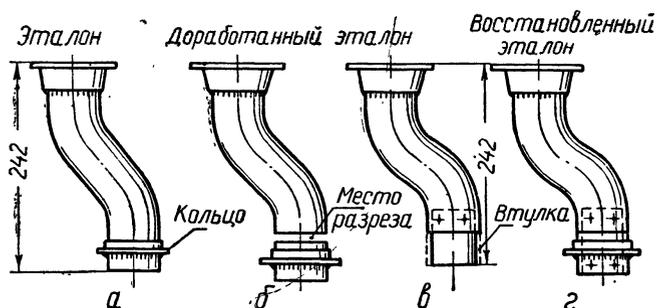
Фиг. 301. Монтаж сборочного стэнда коллектора.

Монтаж фиксаторов 8, являющихся подобием выхлопных окон цилиндров мотора, также производится по вспомогательному шаблону 9 с применением монтажных штырей 10.

Для монтажа фиксаторов 11 узлов крепления коллектора к мотораме пользуются шаблоном (см. фиг. 293), предусмотренным для увязки двух стыкуемых приспособлений.

### § 6. Монтаж по эталонам

Монтаж приспособлений по сварочным эталонам производится в случаях, когда чертеж изделия не имеет полной координации размеров, затруднительна пространственная увязка узлов и требуется точное дублирование приспособлений.

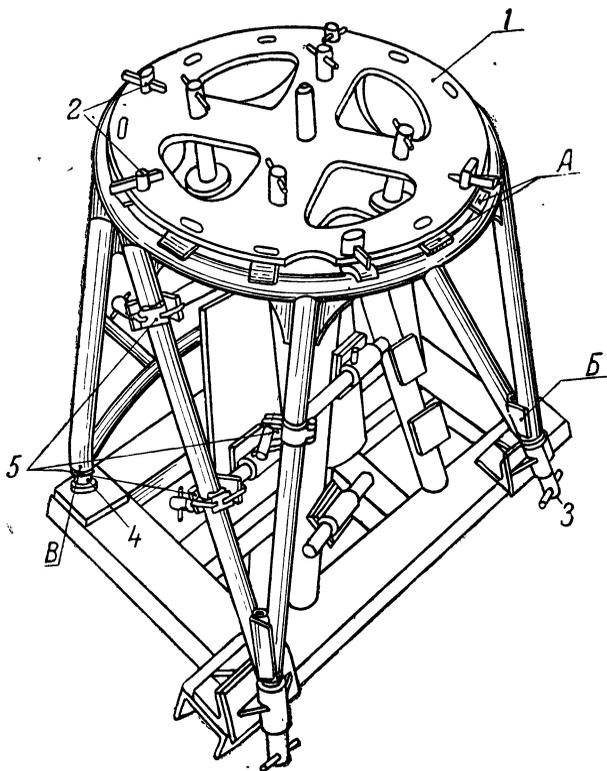


Фиг. 302. Способ доработки эталона патрубка для монтажа операционного приспособления.

Использование эталонов значительно снижает трудоемкость монтажа, обеспечивает его однотипность и является единственным методом изготовления приспособлений для узлов без полной координации размеров. Если необходимо изготовить сварочный эталон с припуском на последующую усадку, то его собирают путем усиленной прихватки по размерам так называемых «схем усадки» и отмечают, что «эталон сварочный». Если требуется смонтировать приспособление для промежуточной операции, а имеется эталон окончательного узла, то эталон дорабатывают. Например, имеется эталон патрубка с фланцем (фиг. 302), а требуется смонтировать приспособления для сварки двух частей патрубка. В этом случае эталон может быть доработан, как показано на фиг. 302, б—г. Примером монтажа приспособлений по сварочным эталонам может служить фиг. 303, на которой показана установка по эталону фиксаторов труб в стапеле моторамы. Основной монтаж стапеля проведен ранее с помощью пространственной разметки (см. фиг. 291). Эталон прикрепляется к диску 1 стапеля кольцом крепления мотора А с помощью штырей 2 и к центроплану с помощью ста-

канов *Б* и *В* и штырей *3* и *4*; по трубам эталона монтируют фиксаторы *5*.

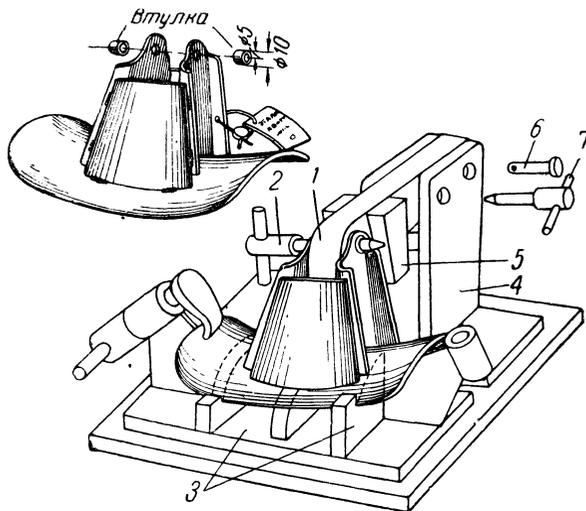
На фиг. 304 показан доработанный эталон и приспособление. По эталону производится монтаж приспособления. В ушках эталона имелись отверстия диаметром  $6,2$  мм, а в приспособлении — диаметром  $5$  мм. Отверстие в эталоне рассверливают и вставляют втулку диаметром  $10/5$  мм. При монтаже приспособ-



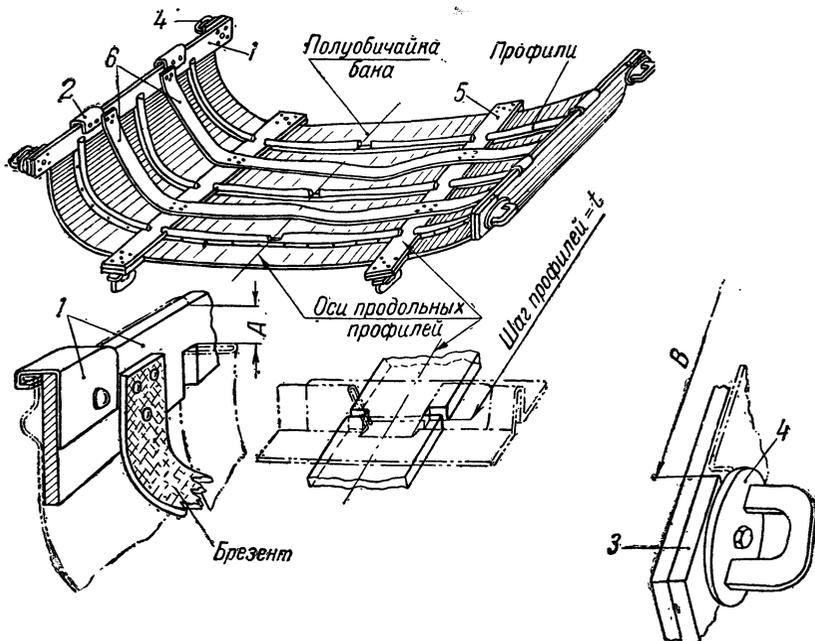
Фиг. 303. Монтаж фиксаторов труб по эталону.

ления эталон надевают на планку *1* и штырем *2* совмещают отверстия. Под эталон подводят ложементы *3* и производят окончательную припиловку. Затем укрепляют стойку *4* с упором *5* и после припиловки прихватывают к корпусу. В дальнейшем засверливают отверстия под валик *6* и штырь *7*, устанавливают с припиловкой прижимы и закрепляют фиксаторы.

На фиг. 305 показано приспособление для сборки под точечную электросварку обичайки бака с профилями жесткости. От приспособления требуется обеспечение возможности установки профилей на половине обичайки по шагу  $t$  и размеру  $A$ .



Фиг. 304. Монтаж приспособления по доработанному сварочному эталону.



Фиг. 305. Приспособление для сборки под точечную электросварку профилей жесткости с полуобичайками бензобаков.

Изготовление такого приспособления (для уменьшения веса металлические детали изготавливают из дуралюмина) для конусных баков производится по болванке и эталону. На болванке бака (см. фиг. 298,а), установленной в положение полета, производят разметку осей поперечных и продольных профилей. На болванку накладывают планку 1 (фиг. 305), на которую переносят с болванки риски осей профилей и мест стыковки обичайки с днищами, так как истинные размеры шага по плоскости болванки отличны от размеров, размеченных на болванке и представляющих собой проекции истинных размеров. По рискам выпиливают вырезы, фиксирующие профили, затем устанавливают прихваты 2, упоры 3 (по рискам стыковки обичайки с днищами) и поворотные прижимы 4. После изготовления промежуточных планок 5 приступают к монтажу. На половину обичайки бака с болванки переносят оси продольных профилей, затем на ней укрепляют крайние планки и по осям продольных профилей укладывают промежуточные планки 5, после чего свободно накладывают брезентовые ремни 6 и приклепывают их к планкам. После припиловки прижимов 4 и доводки захватов 2 снимают приспособление с обичайки.

## § 7. Монтаж по макетам

Монтаж взаимно увязанных приспособлений производится по макетам (фиг. 306) и отличается небольшой трудоемкостью.

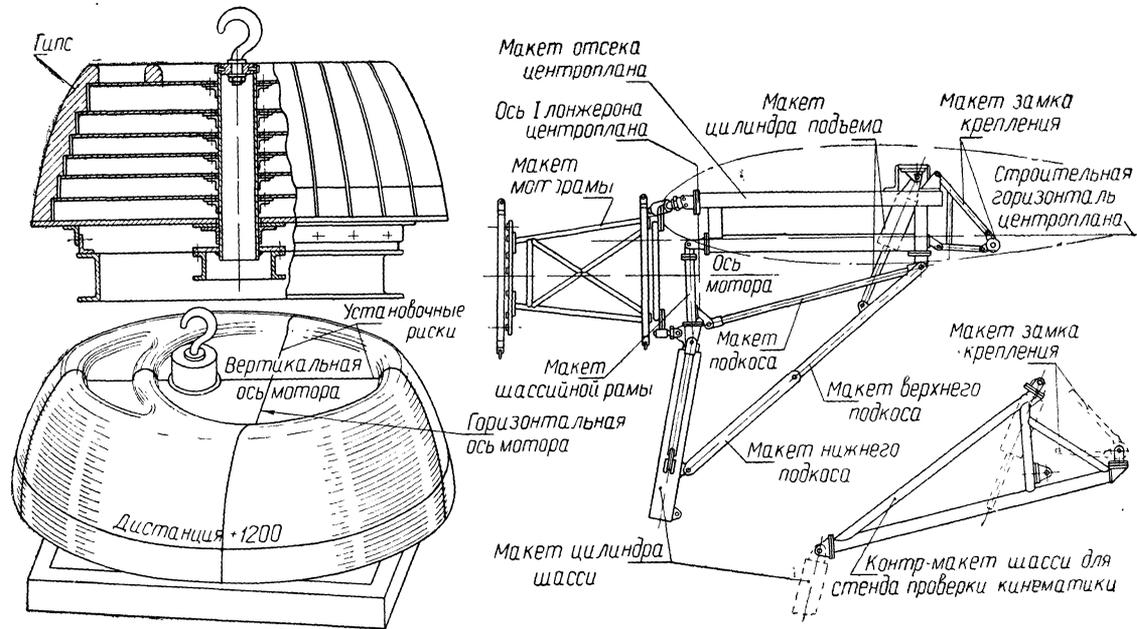
Монтаж по макетам производится в случае изготовления контрольных приспособлений и ступеней для окончательной сборки сварных агрегатов с другими узлами и деталями. Этот метод монтажа используется также для настройки обрабатывающих головок и фиксирующих баз стенов механической обработки.

Монтаж по контрмкетам производится в аналогичных случаях для увязки согласованных с макетами узлов. Макеты снабжаются точными установочными базами в трех измерениях.

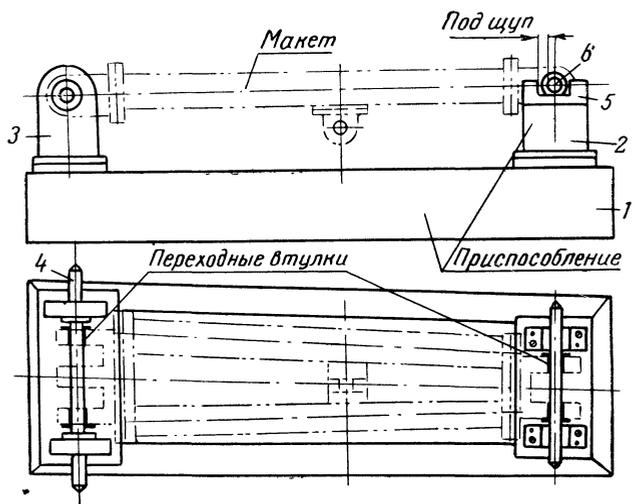
Монтаж приспособления для проверки узла после сварки (фиг. 307) производится по макету подкоса следующим образом. На раму 1 устанавливают стойки 2 и 3, которые штырями 4 связываются с макетом. Макет снабжен втулками, увязанными с припусками на размеры во время сварки. Затем устанавливается фиксатор 5, который штырем 6 соединяют с макетом.

Монтаж ступени для окончательной сборки моторамы производится по макету (фиг. 308), состоящему из нескольких разъемных частей.

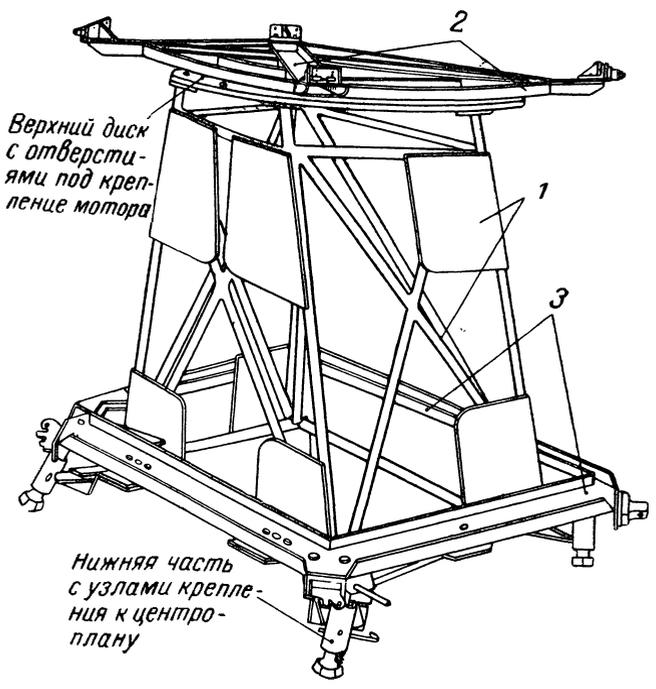
Монтаж ступени (фиг. 309) с применением пространственной разметки начинают с установки на нижнюю ферму ступени корпуса макета, который скрепляют со стержнями 1 и 2; затем регулируют стержни в подшипниках 3 и 4 так, чтобы обеспечить совмещение рисок осей мотора на макете с осями корпуса



Фиг. 306. Макеты и контрмакеты стыкуемых агрегатов.



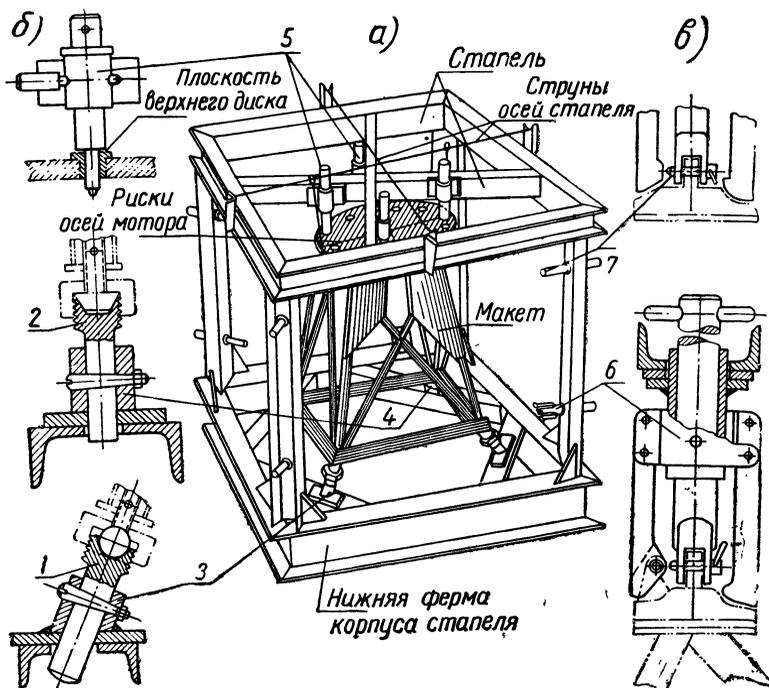
Фиг. 307. Монтаж контрольного приспособления по макету подкоса.



Фиг. 308. Макет моторамы из нескольких разъемных частей.

стапеля и точную горизонтальную установку макета по плоскости верхнего диска и по штырям 7, вставленным в отверстия узлов крепления капота. После проверки правильности установки макета стержни 1 и 2 прихватывают к подшипникам 3 и 4, а последние — к корпусу стапеля; на этом заканчивается установка макета.

Затем на верхней ферме корпуса приспособления устанавливают фиксаторы 5, определяющие заданное положение мотора относительно стапеля, а на стойках монтируют узлы 6, по которым устанавливают кронштейны крепления капота.

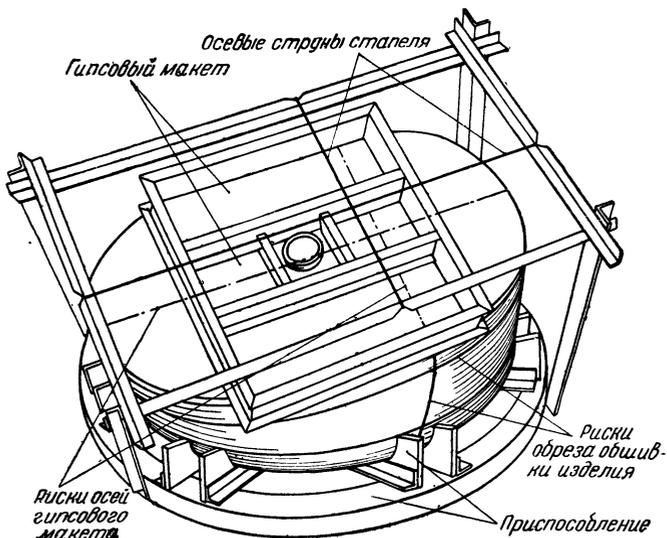


Фиг. 309. Монтаж стапеля по макету с помощью пространственной разметки.

На фиг. 309,в показан монтаж узлов 6 с фиксаторами, определяющими положение кронштейнов крепления капота, а на фиг. 309,б — монтаж фиксаторов 5, определяющих положение мотора в стапеле.

В годы Отечественной войны, когда в производство были внедрены новые типы самолетов с крупными агрегатами, изготовляемыми точечной сваркой вместо клепки, начали применять крупные стапели для сборки под точечную электросварку. В качестве примера на фиг. 310 показан стапель для сборки и прихватки части капота, монтаж которого производится по гипсо-

вому макету, показанному на фиг. 306. Применение гипсового макета значительно упрощает монтаж. Перед монтажом макет необходимо строго увязать с реперными базами приспособления



Фиг. 310. Монтаж приспособления для части агрегата по гипсовому макету.

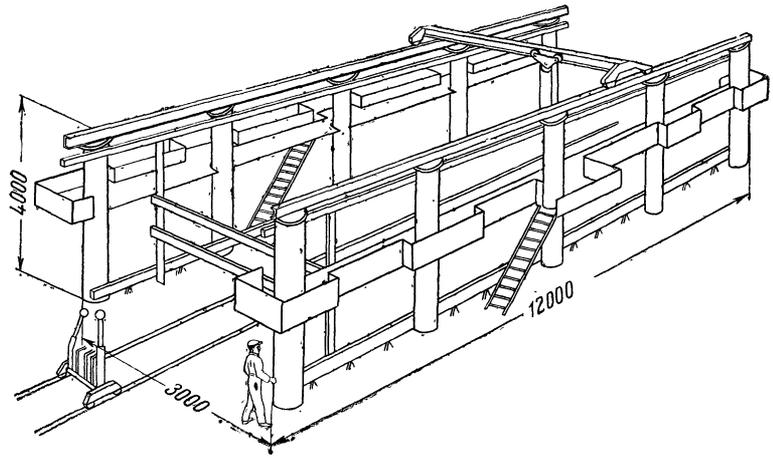
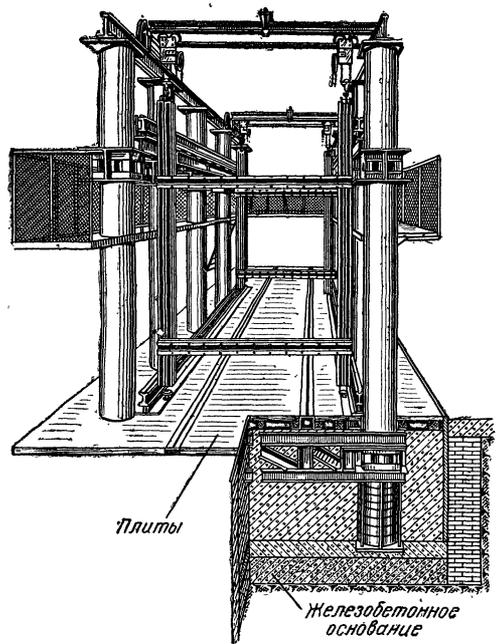
соблений. Ложементы-фиксаторы предварительно обрабатывают по шаблонам, скопированным с контуров макета.

## § 8. Монтаж в инструментальном стенде

Применение инструментального стенда для монтажа приспособлений является дальнейшим развитием способов изготовления приспособлений по макетам и шаблонам, причем отпадает необходимость в нормальных измерительных инструментах или оптических приборах.

Особенностью монтажа в инструментальном стенде является замер размеров между рабочими местами фиксаторов посредством системы координатных линеек при помощи вспомогательных принадлежностей и переходных фитингов, изготавливаемых по предельным допускам 2-го и выше класса точности. Такой способ обеспечивает точность монтажа до 0,025 мм против точности 0,25 мм при монтаже по разметке и 0,5 мм при монтаже с помощью нивелира.

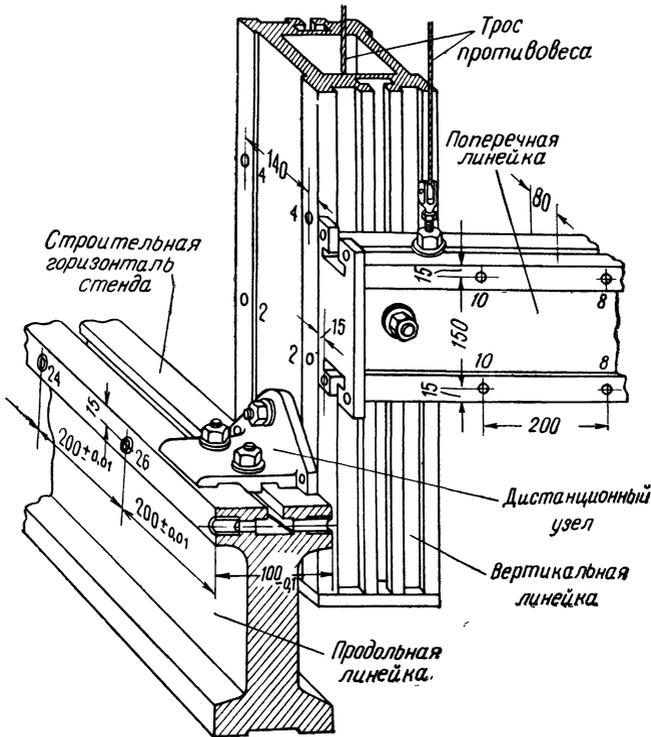
Необходимость такой степени точности изготовления оснастки диктуется условиями стыковки агрегатов. В инструментальном стенде монтируют приспособления для сборки стыкуемых агрегатов, особенно при производстве крупных самолетов.



Фиг. 311. Инструментальный стенд.

Основными частями инструментального стенда (фиг. 311) являются:

- а) железобетонное основание с плитами, рельсами и тележками;
- б) каркас с рельсами, кран-балками и рабочими площадками для монтажников;
- в) набор продольных, вертикальных и поперечных координатных линеек с точно расположенными отверстиями и Т-образными пазами (фиг. 312).



Фиг. 312. Узел соединения координатных линеек.

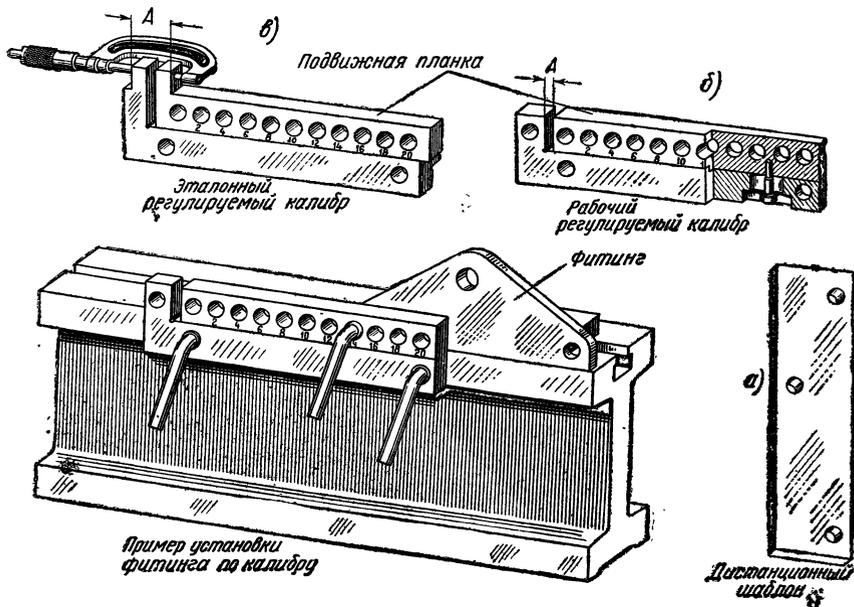
Для измерения размеров в инструментальном стенде используются дистанционными шаблонами с отверстиями, рабочими калибрами (фиг. 313), дистанционными узлами, служащими для установки и закрепления координатных линеек, и переходными фитингами для установки по ним фиксаторов. На фиг. 314 в качестве примера показаны фитинги для ушковых и вильчатых фиксаторов.

При монтаже по шаблонам применяют, кроме того, фиксирующие шаблоны — ШМФ<sup>1</sup> (фиг. 315), по которым разме-

<sup>1</sup> ШМФ — шаблон монтажный фиксирующий.

щают фиксаторы (шаблоны копируются с ШКК)<sup>1</sup>, и фиксирующие узлы, предназначенные для установки шаблонов ШМФ.

Крепление фиксаторов и других установочных узлов к каркасам производится путем заливки стержней узлов и патрубков каркаса легкоплавким сплавом НИАТ-23, который обладает достаточной прочностью и, охлаждаясь, расширяется, обеспечивая надежное соединение. Стержень узла снаружи, а



Фиг. 313. Вспомогательные принадлежности, применяемые при монтаже в инструментальном стенде.

патрубок каркаса внутри снабжаются канавками. Для предотвращения даже незначительного смещения соединяемых сплавом деталей стержень узла и патрубок каркаса проштифтовываются после охлаждения сплава.

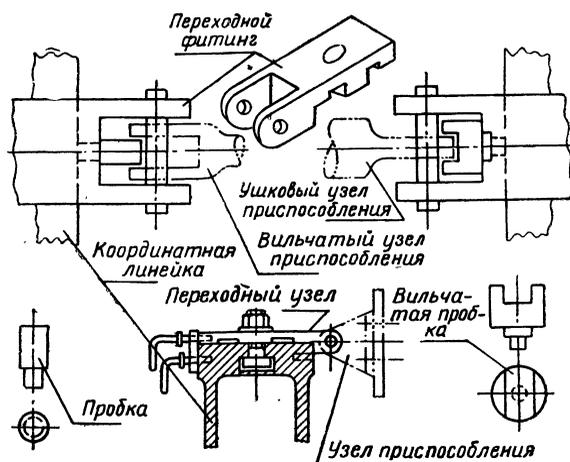
Крепление фиксаторов заливкой обеспечивает установку точно по размерам, полностью устраняет подгоночные работы и значительно облегчает демонтаж, так как сплав легко расплавляется паяльной лампой.

Монтаж приспособлений в инструментальном стенде производится в следующем порядке. В стенд устанавливают и надежно закрепляют каркас приспособления. С помощью дистанционных узлов устанавливают координатные линейки, на которых

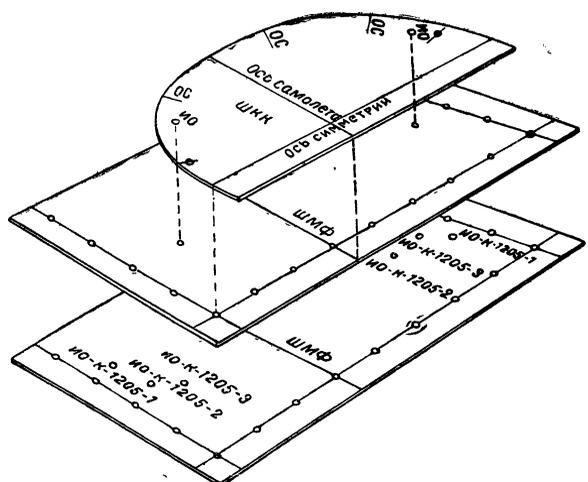
<sup>1</sup> ШКК — шаблон контрольный контурный.

располагают переходные фитинги; по этим последним монтируют фиксаторы приспособлений (фиг. 317).

При монтаже по шаблонам фиксаторов и рубильников для криволинейных деталей (фиг. 318) на установленные по задан-



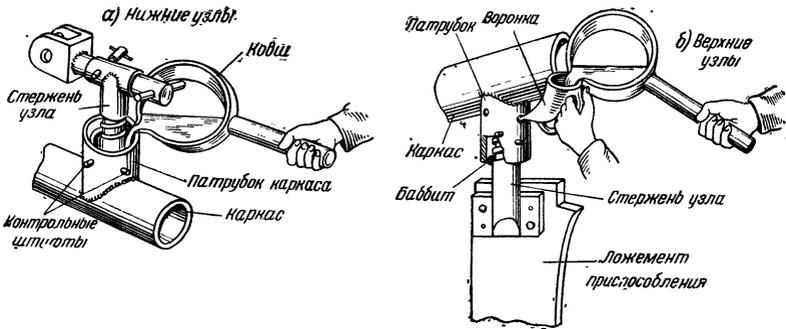
Фиг. 314. Переходные фитинги для ушковых и вильчатых фиксаторов приспособлений.



Фиг. 315. Увязка инструментальных отверстий ШКК и ШМФ.

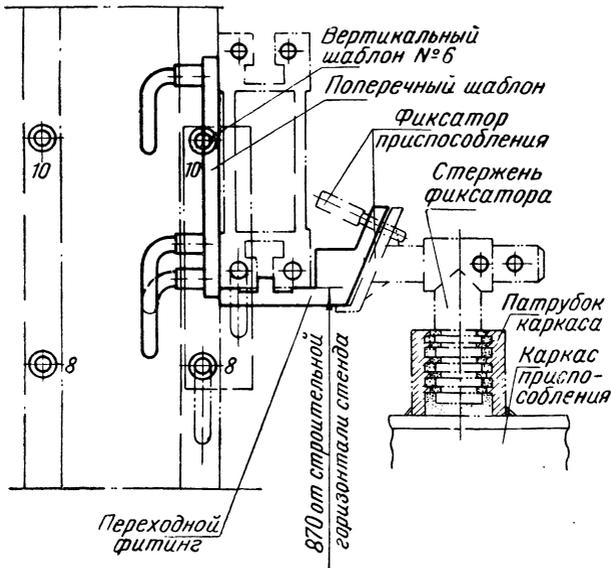
ным размерам координатные линейки с помощью фиксирующих узлов устанавливают шаблоны ШМФ и затем по инструментальным отверстиям совмещают фиксаторы. Шаблоны в стенде располагают в положении полета самолета.

Для точного монтажа приспособлений решающее значение имеет точное изготовление переходных фитингов в пределах допусков 2-го класса точности и выше (до 0,01 мм).



Фиг. 316. Заливка нижних и верхних узлов легкоплавким сплавом.

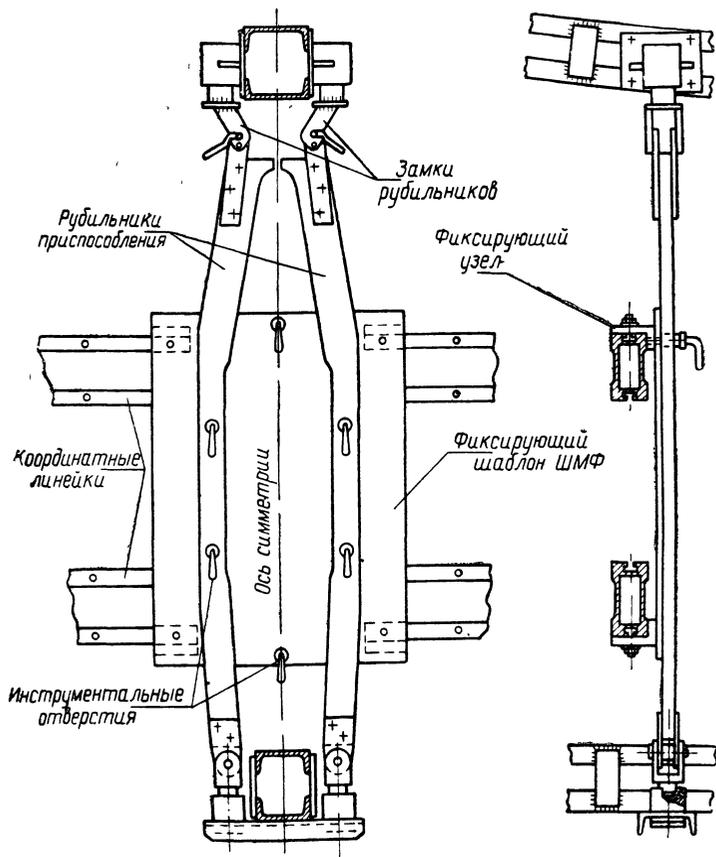
Чтобы выдержать все размеры в пределах допусков, поверхности фитингов шлифуют или шабруют, а отверстия растачивают на координатно-расточных станках.



Фиг. 317. Установка переходных фитингов и монтаж фиксаторов приспособлений.

Изготавливать фитинги для стыкуемых агрегатов рекомендуется одновременно, но также с соблюдением заданной точности изготовления каждого фитинга.

Криволинейные шаблоны для монтажа рабочих узлов приспособлений в инструментальном стенде снимают с плаза. С помощью фото изготавливают увязанный по координатным отверстиям плаза шаблон для группы совмещенных сечений, так называемый эталонный шаблон.



Фиг. 318. Монтаж рубильников приспособлений по шаблонам.

Шаблон снабжают дистанционной сеткой рисок, монтажными отверстиями по оси симметрии и по горизонтали, контурами совмещенных сечений и инструментальными отверстиями узлов приспособлений.

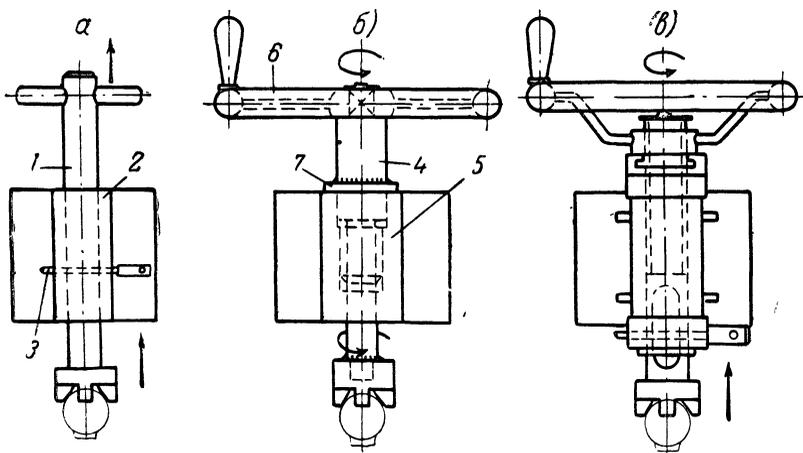
Затем с эталонного шаблона копируют фиксирующие шаблоны, на которые переносят монтажные отверстия и инструментальные отверстия узлов приспособлений с соответствующей нумерацией.

## § 9. Периодический ремонт и доработка приспособлений

В процессе работы приспособления теряют свою первоначальную точность.

На основании опыта использования приспособлений на данном заводе устанавливаются сроки периодической проверки и ремонта их.

Крупные агрегатные приспособления должны проверяться примерно каждые три месяца; средние приспособления — каждые шесть месяцев и мелкие — по прошествии от двух до вось-



Фиг. 319. Усовершенствование отдельных узлов в связи с отработкой технологии и требованиями эксплуатации.

ми месяцев. Часто проверяют приспособления для сборки-прихватки, агрегатной сборки и механической разделки, как наиболее влияющие на правильность изготовления узлов и агрегатов.

Для увеличения долговечности и облегчения ремонта приспособления изготовляют массивными, а рабочие места втулок, штырей и других рабочих деталей закалывают.

После ремонта или проверки в паспорте приспособления делают соответствующие отметки, что особенно важно для приспособлений, имеющих в нескольких комплектах — дублерах. При демонтаже следует следить за тем, чтобы не нарушить правильности установки узлов, не подлежащих демонтажу; не изменить места установки снимаемого фиксатора в случае демонтажа нескольких однотипных фиксаторов; облегчить последующий монтаж, осторожно выбив контрольные шпильки.

В авиационной промышленности часто имеют место изменения некоторой части агрегатов, требующих внесения соответствующих изменений в приспособления. Кроме того, совершенствование технологии и стремление к снижению трудоемкости изготовления изделий вызывает необходимость в усовершенствовании отдельных узлов приспособлений. Для примера на фиг. 319 показаны последовательные стадии усовершенствования узла. Существующий узел фиксации стыковочной точки моторамы (фиг. 319,а) требовал приложения больших усилий для вертикальных перемещений, а совмещение отверстий стержня 1 и втулки 2 перед установкой запорного фиксатора 3 было затруднительно. Установкой нового узла (фиг. 319,б) с резьбой на стержне 4 и во втулке 5 облегчено вертикальное перемещение, осуществляемое вращением штурвала 6; упор 7 на стержне 4 заменил запорный фиксатор. Однако при использовании узла выяснилось, что при вращении стержня на поверхности изделия получают царапины, а также возможны случаи недоведения до упора. Поэтому была применена новая конструкция (фиг. 319,в), свободная от этих недостатков.

### Глава третья

## НАЛАДКА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

На авиационных заводах принято во вновь изготовленном приспособлении собирать один пробный агрегат. Во время этой работы выявляются ошибки, допущенные конструкторами, а также технологические неувязки.

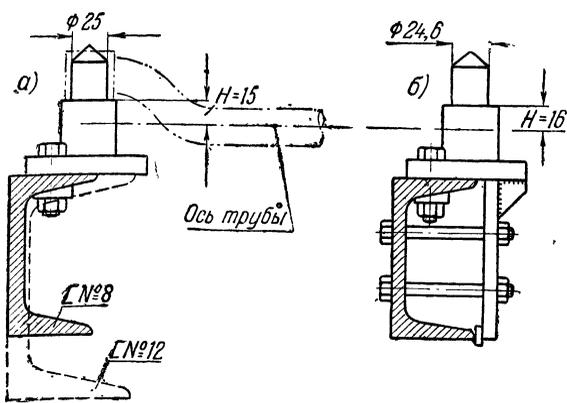
### § 1. Недостатки конструкции приспособлений, устранимые при наладке

Причинами конструктивных недостатков приспособлений является небрежность конструкторов, недостаточная четкость и определенность технических условий на проектирование и замена материалов в цехах приспособлений. На фиг. 320 показан случай, когда ошибочно заданный конструктором размер фиксатора  $H=15$  и диаметр отверстия втулки 25, а также замена швеллера в цехе приспособлений вызвали необходимость переделки узла при наладке (фиг. 320,б).

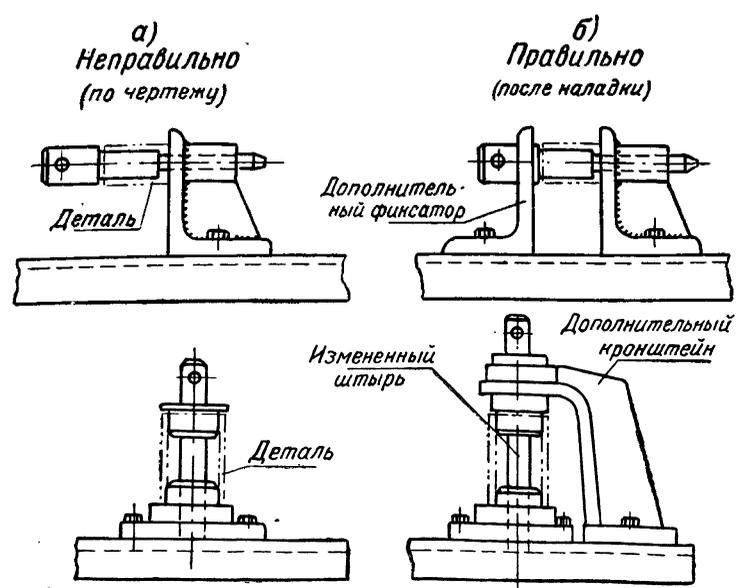
Частым недостатком приспособлений является недостаточная фиксация в местах, где детали фиксируются с одного торца (фиг. 321,а и б).

Правильная и неправильная фиксация шайб по кернам на заостренных концах болтов показана на фиг. 322,а—е.

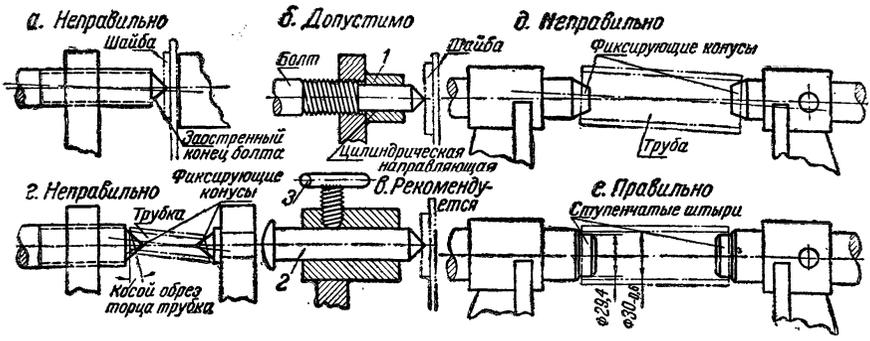
На фиг. 322,б показано приспособление для установки шайб, доработанное при наладке путем установки втулки 1 с цилинд-



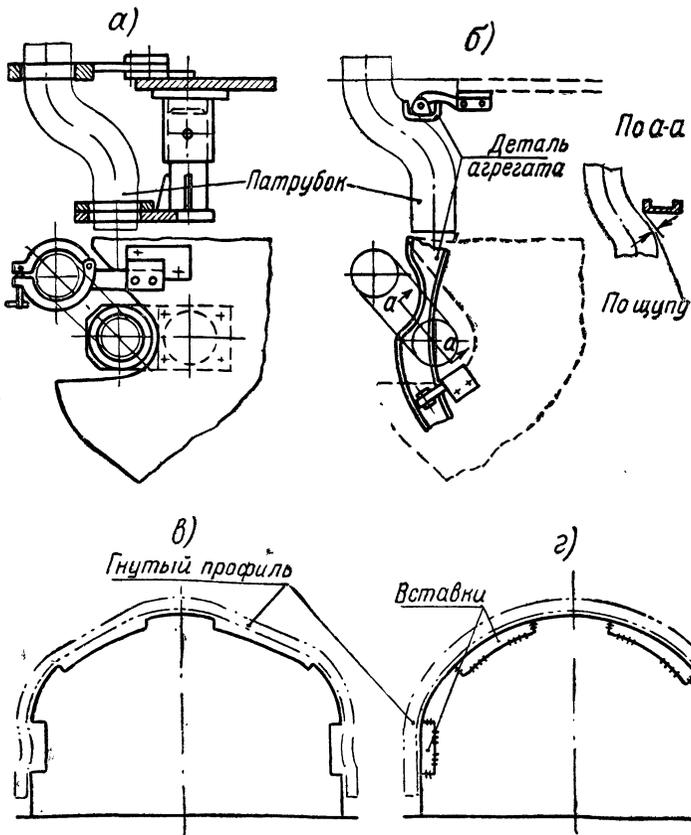
Фиг. 320. Изменение фиксаторов в связи с неувязками чертежей приспособлений.



Фиг. 321. Способы устранения неточности фиксации деталей изделия при отладке приспособлений.



Фиг. 322. Неточная фиксация шайб и труб и способы доработки приспособлений при наладке.



Фиг. 323. Способ устранения недостаточной и неточной фиксации.

рической направляющей. Неудобством таких фиксаторов является необходимость вращения болтов, увлекающих за собой детали изделия. Более целесообразны фиксаторы 2 (фиг. 322,в) с зажимом болтами 3 после поджима деталей усилием от руки. Фиксация труб по внутреннему диаметру конусами (фиг. 322,г и д) не обеспечивает надежной соосности, так как торцы труб не строго перпендикулярны к оси трубы, а незначительные местные неровности искажают сечение трубы, делая его овальным, что ведет к смещению оси. При наладке устраняют эти недостатки путем использования ступенчатого штыря по максимальному минусовому допуску трубы (фиг. 322,е).

На фиг. 323,а показан случай недостаточной фиксации изогнутого патрубка из-за незначительных неточностей половин патрубка. На фиг. 323,б показан узел фиксации, доработанный при наладке.

Стремление облегчить условия фиксации гнутых профилей приводит к уменьшению стыкуемых поверхностей (фиг. 323,в), что часто нарушает плавность кривизны профилей, так как не позволяет проверить их правильность и при наладке требует приварки вставок, придающих правильную форму обводу (фиг. 323,г).

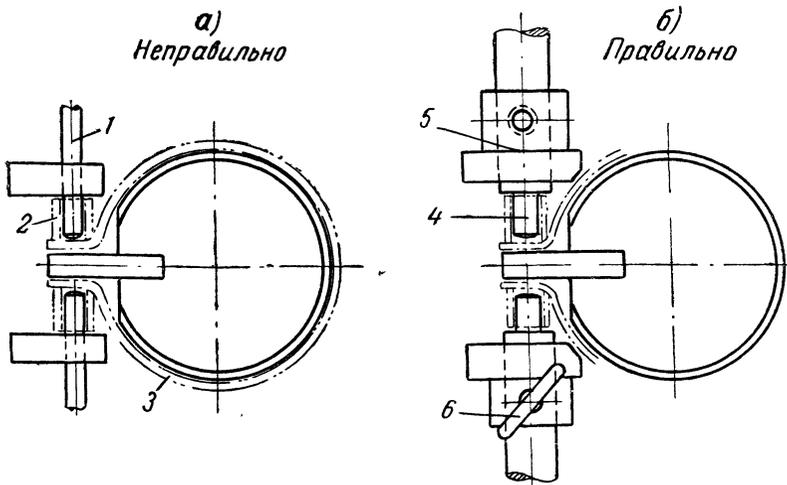
## **§ 2. Недостатки приспособлений, затрудняющие сборку и подгонку деталей**

Затруднения при сборке деталей часто вызываются нагревом близко расположенных элементов приспособления. На фиг. 324,а показано приспособление, в котором установка штырей 1 должна производиться после установки трубок 2 и хомута 3. Из-за нагрева элементов приспособления при прихватке первых узлов приходится устанавливать трубки 2 с помощью пластинчатых пинцетов, что неудобно. На фиг. 324,б показано, как этот недостаток устранен при наладке применением ступенчатых штырей 4. На штыри надевают трубки 2, которые затем вставляют в направляющие стойки 5 и зажимают винтами 6.

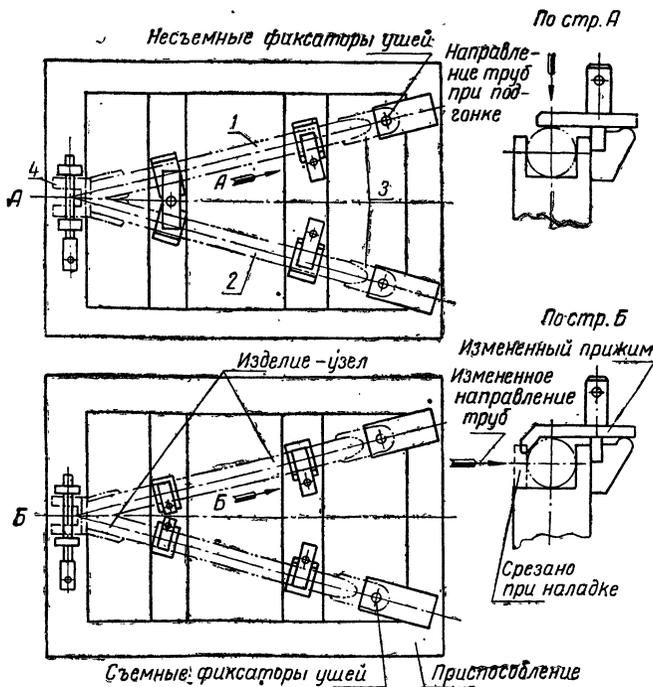
Добиваясь повышения точности собираемых узлов, следует сокращать трудоемкость подгонки деталей. На фиг. 325,А показано приспособление, в котором подгонка и припиловка труб 1 и 2 затруднительна, так как для примерки необходимо снимать уши 3 и 4. Эти недостатки устранены доработкой фиксаторов (фиг. 325,Б). Для облегчения съема узлов после прихватки жесткие фиксаторы ушей заменены съемными.

На фиг. 326 показано приспособление, в котором трудности съема после прихватки устранены при наладке путем опиловки части пластины 1 (заштрихованной на фигуре) и прижима втулки изделия к пластине 2 штырем 3 с гайкой 4.

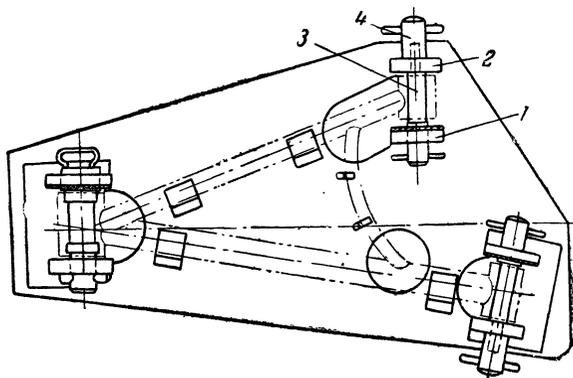
Фиксация деталей изнутри (фиг. 327,а) затрудняет снятие узла после прихватки (из-за усадки); поэтому при наладке пе-



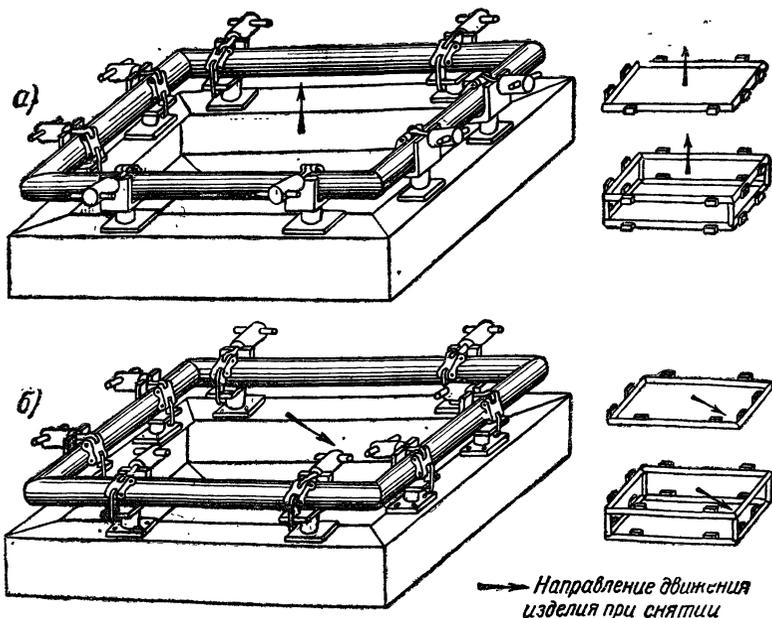
Фиг. 324. Устранение конструктивных недостатков приспособлений для прихватки мелких деталей.



Фиг. 325. Уменьшение трудоемкости сборки и подгонки в результате изменения фиксаторов.



Фиг. 326. Облегчение условий снятия изделия путем доработки фиксаторов.

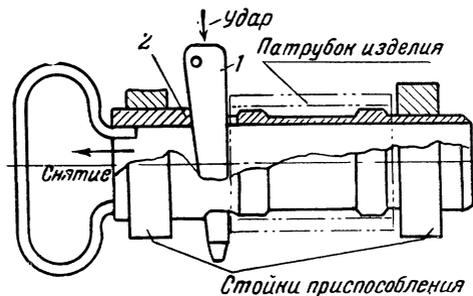


Фиг. 327. Изменение положения фиксаторов с целью облегчения условий снятия изделий из приспособлений.

реставляют фиксаторы, располагая их с учетом удаления узла под некоторым углом (фиг. 327,б); при правильном выборе направления съема такой способ не ухудшает условий подгонки деталей.

Удаление узлов из приспособлений облегчается применением выталкивателей.

На фиг. 328 показана конструкция, в которой путем забивки клина 1 в прорезь штырь 2 выталкивается из патрубка изделия. Применение выталкивателей облегчает работу и поэтому может быть рекомендовано для широкого распространения.



Фиг. 328. Выталкивание штыря из патрубка изделия с помощью клина.

На фиг. 329 показано приспособление с недостаточно жесткой рамой. Этот дефект был обнаружен при установке в приспособление узла с размером А. Для увеличения жесткости при наладке к раме была приварена вторая рама, представляющая собой зеркальное отражение основной (фиг. 329). Такой способ увеличения жесткости рам вполне оправдан. Иногда бывает достаточно местного усиления рамы, причем стойки фиксаторов укрепляют подкосами или жесткой связью (фиг. 329,б), соединяемой штырями во время сборки и прихватки. Съёмные детали откидываются перед удалением узла из приспособления.

#### Осмотр при подгонке и прихватка деталей

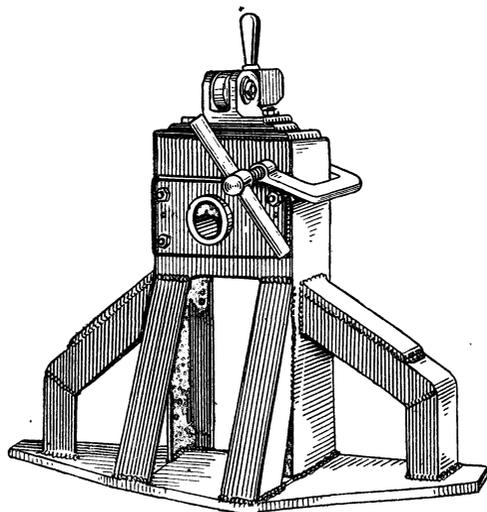
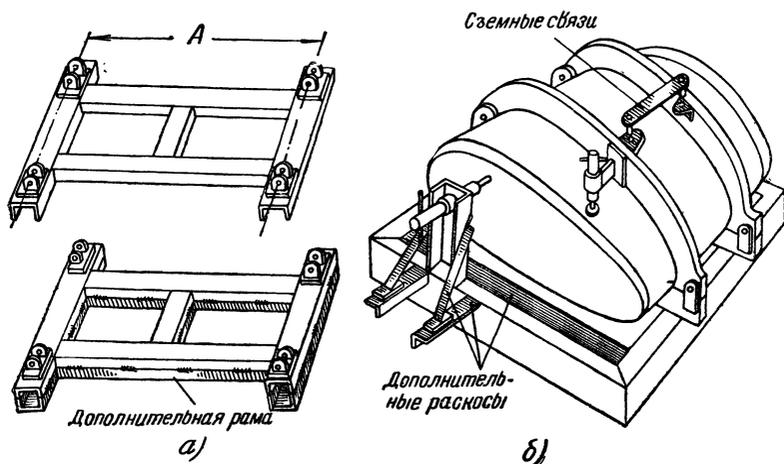
Тщательность подгонки деталей, входящих в сварной узел, значительно влияет на качество сварки, поэтому доступность осмотра мест подгонки должна быть максимально обеспечена.

На фиг. 330 показан узел приспособления, в котором после опиловки угла (на фигуре заштриховано) обеспечен осмотр узла изделия. Для увеличения доступности снизу в раме вырезана полка швеллера.

Для удобства прихватки в приспособлениях должны быть вырезаны окна в рамах и у мест сопряжения деталей изделия с деталями приспособлений.

На фиг. 330,б показано приспособление, в котором прихватка узла снизу невозможна, а на фиг. 330,в — то же приспособление с вырезом.

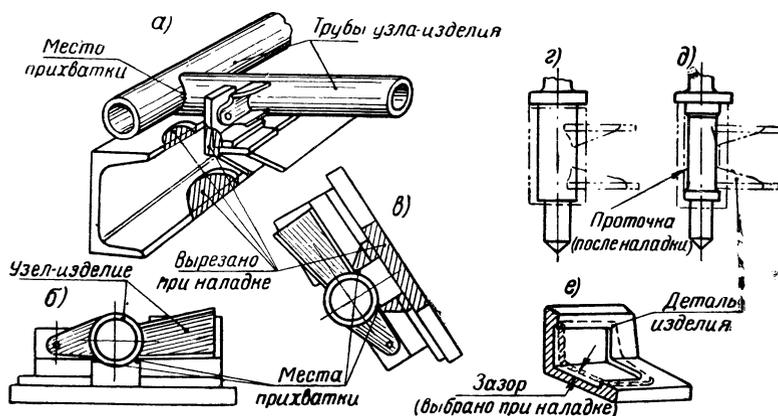
Зазор у мест прихватки между деталями и фиксаторами увеличивает производительность прихватчика, так как устраняет



Фиг. 329. Способы увеличения жесткости рам и устойчивости фиксаторов, применяемые при наладке.

отвод тепла массивными фиксаторами. Зазоры должны предусматриваться конструктором, а в случае отсутствия их обязательно обеспечиваться при наладке. На фиг. 330,г показан фиксатор без зазора, а на фиг. 330,д — тот же фиксатор после

проточки кольцевых канавок, обеспечивающих зазор. В случае невозможности создания зазоров по всему месту прихватки ограничиваются зазорами лишь на отдельных участках (фиг. 330,е), на которых производится прихватка.



Фиг. 330. Обеспечение доступности осмотра деталей изделия в процессе наладки.

### § 3. Недостатки приспособлений, зависящие от производства

Дефекты приспособлений, появляющиеся в процессе производства, зависят от оборудования, ошибок исполнителей и недосмотра при изготовлении, а также от нечеткости размеров на чертежах, неправильной увязки монтажных размеров, неопределенности указаний при монтаже по шаблонам и т. д.

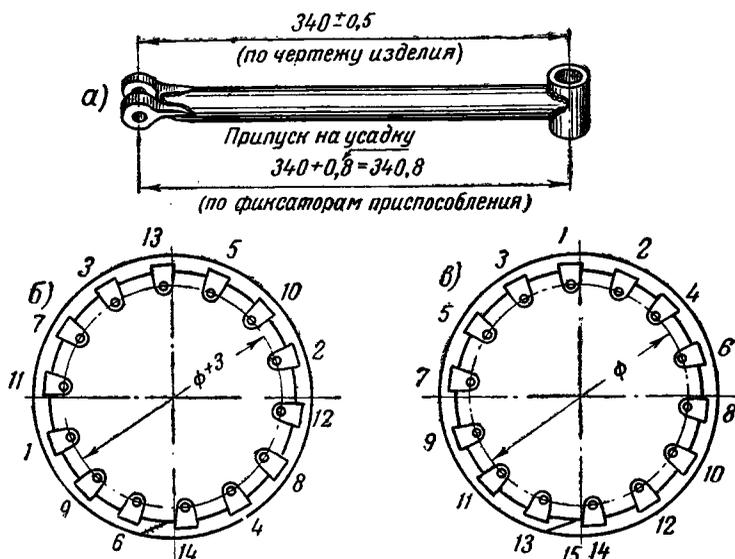
Упущения в части несоответствия марки материала, использованного для деталей и указанного на чертеже, неправильности профиля режущего инструмента, неточности мерительного инструмента, неправильности форм и размеров деталей и узлов недопустимы.

Практически такие упущения иногда имеют место, и поэтому задачей наладчиков является принятие соответствующих мер для устранения таких дефектов.

Наладчики являются связующим звеном между конструкторами, цехами приспособлений и производством: они могут сократить сроки внедрения приспособлений и обеспечить своевременный выпуск достаточного количества качественных агрегатов самолета.

Многие дефекты приспособлений, затрудняющие быстрое внедрение, вызываются недостаточной разработкой технологических вопросов. Причинами технологических неувязок могут быть:

- а) отклонения размеров и форм деталей изделия от предусмотренных;
- б) отсутствие увязки баз фиксации промежуточных узлов;
- в) недостаточная отработка технологических процессов (затруднительность подгонки, сварки и т. д.);
- г) несоответствие припусков на усадку, заданных «схемами усадки», с установленными при сварке опытных узлов;
- д) неточность технических условий на поставку изделий в другие цеха.



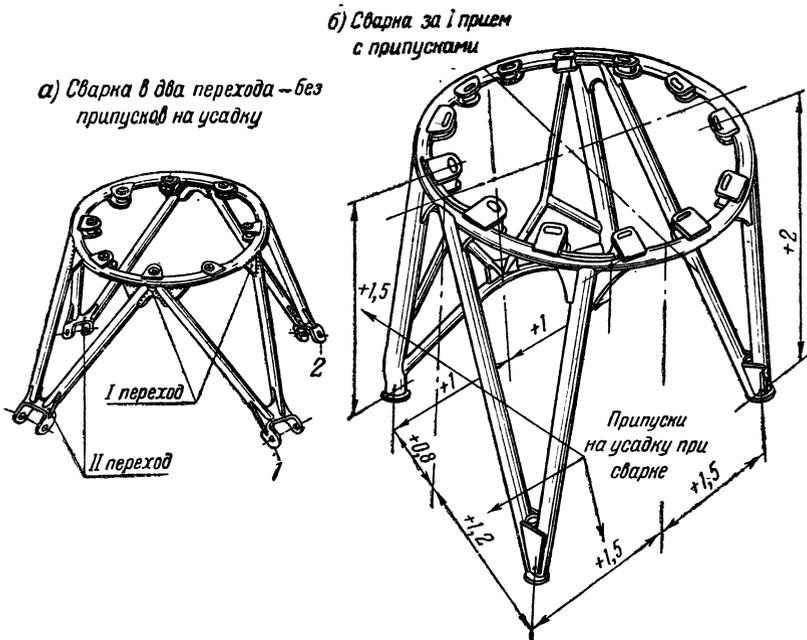
Фиг. 331. Уменьшение влияния усадки в процессе наладки.

Припуски на усадку при сварке и термообработке должны быть учтены, иначе приспособление придется перемонтировать. Если допуск (фиг. 331,а) на размер составляет  $\pm 0,5$  мм, а усадка при сварке 0,5 мм, то припуск назначают  $+0,8$  мм с гарантией, что узел не выйдет за пределы допуска. Если предполагается термическая обработка, в процессе которой узел также подвергается усадке, то размер должен быть увеличен на 0,7 мм (данные опыта). Общий припуск, устанавливаемый между фиксаторами, составит  $0,8 + 0,7 = 1,5$  мм.

Для уменьшения усадки иногда в процессе наладки технологи изменяют порядок наложения сварных швов.

На фиг. 331,б показано кольцо с кронштейнами, для которого при наладке была изменена последовательность сварки (фиг. 331,в) и стык кольца сваривался в последнюю очередь. Усадка происходила постепенно после приварки каждого кронштейна. Такой порядок приварки устраняет влияние усадки.

Для уменьшения влияния усадки сварка крупных пространственных узлов видоизменяется, с тем чтобы приварка стыковочных деталей выполнялась после сварки основной конструкции. На фиг. 332,а показан узел, в котором уши 1 и 2 привариваются после сварки труб. Деформация труб после сварки устраняется правкой, после которой прихватывают и затем сваривают уши. Полностью устранить усадку не удастся, но ее



Фиг. 332. Изменение технологического процесса сварки в процессе наладки приспособлений.

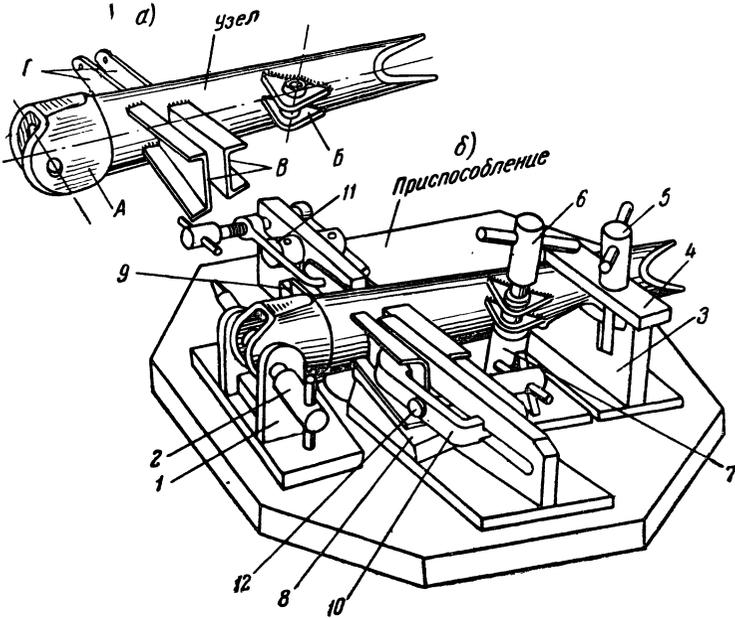
суммарная величина при такой последовательности сварки уменьшается; кроме того, при этом способе облегчается назначение нужного припуска.

#### § 4. Наладка приспособлений

На фиг. 333 показано приспособление для сборки и прихватки сварного стыкового узла. Наладку производят путем сборки, подгонки и прихватки узла в предусмотренном порядке. Стакан А (фиг. 333,а) изделия вкладывают в фиксатор 1 и вставляют штырь 2, а второй конец изделия укладывают на призму 3 и прижимают прихватом 4 с помощью гайки 5. Затем прикладывают ухо В (фиг. 333,а) изделия, припиливают его, насколько это необходимо, для установки штыря 6 в направ-

ляющую втулку 7 и после этого зажимают, ввинчивая штырь в резьбу втулки. При несоответствии фиксируемых размеров изделия проверяют и исправляют технологию, а в журналы наладки вносят отметку о необходимости исправлений.

Коробки В и пластины Г (фиг. 333,а) припиливают по ложе-  
 ментам 8 и 9, после чего их прижимают прихватами 10 и 11.  
 В процессе подгонки проверяют, не мешают ли прихваты при-  
 кладыванию деталей (если паз под болт 12 мал, то его распи-



Фиг. 333. Узел и приспособление для его сборки и прихватки.

ливают до необходимой длины); достаточна ли видимость мест подгонки и прихватки, достаточно ли точно устанавливаются детали по ложе-  
 ментам и т. п.

Необходимо также следить за тем, чтобы детали при зажатиях не перекашивались, и в случае перекаса смещают прихват к середине опорных плоскостей; одновременно проверяют надежность и продолжительность закрепления и освобождения деталей. Замеченные дефекты записывают в журнал для последующего изменения чертежа приспособления.

Затем в соответствии с технологическим процессом производят прихватку, во время которой принимают меры к обеспечению доступности мест прихватки. Прихваченный узел проверяют в соответствии с чертежом и технологией.

Проверенный узел передается на сварку, которая производится под наблюдением наладчиков.

После сварки узел вновь проверяется по стыковочным размерам для установления соответствия размеров узла указанным в чертеже и контроля величины усадки для окончательного крепления фиксаторов.

Конструктивные недостатки и технологические неувязки являются главным образом результатом недостаточного изучения конструкторами опыта эксплуатации приспособлений. Следует так организовать учет и оформление опыта наладки, чтобы предоставить конструкторам достаточно простой, наглядный и систематизированный материал для использования при проектировании.

Следует создавать иллюстрированные альбомы наладки; при сравнительном однообразии сварных агрегатов самолета и повторности ошибок такой материал легко систематизировать и сделать пригодным для использования на всех авиационных заводах.

#### *Глава четвертая*

### **НОРМАЛИЗАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Проектирование и изготовление большого количества разнообразных приспособлений требует много времени и средств. Весьма важным мероприятием по уменьшению трудоемкости оснащения приспособлениями сборочно-сварочных цехов является нормализация часто встречающихся элементов приспособлений. Нормализованные элементы следует изготавливать заблаговременно и при производстве приспособлений пользоваться готовыми деталями и узлами.

Еще больше уменьшается трудоемкость и стоимость приспособлений при условии централизованного изготовления нормализованных элементов.

Применение единых нормалей на авиационных заводах при существующей широкой кооперации производства и дублировании изделий повысит качество сварных узлов и степень взаимозаменяемости; кроме того, даст возможность заказывать оснастку и нормали на родственных заводах, упростит наладку и восстановление утерянных деталей приспособлений, полученных с других заводов, облегчит обмен опытом в области проектирования.

Основой для нормализации приспособлений служат типовые конструкции и нормализованные элементы приспособлений. Нормализованными приспособлениями считаются такие, все или большинство элементов которых нормальны. Переход к нормализованным приспособлениям возможен при условии полной нормализации элементов приспособлений.

Для типовых конструкций, например, для сборки и прихватки тяг, качалок, хомутов и простейших кронштейнов, нормальные приспособления могут быть разработаны с полной нормализацией отдельных элементов.

Подобные приспособления, применяемые для изготовления различных сварных изделий с общими признаками, например, для сборки баков, можно объединить в группу типовых приспособлений, отличающихся только размерами.

Типовые приспособления являются рациональными конструкциями, полностью отвечающими техническим требованиям изготовления сварных изделий.

Применение типовых приспособлений резко уменьшает трудоемкость проектных работ.

Важным мероприятием, увеличивающим использование типовых приспособлений для оснащения модернизированных или новых объектов производства, является создание альбомов типовых конструкций.

Следует отметить, что в настоящее время как типизация, так и нормализация приспособлений находятся в начальной стадии развития и этому важному участку работы необходимо уделять больше внимания.

Для закрепления деталей различных сварных изделий применяют универсальные приспособления: различные струбины, тисочки, кламмеры. Широкое распространение такие приспособления получили для сборки деталей под точечную сварку. Универсальные приспособления применяются в большом количестве, поэтому конструкция их должна быть нормализована.

Сравнительно реже применяют универсальные приспособления регулируемые, позволяющие производить сборку деталей различных размеров. Недостатком их является сложность конструкции и малая производительность. Точность при перестановке на другие размеры низка, так как производится в цехе «на-глазок». От частой перестановки фиксаторы быстро изнашиваются и выходят из строя. Такие приспособления иногда применяют в опытном производстве. В серийном производстве регулируемые приспособления не используются.

Большое значение для ускорения процесса проектирования приспособлений имеет типизация чертежей.

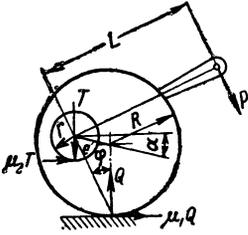
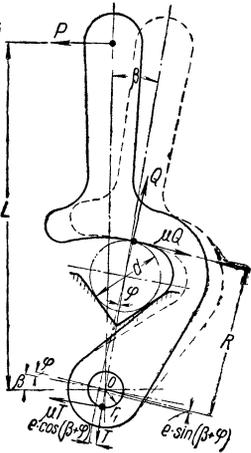
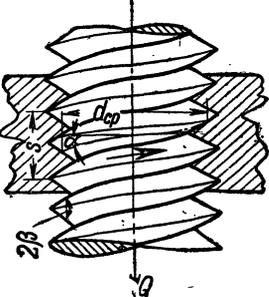
Создание единой системы чертежного хозяйства является важным мероприятием. Особое значение это имеет для новых и реконструируемых заводов, вынужденных использовать материалы родственных заводов, зачастую некачественные и некомплектные.

Создание и внедрение так называемых «слепышей» (чертежей без размеров) или чертежей бланков на ходовые типы нормальных деталей, безусловно, сократит цикл подготовки производства и уменьшит потребное количество конструкторов и чертежников.

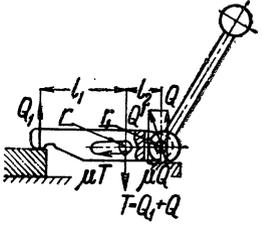
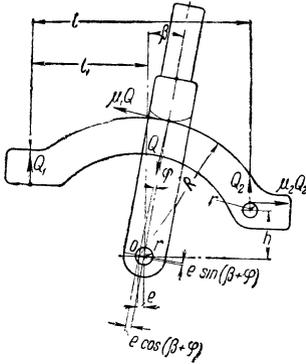
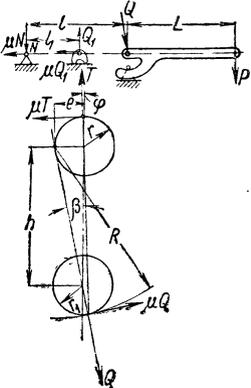
---

№ п/п	Наименование зажима	Эскиз зажима	Формула для расчета Q, кг
1	2	3	4
1	Рычажно-шарнирный		$Q = P \frac{L}{2l_1 \sin \alpha} = \infty$ <p>(без учета трения)</p>
2			$Q = \frac{P}{\operatorname{tg}^2 \rho + \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} = \frac{12}{0,3} \approx 40$
3	Клиновы		$Q = \frac{P(L - r \operatorname{tg} \rho)}{[\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg}(\alpha + \rho)](R_0 + r \operatorname{tg} \rho)} =$ $= \frac{12(10 - 0,5 \cdot 0,1)}{0,3(2 + 0,5 \cdot 0,1)} \approx 200$
4			$Q = \frac{P(L - r \operatorname{tg} \rho)}{r(1 + \operatorname{tg} \rho) \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} =$ $= \frac{12(10 - 1,2 \cdot 0,1)}{1,2(1 + 0,1)0,2} \approx 450$

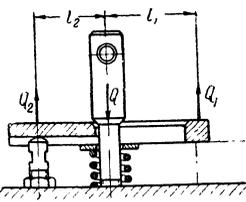
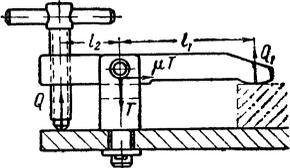
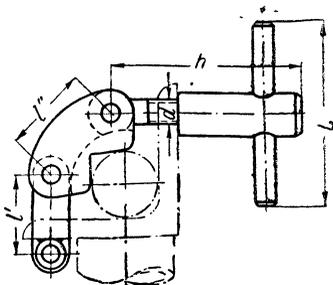
Формула для расчета $\eta$	Формула для расчета $\nu$
5	6
$\eta = 0,98$ <p>(определено графо-аналитическим способом)</p>	$\nu = \frac{2 l_1}{\pi L \frac{90}{180}} = \frac{2 S}{\pi \cdot 10 \cdot 0,5} = 0,64$
$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} (\alpha + \rho)} = \frac{0,1}{0,3} = 0,33$	$\nu = \operatorname{tg} \alpha = 0,10$
$\eta = \frac{(L - r \operatorname{tg} \rho) R \cdot \operatorname{tg} \alpha}{(R_0 + r \cdot \operatorname{tg} \rho) [\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} (\alpha + \rho)] L} =$ $= \frac{9,95 \cdot 2 \cdot 0,1}{2,05 \cdot 0,3 \cdot 10} = 0,32$	$\nu = \frac{R}{L} \operatorname{tg} \alpha = \frac{12}{10} 0,1 = 0,02$
$\eta = \frac{(L - r \operatorname{tg} \rho) \operatorname{tg} \alpha}{(1 + \operatorname{tg} \rho) \operatorname{tg} (\alpha + \rho) L} =$ $= \frac{0,85 \cdot 0,1}{1,1 \cdot 0,2 \cdot 10} = 0,45$	$\nu = \frac{r}{L} \operatorname{tg} \alpha = \frac{1,2 \cdot 0,1}{10} = 0,01$

№ п/п.	Наименование зажима	Эскиз зажима	Формула для расчета $Q$ , кг
1	2	3	4
5			$Q = \frac{P(L + \mu r \sin \alpha)}{e(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) + \mu(R + r)} =$ $= \frac{12 \cdot 10}{0,3 + 0,1(3 + 0,5)} = 185$
6	Эксцентрисовые		$Q = \frac{P(L + r\mu \sin \beta)}{e(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) + \mu(R + r \cdot \cos \varphi)} =$ $= \frac{12(10 + 0,1 \cdot 0,5 \cdot 0,15)}{0,3 + 0,1 \cdot 3,5} = 185$
7	Винтовые		$Q = \frac{2 PL}{\left( \operatorname{tg} \alpha_i + \frac{\operatorname{tg} \rho}{\cos \beta} \right) d_{cp}} =$ $= \frac{2 \cdot 120}{0,165 \cdot 1,15} = 1260$

Формула для расчета $\eta$	Формула для расчета $\nu$
$\eta = \frac{(L + \mu r \sin \alpha) e \sin \alpha}{\pi L [e(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) + \mu (R + r)]} =$ $= \frac{(10 + 0,1 \cdot 0,5) 0,3 \cdot 1}{\pi \cdot 10 (0,3 + 0,3)} = 0,17$	$\nu = \frac{2 \cdot 0,3}{\pi L} = \frac{2 \cdot 0,3}{\pi \cdot 10} = 0,02$
$\eta = \frac{(L + r \mu \sin \beta) 2e}{\pi L [e(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) + \mu (R + r \cos \varphi)]} =$ $= \frac{(10 + 0,1 \cdot 0,5 \cdot 1) 2 \cdot 0,3}{\pi \cdot 10 (0,1 + 0,35)} = 0,42$	$\nu = \frac{2 \cdot e}{\pi L} = \frac{2 \cdot 0,3}{\pi \cdot 10} = 0,02$
$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \frac{\operatorname{tg} \rho}{\cos \beta}} = \frac{0,05}{0,165} = 0,3$	$\nu = \frac{r_{\text{ср}}}{L} \operatorname{tg} \alpha = \frac{0,57}{10} 0,05 = 0,003$

№ п/п.	Наименование зажима	Эскиз зажима	Формула для расчета Q, кг
1	2	3	4
8			$Q_1 = Q \frac{l_2 - r \cdot \operatorname{tg} \rho}{l_1 + r \operatorname{tg} \rho} =$ $= \frac{180(5 - 0,5 \cdot 0,1)}{5 + 0,5 \cdot 0,1} =$ $= 180$
9	Рычажно-эксцентриковые		$Q =$ $= Q \frac{\mu R + [e + l_2 - \mu(h + r)](\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{l_1 + l_2 - \mu(h + r)} =$ $= 185 \frac{0,1 \cdot 3 + [0,3 + 5 - 0,1(1,2 + 0,5)]}{10 - 0,1(1,2 + 0,5)} =$ $= 100$
10			$Q_1 = Q \frac{l_1 + l_2 + \mu r}{l_1 + 2\mu r} =$ $= 185 \frac{10 + 0,1 \cdot 0,5}{5 + 0,1 \cdot 0,5 \cdot 2} \approx 370$

Формула для расчета $\eta$	Формула для расчета $\nu$
5	6
$\eta_{11} = \eta \frac{l_2 - r \operatorname{tg} \rho}{l_2 + r \operatorname{tg} \rho} = 0,42 \cdot 0,98 \approx 0,41$	$\nu_1 = \nu = 0,02$
$\eta_{11} = \eta \frac{l}{l + \mu r \left[ \frac{Q}{Q_1} (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) - 1 \right]} =$ $= \frac{10}{10,02} \eta \approx 0,42$	$\nu_1 = \nu \frac{l}{l_2} = 0,02 \frac{10}{5} = 0,04$
$\eta_{11} = \eta \frac{l_1}{l_1 + \mu r \left( 1 + \frac{Q}{Q_1} \right)} \approx 0,42$	$\nu_1 = \nu \frac{l_1}{l} = 0,02 \frac{5}{10} = 0,01$

№ п/п.	Наименование зажима	Эскиз зажима	Формула для расчета $Q$ , кг
1	2	3	4
11	Рычажно-винтовые		$Q = Q \frac{l_2}{l_1 + l_2} =$ $= \frac{2P L l_2}{\left[ \operatorname{tg} \alpha + \frac{\operatorname{tg} \rho}{\cos \beta} + \frac{2}{3} \operatorname{tg} \rho \left( \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right) \right] d_{\text{cp}} (l_1 + l_2)}$ $= \frac{2 \cdot 12 \cdot 10}{\left[ 0,05 + \frac{0,1}{0,866} + \frac{2}{3} \cdot 0,1 \left( \frac{2,4^3 - 1,2^3}{2,4^2 - 1,2^2} \right) \right]} 1,15 \cdot 2$ $= 300$
12	Рычажно-винтовые		$Q_1 = Q \frac{l_2 - r \operatorname{tg} \rho}{l_1 + r \operatorname{tg} \rho} =$ $= 1260 \frac{4,95}{5,05} = 1235$
13	Рычажно-винтовые		$Q_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} Q = \frac{\sqrt{2}}{2} 300 = 210$

Формула для расчета $\eta$	Формула для расчета $\nu$
5	6
$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha + \frac{\operatorname{tg} \rho}{\cos \beta} + \frac{2}{3} \operatorname{tg} \rho \left( \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)} =$ $= \frac{0,05}{0,345} = 0,15$	$\nu_1 = \nu \frac{l}{l_1} 0,003 \cdot 2 = 0,006$
$\eta_1 = \eta \frac{l_2 - r \operatorname{tg} \rho}{l_1 + r \operatorname{tg} \rho} = 0,3 \cdot 0,98 = 0,29$	$\nu_1 = \nu = 0,003$
$\eta_1 = \eta_0 \eta = 0,98 \cdot 0,3 = 0,29$ <p><math>\eta_0</math> определено графо-аналитическим способом</p>	$\nu = \frac{l' + 4l'' + 4d_{\text{cp}} \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos 45^\circ}{2(3l' + 2l'' + 4h + 4L)} =$ $= \frac{4 + 20,8 + 4 \cdot 11,5 \cdot 0,05 \cdot 0,7}{2(12 + 10,4 + 36 + 40)} \approx$ $\approx 0,15$

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. П. И. Ивашкевич, Методика проектирования приспособлений, ОНТИ, НКТП, 1935.
  2. З. Гемпе, Конструирование приспособлений и их деталей, Москва, 1931.
  3. О. И. Мюллер, Приспособления для холодной обработки металлов, ОНТИ, 1932.
  4. П. И. Ивашкевич, Приспособления в серийном и массовом производстве, Москва—Ленинград, 1931.
  5. В. Ф. Юргенс, Основы самолетостроения и подготовка производства, Оборонгиз, Москва, 1943.
  6. Л. Ю. Робачевский, В. В. Сальков, В. И. Журавлев, Приспособления и подъемно-транспортные средства в металлическом самолетостроении, Москва, 1936.
  7. Приспособление для сварки, *The Welding Journal*, 1945, № 1.
  8. Конструкции приспособлений в самолетостроении, *Welding Engineer*, 1944, № 8.
  9. Г. А. Николаев, Применение сварки в артиллерийских системах и стрелковом вооружении, Оборонгиз, Москва, 1945.
  10. В. М. Лохвицкий, Методика технической подготовки производства при переходе на плазово-шаблонный метод, Организация труда, 1939, № 7—8.
  11. Г. Г. Харламов, Методика проектирования сборочных приспособлений при плазово-шаблонном методе, Организация труда, 1939, № 7—8, стр. 11
  12. Е. И. Сухоцкий, Проектирование агрегатной сборки самолета при плазово-шаблонном методе производства, Оборонгиз, 1941.
  13. И. М. Каменев, Взаимозаменяемость и плазово-шаблонный метод производства самолетов, Оборонгиз, 1940.
  14. А. С. Гельман, Технология контактной сварки, Машгиз, 1946.
  15. А. А. Алексеев и А. И. Акун, Электрическая контактная сварка, Кубуч, 1935.
  16. Проф. А. П. Соколовский, Жесткость в технологии машиностроения, Машгиз, 1946.
  17. Н. М. Бахрах, Агрегатирование и взаимозаменяемость в самолетостроении, Оборонгиз, 1946.
  18. М. М. Балык, М. Л. Веселов, А. Т. Захаров и др., Производство самолетов, Оборонгиз, 1940.
  19. Инж. С. В. Грум-Гржимайло, Основы взаимозаменяемости в машиностроении, ОНТИ НКТП, 1946.
  20. Х. Л. Болотин, Ф. Н. Костромин, Конструирование станочных приспособлений, Машгиз, 1946.
  21. А. Я. Бродский, Регламентация правки сварных конструкций, Автогенное дело, 1946, № 7.
  22. П. Ф. Чударев, Борьба с трещинами при сварке в самолетостроении.
  23. А. Я. Бродский, Исследование правки сварных самолетных конструкций, Оборонгиз, 1948.
-

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие . . . . .	3
-----------------------	---

### ЧАСТЬ I

#### ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

<i>Глава первая. Общая часть</i>	
§ 1. Введение . . . . .	5
§ 2. Функции цехов, выпускающих сварные узлы и агрегаты . . . . .	5
§ 3. Обоснование использования приспособлений . . . . .	6
§ 4. Классификация приспособлений, применяемых в слесарно-сварочных цехах . . . . .	9
<i>Глава вторая. Методика проектирования приспособлений</i>	
§ 1. Технологическая подготовка . . . . .	13
§ 2. Технические требования к приспособлениям . . . . .	14
§ 3. Принципы конструирования . . . . .	15
§ 4. Установка деталей в приспособлениях . . . . .	18
§ 5. Упрощенные способы установки . . . . .	24
§ 6. Закрепление изделий . . . . .	35
§ 7. Опорные и направляющие элементы приспособлений . . . . .	61
§ 8. Выбор материалов при проектировании приспособлений . . . . .	68
§ 9. Выбор допусков при проектировании приспособлений . . . . .	68
§ 10. Сварка приспособлений . . . . .	73
§ 11. Техника выполнения чертежей приспособлений . . . . .	78
§ 12. Особенности проектирования приспособлений при поточном методе производства самолетов . . . . .	85
§ 13. Проектирование приспособлений при плазово-шаблонном методе . . . . .	89

### ЧАСТЬ II

#### КОНСТРУКЦИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

<i>Глава первая. Слесарно-заготовительные приспособления</i>	
§ 1. Шаблоны для опилования . . . . .	91
§ 2. Приспособления для обработки концов и гибки труб . . . . .	93
§ 3. Оправки для гибки деталей из листового материала . . . . .	100
<i>Глава вторая. Слесарно-прихваточные приспособления</i>	
§ 1. Общие понятия . . . . .	102
§ 2. Особенности конструирования сборочно-прихваточных приспособлений . . . . .	104
§ 3. Шаблоны для прихватки . . . . .	108
§ 4. Переносные приспособления . . . . .	111
§ 5. Накладные приспособления . . . . .	131
§ 6. Передвижные приспособления . . . . .	132
§ 7. Подвесные приспособления . . . . .	142
§ 8. Стапели . . . . .	142
§ 9. Разные приспособления . . . . .	150
<i>Глава третья. Сварочные приспособления</i>	
§ 1. Общие замечания . . . . .	152
§ 2. Подставки . . . . .	153
§ 3. Приспособления для сварки . . . . .	159

	<i>Стр.</i>
§ 4. Электроды специальные для контактной сварки . . . . .	169

*Глава четвертая. Приспособления для правки*

§ 1. Общие замечания . . . . .	171
§ 2. Приспособления для правки холодным способом . . . . .	172
§ 3. Приспособления для правки местным нагревом . . . . .	185

*Глава пятая. Приспособления для контроля сварных изделий*

§ 1. Общие понятия . . . . .	206
§ 2. Контрольные шаблоны . . . . .	206
§ 3. Контрольные приспособления . . . . .	206

	<i>Стр.</i>
§ 4. Средства контроля приспособлений . . . . .	214

*Глава шестая. Приспособления для термической обработки*

*Глава седьмая. Приспособления для механической доработки сварных самолетных узлов*

§ 1. Общие понятия . . . . .	222
§ 2. Кондукторы . . . . .	222
§ 3. Стапели, в которых производится разделка отверстий . . . . .	225
§ 4. Стапели для фрезерования . . . . .	229
§ 5. Комбинированные стапели . . . . .	233
§ 6. Разные приспособления . . . . .	238
§ 7. Приспособления для пневмо- и гидронспытаний . . . . .	239

**ЧАСТЬ III.**

**ПОДГОТОВКА, МОНТАЖ И НАЛАДКА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ**

*Глава первая. Изготовление деталей и узлов приспособлений*

§ 1. Подготовительные работы и заготовка деталей . . . . .	243
§ 2. Сборка узлов и корпусов приспособлений . . . . .	245
§ 3. Сварка узлов и корпусов . . . . .	248
§ 4. Правка, обработка и подготовка узлов к монтажу . . . . .	249

*Глава вторая. Монтаж приспособлений*

§ 1. Способы монтажа приспособлений . . . . .	253
§ 2. Крепление узлов к корпусам приспособлений . . . . .	255
§ 3. Монтаж по разметке . . . . .	255
§ 4. Монтаж по шаблонам . . . . .	261
§ 5. Монтаж по болванкам . . . . .	269
§ 6. Монтаж по эталонам . . . . .	273
§ 7. Монтаж по макетам . . . . .	276

§ 8. Монтаж в инструментальном стенде . . . . .	280
§ 9. Периодический ремонт и доработка приспособлений . . . . .	287

*Глава третья. Наладка приспособлений*

§ 1. Недостатки конструкции приспособлений, устраняемые при наладке . . . . .	288
§ 2. Недостатки приспособлений, затрудняющие сборку и подгонку деталей . . . . .	291
§ 3. Недостатки приспособлений, зависящие от производства . . . . .	296
§ 4. Наладка приспособлений . . . . .	298

*Глава четвертая. Нормализация и типизация приспособлений и их элементов*

Приложение . . . . .	302
Литература . . . . .	310

ЦЕНА 16 РУБ.

в переплете