621.4
П 22

Л. Д. ПАШКОВ

1478

РАСКРОЙ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВОЗДУХОВОДОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ. ЛЕНИНГРАД 1970

УДК 697.922.2

В книге даны основные сведения по раскрою и изготовлению из листового материала фасонных частей и деталей систем вентиляции.

Приведены некоторые геометрические построения, необходимые для вычерчивания отдельных элементов фасонных частей. Освещены вопросы обработки листовой стали как ручным, так и индустриальным способом с применением современной заводской технологии. Обобщен опыт работы передовых монтажных организаций в части раскроя и изготовления деталей вентиляционных систем.

Приведены необходимые сведения по материалам, инструменту, оборудованию применяемые при изготовлении и раскрое фасонных частей промышленной вентиляции.

Книга предназначена для повышения мастерства рабочих по устройству вентиляционных систем.

3—2—10
283—69

ВВЕДЕНИЕ

В результате постоянного роста материального благосостояния трудящихся забота о человеке становится наиболее актуальной задачей социалистического общества.

Одним из мероприятий, способствующим улучшению условий труда, является вентиляция.

Устройством вентиляции достигается необходимая чистота воздуха в помещении и уменьшение до нормы содержания вредных выделений в зоне нахождения людей.

С помощью вентиляции не только создаются благоприятные условия для сохранения здоровья людей, но и решаются вопросы технологического порядка.

Для перемещения необходимого количества воздуха устраиваются вентиляционные системы, состоящие из приточных и вытяжных установок. В некоторых случаях для транспорта сухих сыпучих материалов или пыли устраиваются системы пневмотранспорта и аспирации, в которых перемещение материалов или пыли производится воздушным потоком. Эти системы несколько отличаются от обычных, главным образом конструкцией фасонных частей и деталей.

Необходимым элементом каждой установки является вентиляционная сеть, состоящая из прямых воздуховодов и фасонных частей. Фасонные части являются неотъемлемой частью вентиляционной сети и служат для деления или слияния, а также для изменения направления воздушного потока. Сложность устройства вентиляционных сетей определяется количеством фасонных частей в данной установке. Изготовление ненормализованных фасонных частей до сих пор носит индивидуальный характер и находится на уровне полукустарного способа производства.

Индустриальное изготовление фасонных частей промышленной вентиляции возможно только на основе широкого применения типовых и стандартных деталей. Для этой цели в период с 1956 по 1962 гг. были нормализованы фасонные части промышленной вентиляции как круглого, так и прямоугольного сечений.

Ремонт и замена пришедших в негодность отдельных фасонных частей и воздуховодов выполняются обычно средствами и силами служб вентиляции, имеющихся на каждом крупном предприятии. Естественно, что для выполнения этих работ необходимы квалифицированные кадры жестянщиков по промышленной вентиляции. Потребность в таких кадрах ежегодно увеличивается.

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

§ 1. МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

В зависимости от среды перемещаемой по воздуховодам вентиляционных или аспирационных систем выбирают соответствующий материал для изготовления деталей воздуховодов, обеспечивающий надежность и долговечность вентиляционных установок.

В основном для изготовления деталей воздуховодов систем промышленной вентиляции используются различные стали, цветные металлы и их сплавы, разнообразные пластмассы, фанера, картон и пр.

При изготовлении фасонных частей, деталей и фланцев для вентиляционных установок используют листовой, фасонный и сортовой прокат. Из листовых сталей применяют тонколистовую, кровельную, оцинкованную и декапированную, из фасонных — угловую равнобокую и неравнобокую, из сортовых — полосовую. В последнее время стала широко применяться стальная лента.

При содержании в воздухе химически активных газов, паров, пыли, кислот и щелочи рекомендуется применять нержавеющую и кислотостойкую сталь, в состав которых входят хром, никель, молибден, марганец и другие добавки.

Для изготовления фасонных частей систем вентиляции применяют стали обычного качества марок Ст.1, Ст.2 и Ст.3, так как они прочны, пластичны и вязки. Эти стали применяют для изготовления фасонных частей в тех случаях, когда по воздуховодам перемещается воздух с температурой ниже 70° С и нормальной влажностью.

Если воздух имеет температуру выше 70° С и высокую относительную влажность, фасонные части покрывают защитными водостойкими лаками и красками или же используют оцинкованную сталь.

Тонколистовая сталь согласно ГОСТ 3680—57 имеет толщину 0,5—3,9 *мм*, ширину — 600—2000 *мм* и длину листа 1200—5000 *мм*.

Сталь тонколистовая кровельная, оцинкованная и декапированная (ГОСТ 8075—56) выпускается толщиной от 0,4 до 2 *мм* и имеет размеры листа 510×710 *мм*, 510×1420, 670×1420,

710×1420, 150×1500, 600×2000, 710×2000, 750×2000, 1000×
×2000, 1000×2500 и 1250×2500 *мм*.

В некоторых случаях для изготовления фасонных частей применяют белую жесть толщиной 0,25—0,5 *мм* и размером листа 512×712 *мм*.

Кроме стали, для изготовления фасонных частей могут быть использованы цветные металлы и их сплавы. Для этих целей широко используют алюминий и его сплавы. Алюминий в чистом виде мягок и имеет небольшую прочность. Однако его сплавы с марганцем (марка АМи), магнием (марка АМг) и медью (дюралюминий Д1, Д16) имеют достаточную прочность и их можно применять вместо нержавеющих и кислотостойких сталей для изготовления фасонных частей, за исключением тех случаев, когда воздух содержит щелочи. При изготовлении фасонных частей необходимо учитывать, что алюминий и его сплавы имеют меньшую прочность, чем стали. Так, например, стали имеют временное сопротивление на разрыв 30—75 *кг/мм*^{2}, а алюминиевые сплавы — только 18—30 *кг/мм*^{2}. Сопротивлением на разрыв называется усилие, которое нужно приложить на 1 *мм*^{2} поперечного сечения образца, для того чтобы его разорвать.

Алюминиевые сплавы имеют меньшую твердость, чем стали, и быстрее истираются. Это необходимо учитывать при изготовлении фасонных частей пневмотранспорта.

Механические свойства сплавов алюминия в большой степени зависят от термической обработки. Для упрочнения изделия из сплавов алюминия нагревают до 450—500° С, а затем быстро охлаждают (закаливают).

Листовой алюминий согласно ГОСТ 1946—50 изготовляется толщиной от 0,4 *мм*. Размер листов может быть шириной от 400 до 2000 *мм*. Длина листов устанавливается 2000, 3000 и 4000 *мм*.

Для изготовления фасонных частей, кроме металла, находят широкое применение неметаллические листовые материалы. К ним надлежит отнести: винипласт, полиэтилен, фанеру, металлопласты и картон с фольгой.

Широкое применение в системах вентиляции, транспортирующих агрессивную среду, имеет винипласт — пластмасса, изготавливаемая из полихлорвиниловых смол. Винипласт имеет высокую механическую прочность, поддается механической обработке, легко изгибается после разогрева и может свариться при температуре 200—220° С.

Винипласт имеет высокую химическую стойкость, выдерживает воздействие всех кислот и растворов солей (за исключением концентрированной 40%-ной азотной кислоты и некоторых других сильных окислителей).

Все эти положительные качества позволяют в ряде случаев заменять металл винипластом.

Однако при изготовлении фасонных частей необходимо учитывать отрицательные свойства винипласта, как-то: при нагревании выше +60° С винипласт становится пластичным, а при охлаждении до —20° С — хрупким. Поэтому его можно применять в системах вентиляции, по которым перемещается воздух с температурой не выше +60° С и не ниже —5° С.

При изготовлении фасонных частей из винипласта нужно также учитывать, что у винипласта коэффициент линейного расширения в 6 раз больше, чем у стали.

Винипласт выпускается в виде листов длиной 1300—1500 и шириной 500—650; толщина листа от 2 *мм*.

В последнее время для изготовления фасонных частей стали применяются так называемые металлопласты — листовой материал, сочетающий в себе все положительные стороны металла и пластмасс.

Металлопласты обладают высокой механической прочностью, так как в основе они представляют собой листовой металл, который, имея пластмассовое покрытие в виде пленки, пасты или порошка, сохраняет противокоррозионную устойчивость в агрессивных средах.

При механической обработке материала пластмассовое покрытие не нарушается.

Нашей промышленностью выпускается металлопласт под названием ставинил.

Применение листовой фанеры для вентиляции весьма ограничено, однако есть производство, где листовая фанера находит применение при устройстве вентиляционных систем.

К положительным качествам листовой фанеры надлежит отнести: простоту обработки, дешевизну, относительную прочность, стойкость к некоторым агрессивным средам, теплоизоляционные качества.

Фанера для изготовления фасонных частей применяется толщиной от 2 *мм* и размерами листа 2000×2000 *мм*.

При изготовлении фасонных частей одинаково широко применяются как механизмы, так и ручной инструмент.

Характер выполняемой операции в процессе изготовления детали определяет назначение инструментов, которые делятся на следующие группы:

измерительные, разметочные и контрольные;

для резки листового материала;

ударные;

для сборки фасонных частей;

для окраски деталей.

К измерительным инструментам относятся: складные метры, металлические рулетки и металлические линейки длиной 300, 500 и 1000 *мм* (рис. 1).

Металлические рулетки бывают разных видов, но при изготовлении фасонных частей широкое применение находит желоб-

чатая рулетка длиной 2 *м*, иногда заменяющая складной метр.

Измерение и проверка углов при разметке и изготовлении фасонных частей выполняются металлическими угольниками (90°), транспортиром и угломером.

Для вычерчивания окружностей или дуг при построении разверток применяют различные циркули: с дуговым установом, с пружиной и реечный (рис. 2).

Циркули с дуговым установом изготовляются с длиной ножек 200 и 300 *мм*, что позволяет очерчивать окружности ра-

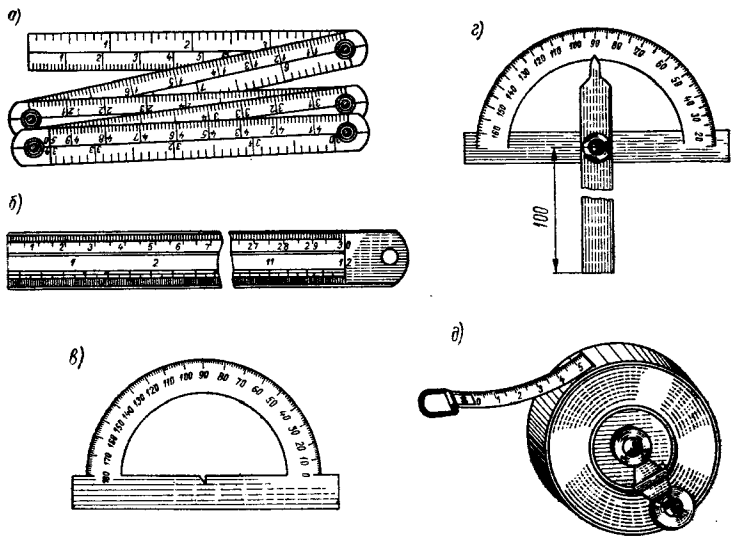


Рис. 1. Мерные инструменты
а — метр складной; *б* — масштабная линейка; *в* — транспортир; *г* — угломер; *д* — рулетка

диусом соответственно до 280 и 430 *мм*. Пружинный циркуль используется при разметке дуг и окружностей радиусом до 150 *мм*. Для получения большого раскрытия ножек применяется реечный циркуль, при этом конструкция циркуля позволяет получать необходимый радиус в зависимости от рейки.

Параллельные линии наносятся с помощью рейсмусов (рис. 3). Упор рейсмуса позволяет регулировать расстояние параллельной линии от кромки листа. Рейсмус с постоянным расстоянием носит название «очерток» и применяется для очерчивания рисок при разметке фальца.

Для проведения прямых линий пользуются обычно деревянными рейками (линейками), которые легче металлических и поэтому удобнее при разметке.

Перпендикулярные линии вычерчиваются с помощью металлических угольников. Основание угольника в виде планки к плоскости угольника позволяет использовать его как упор для проведения перпендикуляра к кромке листа и при движении угольника вдоль кромки наносить параллельные линии.

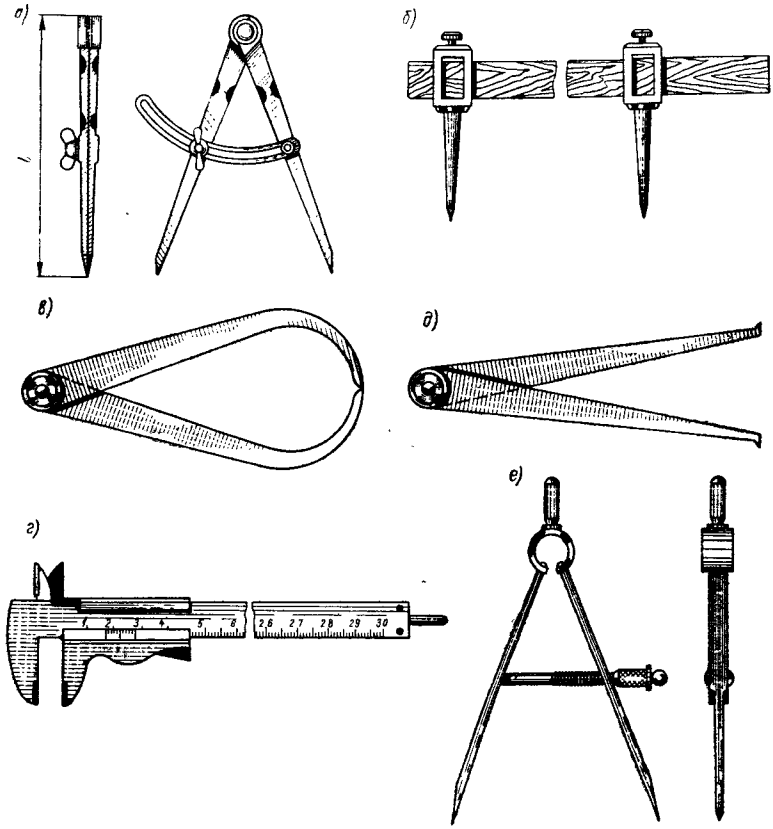


Рис. 2. Измерительные инструменты
а — разметочный циркуль; *б* — реечный циркуль; *в* — кронциркуль; *г* — штангенциркуль; *д* — нутромер; *е* — пружинный циркуль

Что же касается проведения криволинейных (нециркульных) линий, то для этого применяют обыкновенные лекала различных очертаний или специальное пружинное, с помощью которого можно очертить сложную кривую, подтягивая гайки на стяжных болтах или сжимая пальцами в соответствующем месте пружину, тем самым изменяя ее очертание (рис. 4).

Для прочерчивания линий на листовом материале при разметке фасонных частей применяют различного рода чертилки

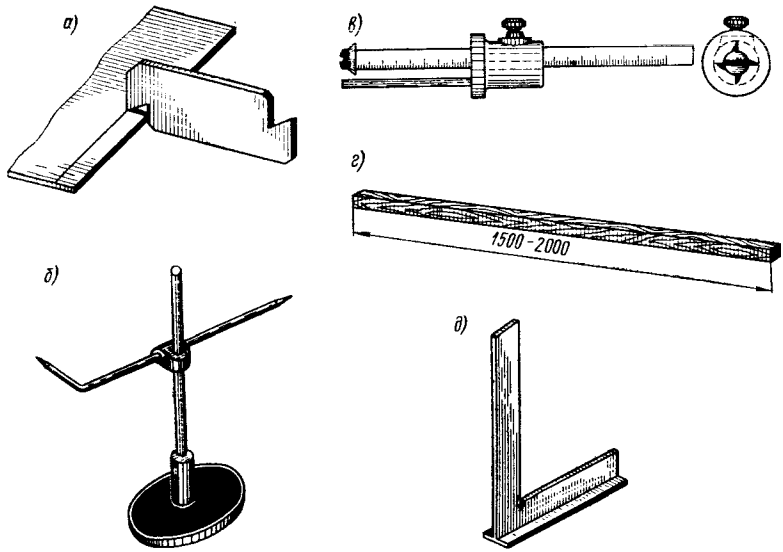
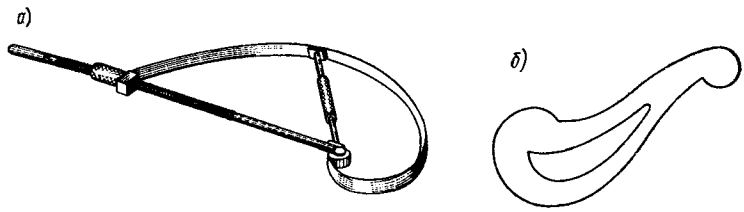


Рис. 3. Разметочный инструмент

а — очерток; *б* — рейсмус разметочный; *в* — рейсмус с упором; *г* — рейка деревянная; *д* — угольник



Прием пользования лекалом

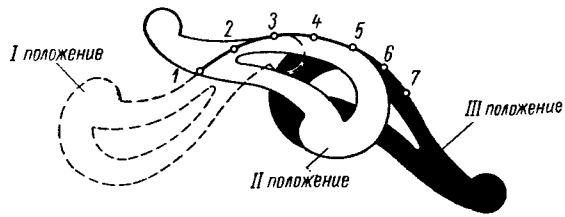


Рис. 4. Лекала разметочные

а — пружинные; *б* — металлические

из стальной проволоки (рис. 5). Разметку деталей из алюминия или его сплавов делают карандашом за исключением линий, по которым металл будут резать. Эти линии наносятся чертилкой.

Отверстия для сверления намечаются кернером.

Кроме указанных выше измерительных инструментов, для измерения внутренних диаметров отверстий или изделий, для переноса замерных длин на линейку применяются кронциркули и нутромеры, позволяющие производить измерения до 300 *мм*.

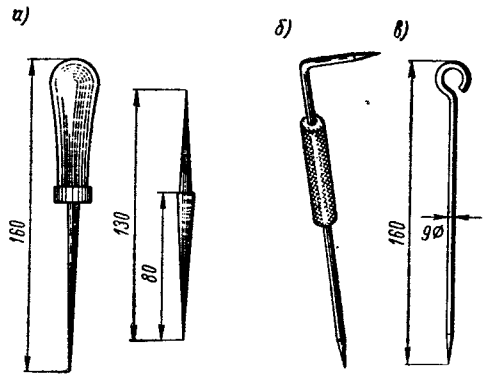


Рис. 5. Чертилки
а — с деревянной ручкой; *б* — с металлической ручкой; *в* — проволочная

При точных измерениях, когда величина отсчета требуется порядка 0,1 *мм*, применяют штангенциркули, позволяющие в зависимости от штанги иметь пределы измерения до 2000 *мм*.

Для разметки громоздких деталей, главным образом при безраскройном изготовлении фасонных частей, применяются разметочные уровни (рис. 6).

Угловой уровень служит для измерения углов в вертикальной плоскости. Уровень поворачивается на оси и закрепляется в определенном положении при помощи гайки. Измерение угла

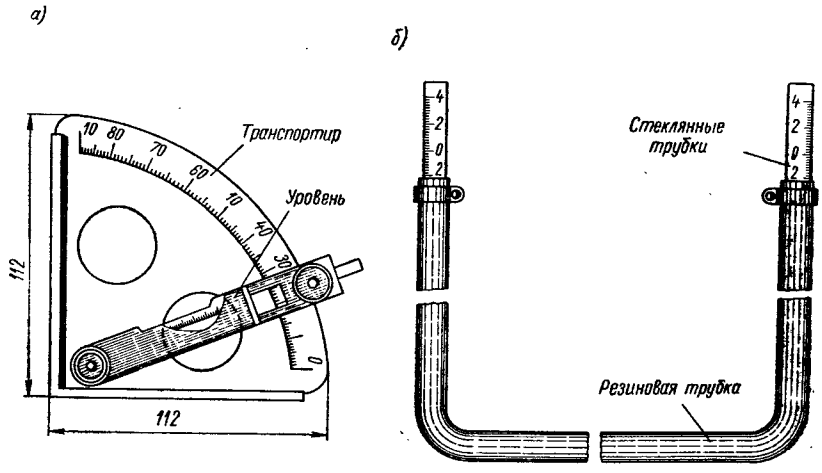


Рис. 6. Уровни разметочные
а — угловой; *б* — гидравлический

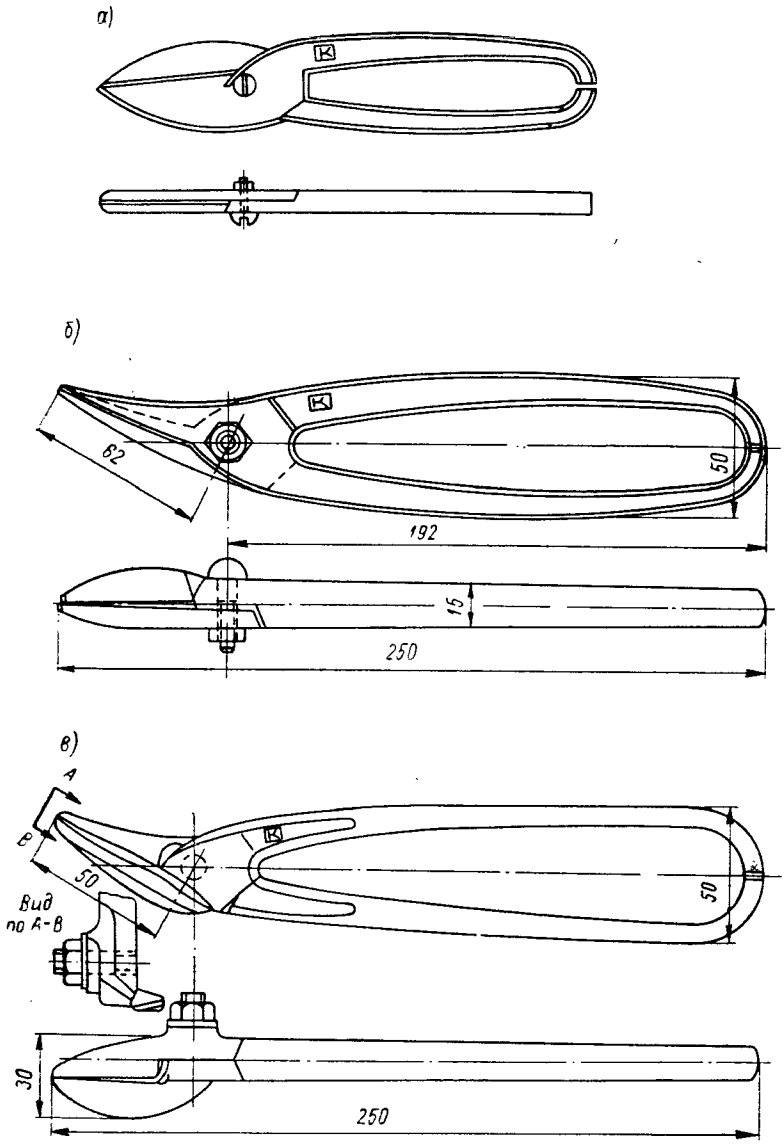


Рис. 7. Инструмент для жестяницких работ

а — ножницы правые; *б* — ножницы фасонные; *в* — ножницы с ребордой

наклона какой-либо плоскости относительно горизонтальной базы производится следующим образом.

Устанавливают на эту плоскость основные инструменты и поворачивают уровень до тех пор, пока пузырек воздуха не займет места посередине стеклянной трубки и затем по шкале транспортира отсчитывают угол.

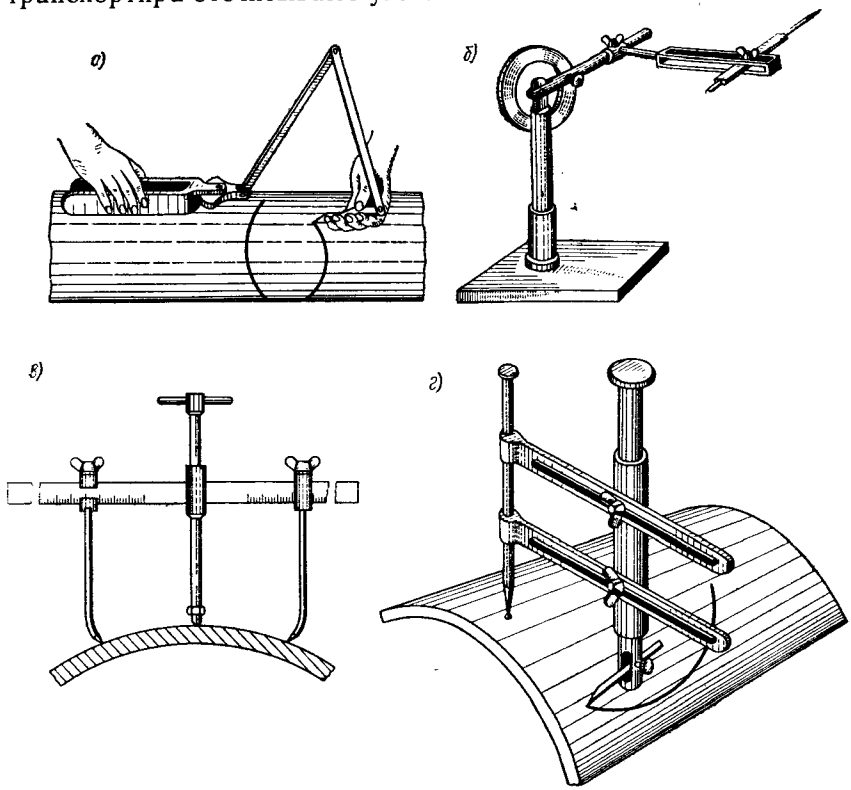


Рис. 8. Приспособления для разметки отверстий в воздуховодах круглого сечения

а — для прочерчивания любой кривизны; *б* — для прочерчивания линий пересечения цилиндрических и конических поверхностей; *в, г* — для разметки круглых отверстий

Гидравлический уровень сделан из двух стеклянных трубок с делениями через 0,5 *см*, надетых на концы резиновой трубки длиной 1—3 *м*. В уровень заливают воду, а в зимнее время — какую-либо незамерзающую жидкость (соленую воду, керосин), если работа производится в неотапливаемом помещении.

При изготовлении фасонных частей для осаживания фальцев, выпрямления вмятин и пр. нельзя обойтись без кровельных молотков и киянок. Кровельные молотки изготовляются трех размеров, имеющих соответственно вес 400, 600 и 1200 г. Ки-

янки бывают двух типов: киянки, изготовленные из сухого дерева твердых пород размером 140×90×50 *мм*, и универсальные молотки-киянки со сменным бойком. При обработке молотком детали необходимы различные косяки и поддержки разнообразной формы и размеров.

Изготовление фасонных частей редко обходится без подгоночных работ, связанных с подрезкой листового материала. Если толщина металла не превышает 1 *мм*, используют ручные ножницы, которые могут быть правые или левые (рис. 7).

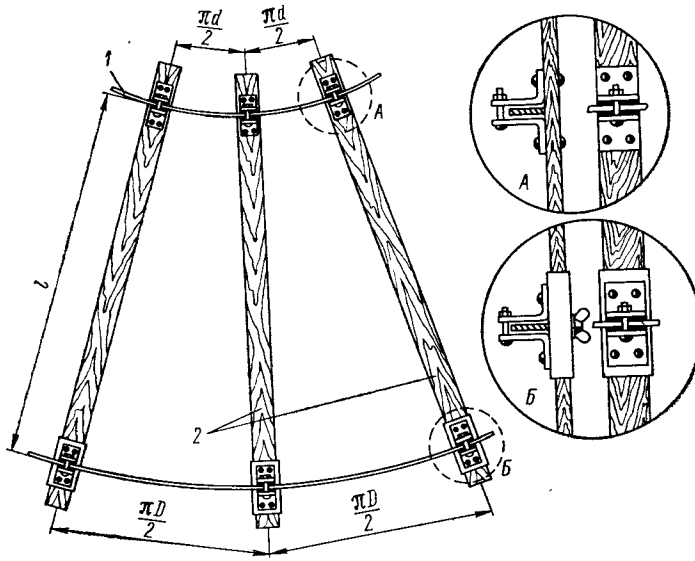


Рис. 9. Приспособление для разметки конусов
1 — стальная линейка; *2* — деревянная рейка

При резке ножницами твердого листового материала последний может отгибаться только в плоскости резания, т. е. либо вверх, либо вниз. Очевидно, что сформованная деталь или большой лист не смогут отгибаться, поэтому при отрезке отгибается отрезаемая кромка. В зависимости от того, с какой стороны она находится, и применяют соответствующие ножницы. Если нижняя ножня находится слева относительно верхней, то ножницы называются правыми, а если расположение ножен будет наоборот,— левыми.

Кроме мерительного, измерительного и разметочного инструмента, находят широкое применение всевозможные приспособления для выполнения отдельных операций, связанных с разметкой и изготовлением фасонных частей (рис. 8).

Для построения конических поверхностей с недоступной вершиной находит применение приспособление, приведенное на

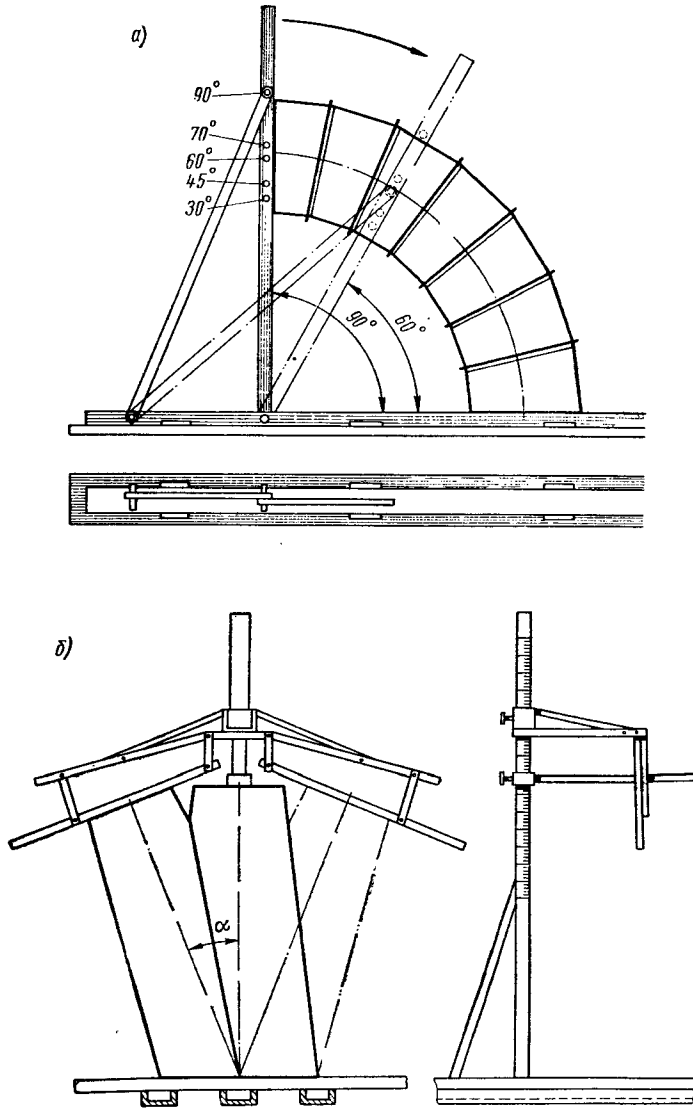


Рис. 10. Приспособления для проверки углов и размеров фасонных частей

а — для отводов; *б* — для тройников и крестовин

рис. 9 и состоящее из двух гибких стальных полос, защемленных в зажимах трех деревянных реек. Как рейки, так и полосы имеют деления для отсчета размеров контура развертки. Верхние зажимы закреплены неподвижно, а нижние могут перемещаться вдоль деревянных реек.

Средняя деревянная рейка закреплена по середине стальных линеек. Расстояние между зажимами устанавливается равным размеру образующей усеченного конуса путем перемещения нижнего зажима. То же расстояние фиксируется между зажимами на двух других рейках.

От оси на стальных линейках в обе стороны производится отсчет длины верхнего и нижнего оснований. Очевидно, после установки и закрепления размеров контура развертки размечаемого усеченного конуса можно очертить шаблон на листе или картоне.

К специальным приспособлениям, служащим для проверки углов и размеров фасонных частей, относятся конструкции, приведенные на рис. 10. Несложные по своему устройству, изготовленные средствами обычной мастерской, они позволяют сравнительно простыми средствами производить проверку углов, а также основных размеров фасонных частей промышленной вентиляции. Установленные согласно нормалям, эти приспособления позволяют контролировать изготовленные фасонные части.

§ 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

Фасонные части могут быть различны не только по назначению, но и по конструкции, и способу их изготовления, а также по размерам и сечению отдельных элементов.

В соответствии с нормалями представилось возможным упростить и рационализировать трудоемкий процесс раскроя фасонных частей. В настоящее время при массовом их изготовлении нашли широкое применение так называемые совмещенные шаблоны. Кроме того, подобие разверток фасонных частей позволило использовать специальные приспособления, воспроизводящие изображение развертки в необходимом масштабе. Отводы круглого сечения изготовляются без предварительной разверткн отдельных звеньев.

Однако не все фасонные части промышленной вентиляцни нормализованы. К ненормализованным фасонным частям относятся прежде всего переходы со всем разнообразием и сложностью разверток. Кроме того, в практике устройства вентиляционных систем имеют место частные решения, требующие ненормализованной конструкции.

Особенно большим разнообразием по форме отличаются переходы благодаря индивидуальным особенностям их конструирования.

Разнообразие фасонных частей можно классифицировать по следующим признакам (рис. 11).

1. Тройники:

по сечению — круглые и прямоугольные;

по форме — прямые, косые и штанообразные;

по способу изготовления — фальцевые, реечные и врезные (безреечные).

2. Крестовины:

по сечению — круглые и прямоугольные;

по форме — ответвления в одной плоскости и ответвления в разных плоскостях;

по способу изготовления — фальцевые, реечные и врезные.

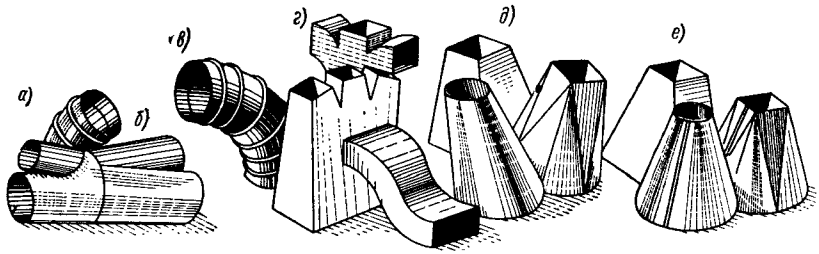


Рис. 11. Фасонные части вентиляционных воздуховодов

а — полуотводы; *б* — тройники; *в* — отводы; *г* — крестовины; *д* — переходы косые; *е* — переходы прямые

3. Отводы:

по сечению — круглые и прямоугольные;

по форме — цилиндрические, переходные и конические;

по углу отвода — отводы и полуотводы;

по способу изготовления — фальцевые, сварные и прокатные.

4. Переходы:

по сечению — с круглого на круглое, с прямоугольного (квадратного) на прямоугольные (квадратные), с круглого на прямоугольные (квадратные) и прямоугольного (квадратного) на круглое;

по назначению — конфузоры и диффузоры;

по форме — симметричные и несимметричные, с параллельными основаниями и непараллельными основаниями;

по раскрою — цельнокроенные и составные;

по изготовлению — фальцевые и сварные.

Тройник представляет собой фасонную часть, применяемую при делении или смешении потоков воздуха, и состоит из двух частей: ствола с направлением оси воздуховода и другой части, расположенной к ней под углом,— ответвления.

Находят применение тройники, состоящие из двух частей (ответвлений), каждая из которых расположена под углом к оси воздуховода, образуя при этом как бы форму штанов,

чем и оправдывается их название — штанообразные. Наибольшее сечение тройника называется корнем. В зависимости от назначения и конструкции тройника ответвление может быть расположено относительно ствола под различным углом.

Чем меньше угол ответвления, тем меньше местное сопротивление движению воздуха и тем экономичнее тройник при продолжительной его эксплуатации.

Изготовление тройников с малыми углами ответвления (16—20°) особенно важно при устройтве сетей пневмотранспорта, где главная задача заключается в достижении требующейся производительности установки при минимальных эксплуатационных затратах.

С другой стороны, чем меньше угол ответвления, тем больше длина тройника, что подчас затрудняет размещение фасонной части в установке при монтаже вентиляционных сетей.

Зависимость размеров тройника от угла ответвления показана на рис. 12, где при одинаковых диаметрах сечения длина тройника будет резко изменяться.

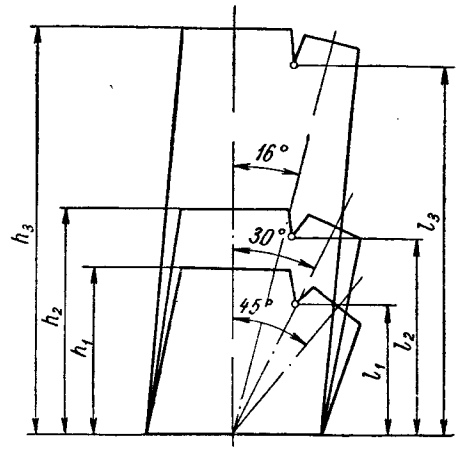


Рис. 12. Изменение длины тройника от угла ответвлеиия

Состав воздушной среды и скорости ее движения в различных участках тройника в отдельных случаях требуют его конструктивного решения. При неправильном подходе к этому вопросу не только невозможно получить от тройника реальный эффект, но иногда можно нарушить работу вентиляционной установки. Так, например, при некоторых условиях неправильно выбранный угол ответвления с изменением назначения фасонной части в данной вентиляционной сети может быть причиной ижектирования ответвления.

Крестовины представляют собой частный случай тройников, когда деление и смешение потоков происходит по двум ответвлениям вместо одного. Из этого следует, что все то, что относилось к тройникам, также относится и к крестовинам. Крестовины изготовляют с ответвлением в разных плоскостях. В основном это плоскости взаимно перпендикулярные (крестовина в угол), но не исключается возможность изготовления крестовин и с другим углом поворота ответвлений относительно друг друга.

Несколько слов о возможности изготовления фасонных частей с бо́льшим количеством ответвлений, чем у крестовин.

Такие фасонные части носят название «букетов» и применяются в исключительных случаях, когда любая комбинация самостоятельных фасонных частей не может решить расположения их в вентиляционной установке.

Крестовины, так же как и прямые тройники, имеют нормаль, согласно которой все размеры приведены к диаметру корня.

Отводы и полуотводы — наиболее распространенные части вентиляционных сетей, применяемые для изменения прямолинейного движения потока. Отводы и полуотводы в сочетании друг с другом служат для получения ряда фасонных частей, часто встречающихся в вентиляционных установках, как-то: уток, отступов и обходов.

Основным элементом отвода является звено, половина которого носит название стакана. Для того чтобы присоединить круглое сечение воздуховода к фасонной части, требуется наличие стакана у фасонной части. Поэтому каждый отвод или любая их комбинация, изготовленная из разного количества отдельных звеньев, должна заканчиваться стаканом для присоединения в общую вентиляционную сеть.

Переходы как фасонная часть служат для изменения сечения или для смещения оси воздуховода. Переходы, как правило, делаются для каждого частного случая, и поэтому изготовление их носит индивидуальный характер.

Таким образом, обилие типов и размеров всевозможных переходов лишает возможности нормализовать этот вид фасонных частей и организовать серийное их производство.

§ 3. ТИПИЗАЦИЯ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

Основой индустриального изготовления вентиляционных систем является широкое внедрение типовых и стандартных элементов.

Нормаль на воздуховоды круглого сечения была разработана в 1937 г. и включала в себя 26 диаметров — от 100 до 1540 *мм*. При этом предусматривалась возможность обеспечения безотходного раскоя стального листа размером 710××1420 *мм*.

В 1955—1956 гг. были нормализованы фасонные части для круглых воздуховодов, при этом в основу нормали были приняты положения, приведенные ниже (рис. 13):

1. Отводы должны иметь средний радиус кривизны 1,5 диаметра и при центральном угле 90° состоять из пяти звеньев и двух стаканов.

Отводы малого диаметра (до 320 *мм*) допускается изготовлять из трех звеньев и двух стаканов.

2. Угол ответвления тройников и крестовин при диаметре корня до 440 *мм* составляет 30°, а для диаметров свыше 440 *мм* — 45°.

Для изготовления фасонных частей с целью унификации их приняты единые монтажные размеры, объединенные в специальные таблицы в зависимости от диаметра в корне. Конструкция нормализованых тройников и крестовин была оставлена реечной. ВНИИГС провел работу по определению местных сопротивлений нормализованных тройников и крестовин, что позволило сделать вывод о незначительном влиянии измененных углов и конструкции на аэродинамическое сопротивление систем.

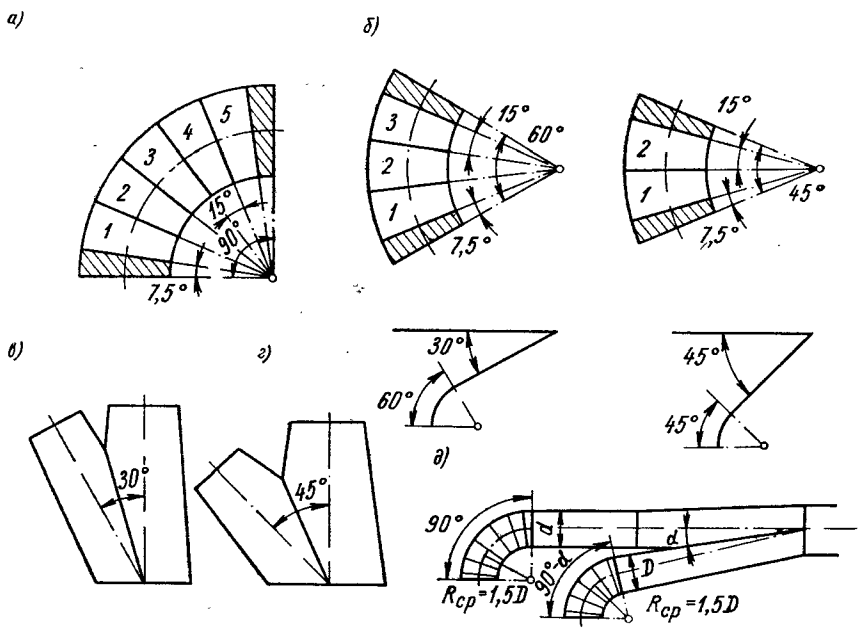


Рис. 13. Нормализованные фасонные части круглого сечения
а — отводы; *б* — полуотводы; *в* — тройники; *г* — схема компоновки тройников с полуотводами; *д* — компоновка прямых участков и фасонных частей

При конструктивной доработке возможно будет принять единый угол для тройников и крестовин круглых воздуховодов. Уменьшение диаметров при едином угле позволит поднять технологию изготовления вентиляционных систем на уровень современного производства.

Воздуховоды прямоугольного сечения в 1953 г. были нормализованы. При этом была принята длина сторон от 100 до 1500 *мм*, что привело к общему количеству сечений, равному 104.

При составлении нормалей учитываются технологические требования, которые в настоящее время удачно решаются при условии сокращения количества применяемых воздуховодов и фасонных частей.

Одним из путей сокращения типоразмеров для прямоугольного сечения является рациональное уменьшение предельного отношения сторон воздуховода. На основе анализа заказов завода № 4 Сантехмонтаж-62 и проектов ГПИ-1 Министерства строительства РСФСР бóльшего отношения сторон, чем 1 : 2, в практике не встречается. Введение модуля для сторон воздуховодов также является средством сокращения количества нормализованных сечений. Взамен ПСН-14-1-59 разработана новая нормаль, предусматривающая 34 типоразмера прямоугольных

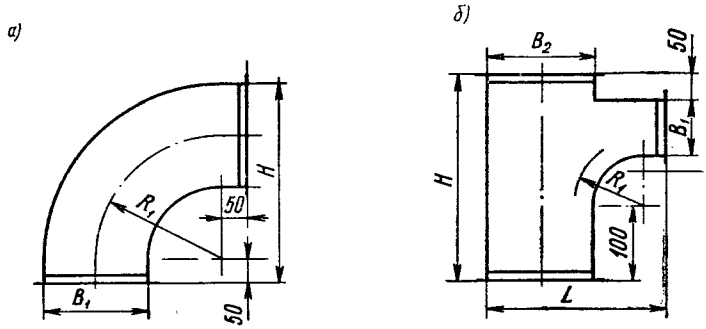


Рис. 14. Нормализованные фасонные части прямоугольного сечения
а — отводы; *б* — тройники

воздуховодов. Нормаль распространяется также и на фасонные части прямоугольного сечения, при этом:

1) модуль для размеров сторон до 300 *мм* принят 50 *мм*, свыше 300 *мм* — 100 *мм*;

2) радиус кривизны отвода принят равным ширине сечения;

3) угол поворота ответвления у тройников и крестовин составляет 90° (рис. 14).

Изменение сечения ствола выполняется непосредственно на фасонной части без дополнительного перехода.

Нормаль на металлические воздуховоды круглого и прямоугольного сечений разработана ГПИ Сантехпроект и ПИ Проектпромвентиляция и утверждена приказом № 58 Главпромстройпроекта от 29 сентября 1966 г.

§ 4. КОНСТРУИРОВАНИЕ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

Прежде чем ответить на вопрос, какой должна быть фасонная часть, необходимо знать, для каких установок она предназначена. Все зависит от тех требований, которые предъявляются к самой вентиляционной установке. В зависимости от давления воздуха внутри воздуховода системы делятся на вытяжные и приточные. Вытяжные установки удаляют загрязненный воз-

дух из помещения и поэтому имеют разрежение в установке, а приточные подают чистый воздух в помещение за счет имеющегося давления в воздуховоде. Перемещение воздуха в системах вентиляции происходит в основном за счет давления, создаваемого вентилятором. Однако могут быть случаи, когда перемещение воздуха происходит за счет силы ветра (ветровое побуждение) или за счет разности весов столбов теплого и холодного воздуха (тепловое побуждение). В этих случаях фасонные части применяются весьма редко, так как они создают большие местные сопротивления движению воздуха.

Кроме перечисленных видов систем вентиляции, для улавливания и удаления пыли, образующейся на агломерационных и абразивных фабриках, на цементных заводах устраиваются так называемые аспирационные системы, а для удаления стружки, опилок и других отходов и перемещения их на большие расстояния устраивают системы пневматического транспорта.

Для каждой из этих систем применяются фасонные части с различными требованиями как к конструкции, так и к материалу. Так например, для обычных систем средний радиус нормального отвода принят равным 1,5 диаметра. Однако для аспирационных систем при таком среднем радиусе закругления резко возрастает коэффициент местного сопротивления, что приводит к перерасходу энергии всей установки. Поэтому в зависимости от транспортируемой среды для отводов и других фасонных частей, из них состоящих, могут приниматься различные средние радиусы от 1,5 диаметра и выше. При этом для круглых фасонных частей соответственно должно быть увеличено количество звеньев. Кроме того, в каждом отдельном случае эти вопросы решаются с учетом возможности размещения фасонной части в строительном объеме. Для этого согласно проекту фасонная часть должна быть задана необходимыми размерами, в пределах которых она и будет конструироваться.

На рис. 15 показаны необходимые размеры для фасонных частей. Естественно, что нормализованные фасонные части могут быть заданы только основными размерами.

Кроме геометрических размеров, на конструкцию фасонной части оказывает решающее влияние материал, из которого необходимо ее делать.

В зависимости от материала надлежит принять тот или иной способ соединения отдельных частей элементов — фальцевой или сварной. В некоторых случаях отводы могут быть не с поперечными швами, а с продольными, что делает их граненными. Такие отводы дают более плавное закругление и менее подвержены износу. В частности, к элементам, подверженным особенному износу, относятся в первую очередь отводы и детали из них.

В результате износа материала образуются отверстия, через которые происходит подсос воздуха, могущий полностью

нарушить нормальное действие установки. Поэтому для предохранения от изнашивания стенок отводов в описанных выше установках применяется метод защиты стенок покрытием слоя материала, равного по твердости или более твердого, чем перемещаемый в установке. Все это требует особых конструктивных решений при изготовлении фасонных частей для аспирационных систем.

Конструкция отводов также зависит от их поперечного сечения. Фасонные части прямоугольного сечения применяются

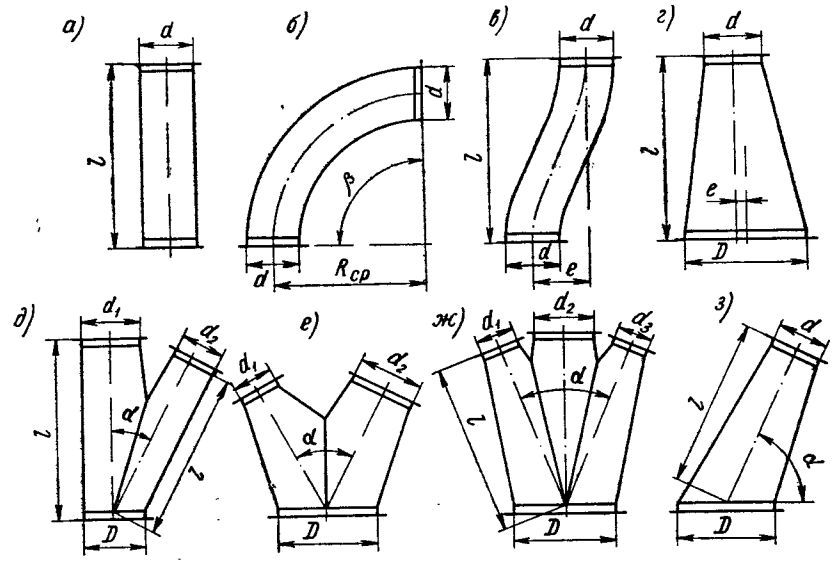


Рис. 15. Конструктивные размеры фасонных частей
а — патрубок; *б* — отвод; *в* — утка; *г* — прямой переход; *д* — тройник; *е* — штанообразный тройник; *ж* — крестовина; *з* — косой переход

реже, чем круглого сечения. Это объясняется тем, что прямоугольным фасонным частям присущи следующие недостатки:

в аэродинамическом отношении они по сравнению с круглыми менее выгодны;

изготовление фасонных частей прямоугольного сечения слабо механизировано и поэтому является очень трудоемким;

расход материала на изготовление фасонных частей прямоугольного сечения больше, чем на круглые.

Фасонные части прямоугольного сечения в основном применяются в тех случаях, когда фасонная часть круглого сечения не размещается в строительных габаритах, предназначенных для размещения установки. Это обстоятельство вызвало к жизни любопытные конструкции фасонных частей, представляющие собой комбинацию разных сечений в одной и той же фасонной

части: отводы, имеющие с одной стороны круглое сечение, а с другой — прямоугольное, тройники со стволом и ответвлением с различными по форме сечениями и т. п. Особенно сложны по конструкции фасонные части при комбинации нескольких частей в одной детали. Таким образом, сложными конструкциями решаются фасонные части при расположении ответвлений в разных плоскостях или совмещением разных сечений ответвлений и ствола комбинацией с делением или слиянием потока под разными углами. Особые случаи изготовления фасонных частей сложной конструкции часто встречаются при проектировании приточных камер в зданиях различного назначения. Стесненность отводимого под камеру помещения, громоздкость оборудования, наличие коммуникации создают предпосылки для индивидуального решения и выбора конструкции фасонной части в каждом отдельном случае.

При проектировании вентиляционных систем необходимо наряду с технической целесообразностью установок руководствоваться требованиями, предъявляемыми монтажными организациями.

Узлы и детали проектируемых вентиляционных сетей должны быть технологичны при изготовлении, транспортабельны при перевозках, монтажны при сборке.

Технологичность вентиляционных систем характеризуется количеством типовых деталей и узлов. Повторяемость размеров и типов деталей обеспечивает серийное производство и позволяет внедрять поточные линии в жестяницких цехах.

В свою очередь технологичность фасонных частей характеризуется простейшими геометрическими формами и рациональным выбором материала, обеспеченным производительными механизированными процессами его обработки.

Одним из показателей технологичности фасонной части является трудоемкость (в *чел.-ч*) ее изготовления. Желательно, чтобы трудоемкость изготовления изделия была оптимальной для данного вида, что возможно при максимальной механизации процесса. Как правило, все операции при изготовлении фасонных частей, за исключением разметки, полностью механизированы.

Операции, выполняемые вручную, связаны главным образом с доводкой и подгонкой отдельных элементов фасонных частей друг с другом и составляют не более 10% от общего объема механизированных работ.

Оснастка современного производственного заготовительного предприятия, состоящая из серии приводных ножниц различных мощностей и назначений, фальцепрокатных и фальцеосадочных механизмов, зигмашин и механизмов для офланцовки, позволяет механизировать обработку листовой стали. Сварка также широко внедрена в технологию изготовления фасонных частей.

§ 5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ РАЗВЕРТОК

Построение разверток фасонных частей основано на приемах геометрических построений на плоскости прямых линий, углов, окружности и лекальных кривых.

Благодаря тому, что при разметке фасонных частей приходится вычерчивать шаблоны в большом масштабе, а также делать построения очень крупных чертежей, в некоторых случаях становится затруднительно пользоваться имеющимися приспособлениями. Так например, при вычерчивании двух взаимно перпендикулярных линий не всегда представляется возможным пользоваться угольником или при делении прямой на равные отрезки — циркулем. Поэтому ниже приведены некоторые геометрические построения, встречающиеся в практике разметки, без применения специальной оснастки.

Деление прямой линии *АВ* пополам показано на рис. 16, *а*. Из точек *А*, *В* описывают дуги, заведомо большие половины прямой, и через точки их пересечения проводят линию, делящую прямую пополам.

Восставление перпендикуляра из точки *А* на прямой показано на рис. 16, *б*. Для этого из точки *А* произвольным радиусом на прямой циркулем делаются засечки *а* и *б* радиусами, равными *аб ба*, делаем вдоль *аб бв* засечки, пересечение которых дает точку *В*. Соединив точки *В* и *А*, получим искомый перпендикуляр.

Опускание перпендикуляра из точки *А* на прямую *аб* показано на рис. 16, *в*. Проводится дуга из точки *А* произвольным радиусом для получения засечек *а*, *б*, из которых тем же радиусом получаем пересечение засечек в точки *В*. Прямая, соединяющая точки *А* и *В*, является перпендикуляром прямой *аб*.

Восставление перпендикуляра из конца прямой осуществляется следующим образом (рис. 16, *г*). Проводится дуга произвольного радиуса из точки *А* до пересечения с прямой *АВ*. Получим точку *а*, из которой тем же раствором циркуля проводится дуга. Точка пересечения дуг дает точку *б*, через которую проводится вспомогательная прямая *ба*. На продолжении этой прямой находим точку *в*, соединив которую с точкой *А*, получим перпендикуляр к прямой *АВ*.

Деление прямой на произвольное число отрезков может быть сделано путем проведения произвольной прямой, разделенной на заданное количество равных отрезков, с последующим соединением конечной точки *4* с точкой *В*. Линии, параллельные этой прямой и проведенные через точки деления на прямую *АВ*, разделяют последнюю на заданные отрезки (рис. 16, *д*).

Построение угла, равного данному, показано на рис. 16, *е*.

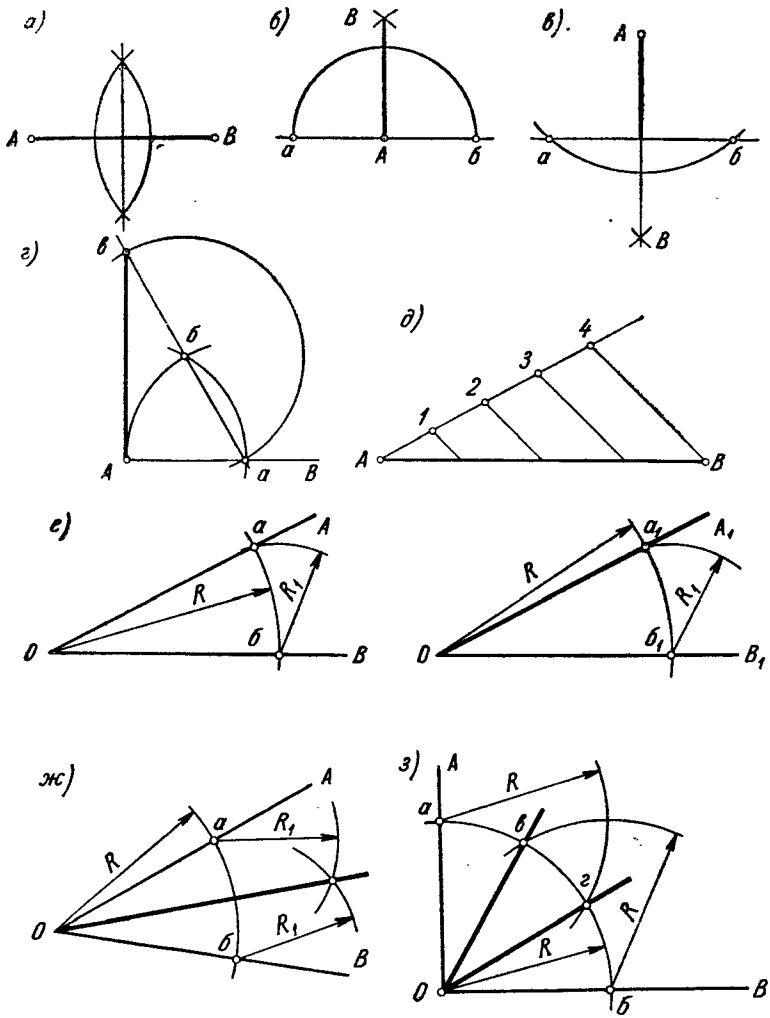


Рис. 16. Осиовные геометрические построеиия

а — деление прямой пополам; *б* — восстановление перпенднкуляра; *в* — опускание перпендикуляра; *г* — восстаиовление перпендикуляра из конца прямой; *д* — деление прямой на произвольное число отрезков; *е* — построение угла, равного данному; *ж* — деление угла пополам; *з* — деление угла на трн части

Из вершины *О* угла *АОВ* описываем произвольным радиусом дугу *аб* до пересечения со сторонами данного угла. Не изменяя раствора циркуля, описываем тем же радиусом *R* дугу для нового построения и отмечаем точку $б_1$. Затем радиусом R_1 из точки $б_1$ описываем другую дугу, которая пересечет ранее проведенную дугу в точке $а_1$; соединив точку *а* и *О* прямой линией, получим угол, равный данному углу *АОВ*.

Деление данного угла пополам показано на рис. 16, *ж*. Произвольным радиусом из вершины *О* проводим дугу, пересекаю-

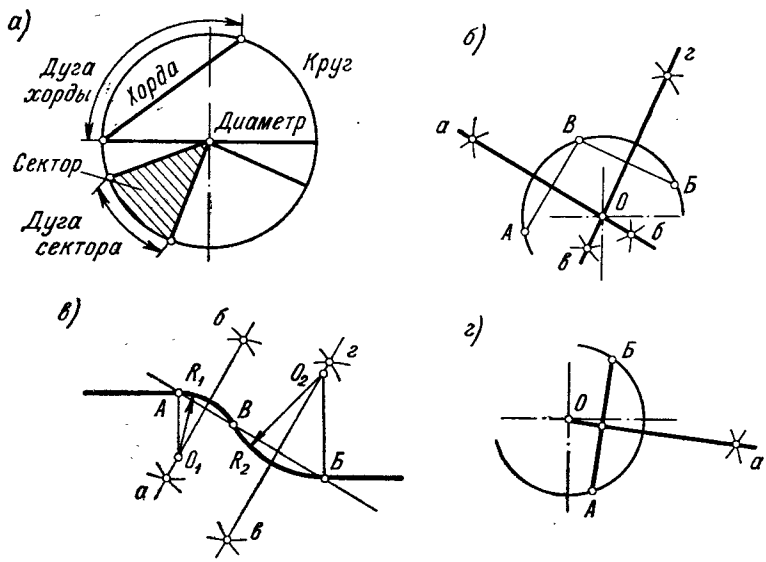


Рис. 17. Построение окружности

а — элементы круга; *б* — нахождение центра окружности; *в* — сопряжение прямых дугами окружностей; *г* — деление дуги окружности пополам

щую стороны угла в точках *а* и *б*. Из точек *а* и *б* как из центра равными радиусами, большими половины расстояния между точками *а* и *б*, проводим дуги и отмечаем точку их пересечения, которую соединяем прямой с вершиной угла. Прямая делит угол пополам и является его биссектрисой. Деление прямого угла на три равные части показано на рис. 16, *з*.

Из точки *О* проводим дугу произвольного радиуса до пересечения ее со сторонами угла в точках *а* и *б*. Тем же радиусом из точек *а* и *б* как из центров засекаем дугу в точках *в* и *г*, которые соединяем с точкой *О* прямыми. Угол *АОВ* проведенными прямыми делится на три равные части.

Чаще всего при разметке фасонных частей приходится встречаться с окружностью.

На рис. 17, *а* показана окружность и ее элементы.

Для нахождения центра окружности, когда дана только часть ее, достаточно взять на ней три произвольные точки *А*, *В*, *Б* и соединить их прямыми *АВ*, *ВБ* (рис. 17, *б*).

Восставив перпендикуляры к середине этих прямых и продолжив их до пересечения друг с другом, получим искомый центр окружности в точке *О*.

Сопряжение двух параллельных прямых дугами окружностей проводится в следующей последовательности. Соединяем точку *А* с точкой *В* и продолжаем прямую *АВ* до пересечения с прямой (точка *Б*). В точках *А* и *Б* восставляем перпендикуляры к соответствующим прямым. Затем восставляем перпендикуляры к серединам отрезков прямых *АВ* и *ВБ*. Точки пересечения этих перпендикуляров и определят центры O_1 и O_2 сопрягающих окружностей. Из центра O_1 радиусом, равным отрезку O_1A, а из центра O_2 радиусом $O_2Б$ проводим дуги окружности, которые проходят через точку *В* и сопрягают заданные прямые (рис. 17, *в*).

Деление дуги окружности пополам ведется в следующем порядке. Соединив концы дуги прямой (хордой), из точек *А* и *Б* произвольным радиусом делают засечку дуг, а затем соединяют засечку *а* с центром окружности и, если центр заданной дуги неизвестен, то с другим пересечением дуг. Линия, проведенная через эти точки, делит дугу пополам.

Глава II

РАЗМЕТКА ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

§ 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗМЕТКЕ

Основной объем ручных (немеханизированных) заготовительных работ в процессе изготовления вентиляционных систем падает на разметку фасонных частей. Объясняется это сложностью рабочих операций при разметке, требующих опыта. Все пособия по вопросу разметки, а также и преподавание в ремесленных училищах сводится к изучению или описанию большого количества частных случаев, могущих встретиться на практике. Как показал опыт, даже при условии нормализации фасонных частей круглого и прямоугольного сечения количество нетиповых и ненормализованных деталей и фасонных частей продолжает оставаться слишком большим. Поэтому очень часто встречаются детали, требующие таких разверток, которые не предусмотрены ни в одном пособии. Объясняется это сложностью проектирования больших систем в условиях загроможденности цехов техническим оборудованием, трубопроводами и подъемно-транспортными средствами. Этот момент усложняется еще тем обстоятельством, что воздуховоды часто проходят сквозь строительные конструкции и располагаются, как правило, возле стен. Все это приводит к сложным решениям, требующим самых различных фасонных частей. Для некоторых систем, особенно пневматического транспорта горнорудной промышленности, применение нормализованных фасонных частей едва составляет 30%. Все это снижает значение применения всевозможной оснастки в виде совмещенных шаблонов, копиров, пантографов и пр. Применение подобной оснастки в разметке только нормализованных фасонных частей направлено на упрощение операции обводки контура, являющееся наименее трудоемкой частью процесса.

Все рекомендации в части построения разверток обладают малой точностью и требуют в большинстве своем работы по подгонке и подрезке мест соединения отдельных элементов.

В этой связи необходимо отметить порочную практику упрощения методов развертки, заключающуюся в спрямлении дуг, замене лекальных кривых циркульными и т. п. Время, которое тратится после этих приемов разметки на доводочные работы, не оправдывает время, выигранное от более правильной раз-

метки. Особенно это сказывается при изготовлении фасонных частей с помощью сварки, где тщательность построения развертки ведет к уменьшению трудовых затрат при соединении отдельных элементов.

В большинстве фасонные части представляют собой правильные геометрические фигуры и их пересечения друг с другом. Обычно это фигуры с цилиндрической или конической поверхностью. Поэтому для составляющих фасонную часть элементов, состоящих из тел вращения, развертка производится по общим правилам развертки цилиндра и конуса с нанесением различных линий сечения поверхности.

Прямой круговой цилиндр (цилиндр вращения) является наиболее распространенной геометрической фигурой для образования элементов систем промышленной вентиляции. Развертка ее боковой поверхности представляет собой прямоугольник, высота которого равна высоте цилиндра, а основание — длине окружности воздуховода.

Наружный и внутренний диаметры воздуховода благодаря относительно малой толщине листа материала принимаются одинаковыми. Если же толщина листа начинает оказывать влияние на размеры воздуховода, то приходится прибегать к среднему диаметру, т. е. учитывать, что при формовании цилиндра наружная сторона материала будет вытягиваться, а внутренняя — сжиматься. Без изменения остается только средний слой, называемый нейтральным и принимаемый за геометрическую основу развертки. Для получения длины листа, который должен быть сформован в цилиндр, надлежит средний диаметр умножить на $\pi=3{,}14$, т. е. $\frac{D_н + D_в}{2}\pi$, и прибавить ширину перекроя, если соединение не делается встык. Так как при изготовлении вентиляционных систем размеры поперечного сечения воздуховодов и фасонных частей даются только внутренние, то средний диаметр может быть получен прибавлением толщины листа к заданному диаметру.

Цилиндрическая поверхность частного вида находит применение в фасонных частях при изготовлении отводов и колен. Развертывание цилиндра производится как развертывание многогранной призмы, вписанной в него, с последующей заменой ломаных линий плавными кривыми. Так, например, на рис. 18 основание диаметра разделено на 12 частей, что дает возможность рассматривать цилиндр как правильную двенадцатиугольную призму. Параллельно оси цилиндра проводим образующие. Построение развертки начинают с проведения прямой линии, на которой откладывают длину распрямленной окружности. Разделив прямую на 12 частей, из точек деления проводят прямые, перпендикулярные к проведенному основанию. На этих прямых откладывают отрезки, равные образующим на главном виде, концы которых соединяют плавной кривой.

Полученная кривая представляет собой синусоиду, преобразованную из длины эллипса — сечения, полученного при наклонном расположении секущей плоскости относительно оси цилиндра. Если же фигура сечения в плоскости, наклонной к образующим, представляет собой окружность, то цилиндр эллиптический.

Для построения развертки необходимо провести нормальное сечение цилиндра, т. е. перпендикулярное к образующим, и

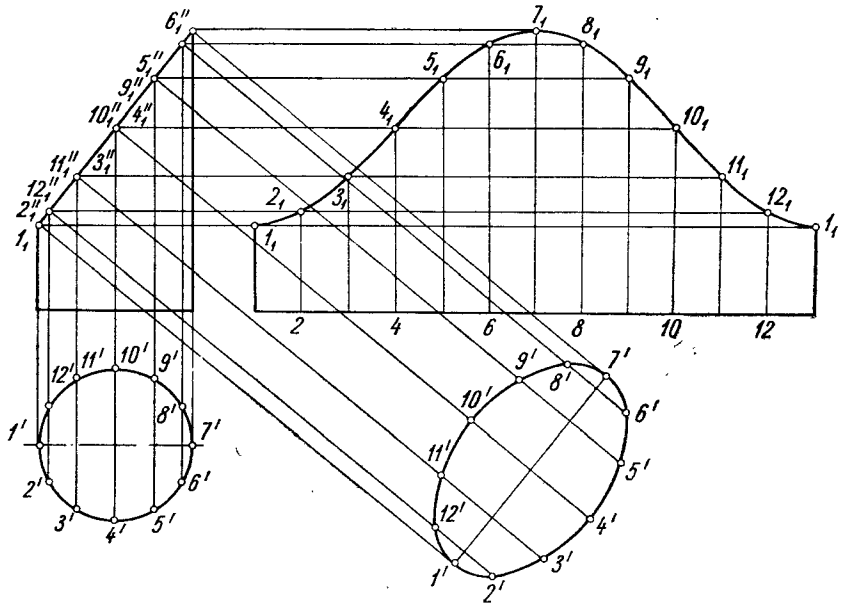


Рис. 18. Развертка усеченного под углом цилиндра вращения

определить основные его размеры. По полученным размерам необходимо построить сечение — эллипс и, разделив его на 12 частей, сделать его развертку (*ЕЖ*). На линиях, проведенных перпендикулярно через точки деления, отложить отрезки, пользуясь боковым видом цилиндра, как показано на рис. 19, затем концы отрезков соединить плавными кривыми, представляющими искомые развернутые кромки боковой поверхности наклонного эллиптического цилиндра.

Построение развертки поверхности конуса вращения сводится к вычерчиванию кругового сектора, радиус которого равен образующей конуса, а длина дуги равна длине окружности основания конуса. При этом центральный угол сектора $\alpha = \frac{180D}{l}$ (рис. 20). Конус задается высотой H и диаметром основания D,

поэтому для определения образующей l рассматривают прямоугольный треугольник с катетами H и $\frac{D}{2}$. Истинная длина образующей составит $l = \sqrt{H^2 + \frac{D^2}{4}}$. При развертке фасонных частей очень часто встречаются усеченные конусы с недоступной вершиной, т. е. с вершиной, расположенной вне пределов размечаемого листа.

Таким образом, раствором циркуля не представляется возможным взять размер длины образующей.

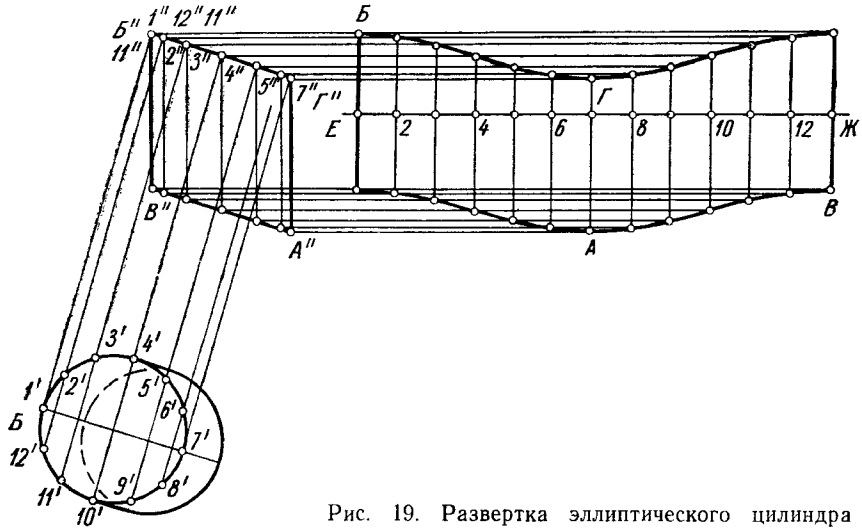


Рис. 19. Развертка эллиптического цилиндра

Есть несколько способов построения разверток конуса с недоступной вершиной. Один из них изображен на рис. 21. На боковом виде вычерчивают направляющий конус с диаметром $d_1 = D - d$, подобный заданному. Аналогично предыдущему строят развертку направляющего конуса. Разделив длину окружности основания конуса на произвольное число равных частей, из произвольной точки K проводят лучи через точки деления. На этих лучах отмечают точки *1*, *2*, *3* и т. д., положение которых определяется коэффициентом пропорциональности

$$m = \frac{D}{D - d}.$$

Таким образом,

$$\frac{k_1}{k_1'} = \frac{k_2}{k_2'} = \frac{k_3}{k_3'}.$$

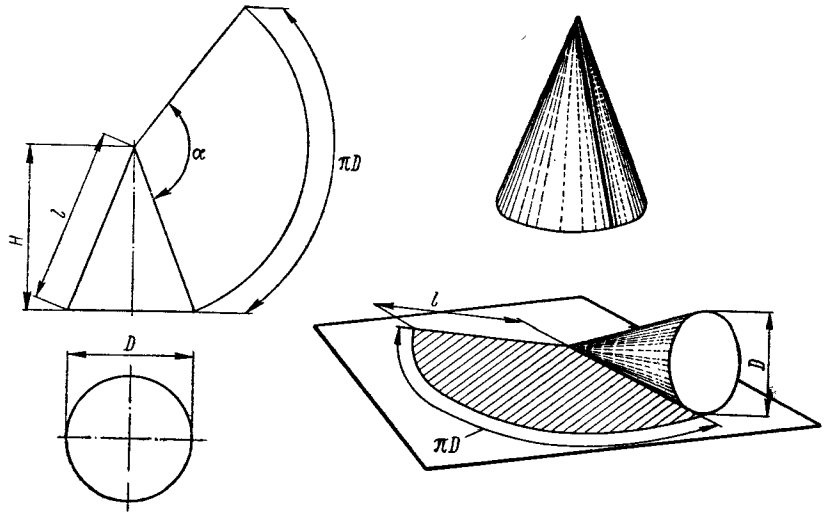


Рис. 20. Прямой конус с доступной вершиной

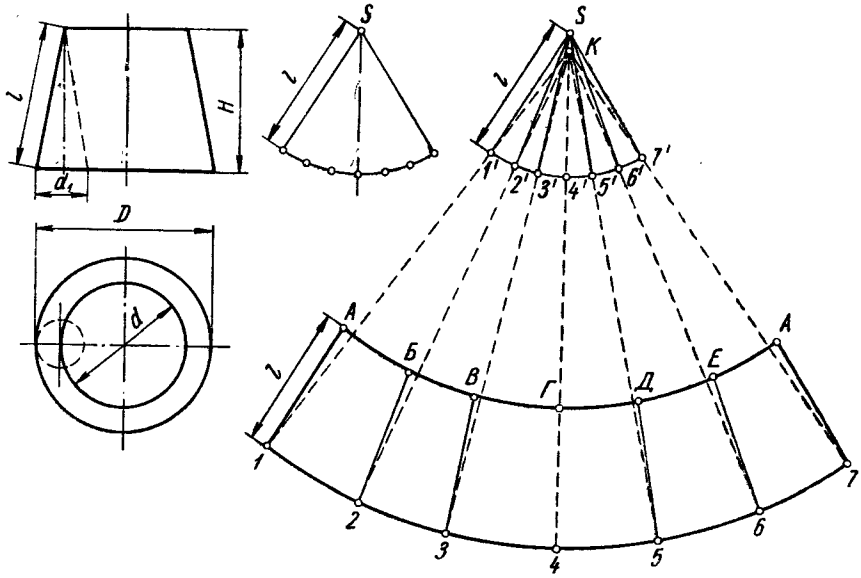


Рис. 21. Прямой конус с недоступной вершиной

Через полученные точки *1*, *2*, *3*... проводят параллельно образующим направляющего конуса линии, равные образующим основного конуса.

Концы этих прямых соединяют дугой окружности, при этом соответственно верхняя дуга равна длине распрямленной окружности верхнего основания, а нижняя — длине окружности нижнего основания.

На рис. 22 показана развертка конической поверхности общего вида или поверхности наклонного конуса. Для построения

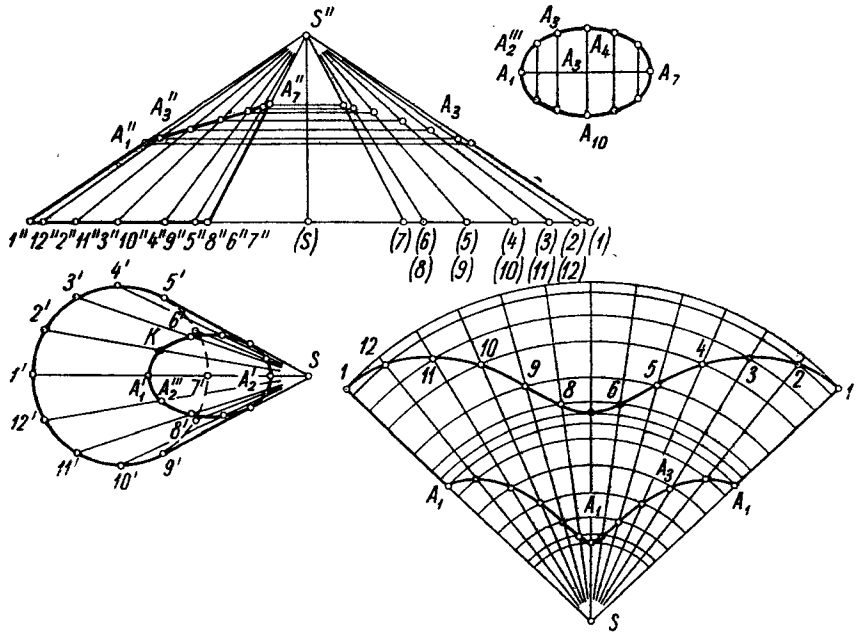


Рис. 22. Развертка усеченного косого конуса

развертки находим вершину конуса S и вписываем в конус n-гранную пирамиду, основанием которой будет правильный 12-угольник, а вершина будет совпадать с вершиной конуса. На рисунке грани пирамиды не показаны. Отмечаем точки пересечения ребер вписанной пирамиды с верхним и нижним основаниями. Опустив перпендикуляр из вершины на горизонтальную линию, делаем вспомогательные построения для нахождения истинной величины отрезков ребер пирамиды. На горизонтальной линии вправо от перпендикуляра откладываем от точки S последовательно размеры горизонтальных проекций ребер пирамиды. На рис. 22 это точки *7*, *6*, *8*, *5*, *9* и т. д., соединив которые с вершиной, получим истинные размеры ребер. Для получения истинной длины отрезков ребер усеченной

пирамиды надлежит точки пересечения верхнего основания с ребрами на боковом виде соединить параллельными прямыми с соответствующими линиями на вспомогательном построении.

Для построения развертки на произвольно взятой прямой от точки S откладываем отрезки, соответственно равные длинам, полученным на вспомогательном построении. Из точки S как из центра через полученные точки проводим дуги окружностей. Из точки *1* как из центра радиусом, равным длине стороны впи-

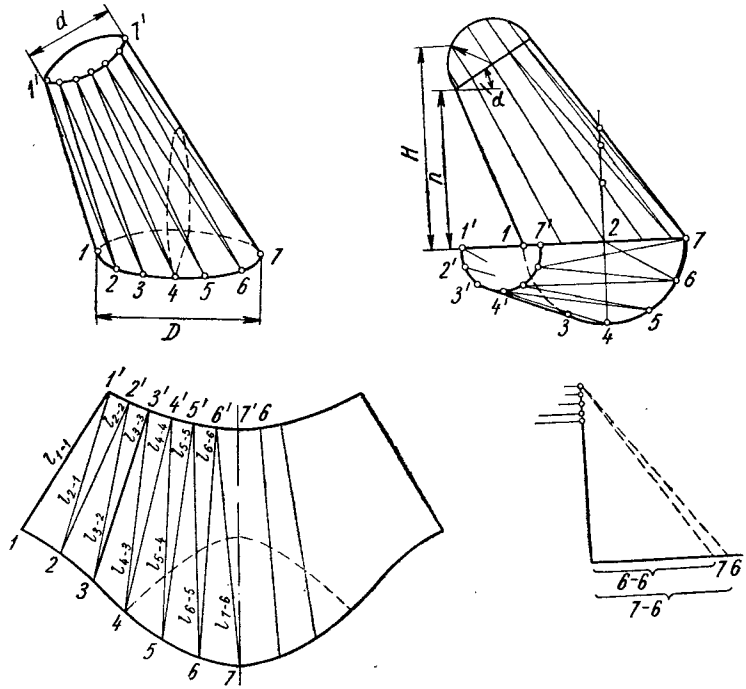


Рис. 23. Развертка сложной фигуры

санного 12-угольника, делаем засечку с соседней дугой в точке *12*. Из точки *12* тем же радиусом проводим дугу до пересечения с соседней дугой, проведенной из центра S, и получим точку *11*, из которой делаем засечку для получения точки *10* и т. д. Соединив точки плавной кривой, получим развернутое основание конуса. Соединив затем эти точки с вершиной S, получим образующие конуса. Откладывая на каждой из них соответствующую длину образующей, взятую из вспомогательного построения, получим развернутую кривую верхнего основания конуса.

Когда фигуры носят случайный характер и не могут быть отнесены к категории развертываемых, всю поверхность разби-

вают на ряд элементарных треугольников, количество которых определяется необходимой степенью точности, а затем производят развертку, определяя стороны треугольников. Этот общий метод удобнее показать на примере (рис. 23).

Для этого возьмем какой-либо частный случай. Даны основные размеры детали, необходимые для построения ее бокового вида. Верхнее и нижнее основания представляют собой окружности. Разбиваем всю боковую поверхность фигуры на треугольники, для чего окружности оснований делим на равное одинаковое число частей и, соединяя их попарно и по диагонали, получаем ряд треугольников. Задача решается нахождением истинных длин сторон треугольников и их построением в одной плоскости. После получения ряда точек последние соединяются характерной для заданной развертки кривой. Для нахождения истинных длин сторон треугольников пользуются правилом начертательной геометрии, заключающимся в том, что длина прямой определяется как гипотенуза прямоугольного треугольника, построенного на катетах, из которых один — горизонтальная проекция, а второй — расстояние от вершины треугольника до основания фигуры.

Для получения линий пересечения достаточно отложить по образующим действительные величины прямых и по полученным точкам определить развертку линии пересечения. Пользуясь этим общим методом, можем легко получить развертку любой сложности фигуры. Для нашего случая сделано построение ответвления тройника. Особенно часто приходится прибегать при развертках всевозможных переходов. Точность раскроя зависит от тщательности разбивки фигуры на отдельные треугольники. В дальнейшем все сложные случаи разверток выполнены приведенным выше методом, но пояснение дано в пооперационной последовательности — способом, наиболее доходчивым к пониманию процесса построения развертки.

§ 2. РАЗМЕТКА ОТВОДОВ

Отводы, полуотводы, а также их комбинация между собой представляют большую группу фасонных частей круглого и прямоугольного сечений.

В некоторых случаях сечение по длине отвода может быть переменным. Тогда при прямоугольном поперечном сечении отводы называются пирамидальными, а при круглом сечении — коническими.

Так как любой отвод круглого сечения состоит из повторяющихся отдельных элементов — звеньев, то развертка всего отвода сводится к определению основных размеров и развертки одного элемента — звена. Отвод задается диаметром, средним радиусом, углом отвода и количеством звеньев. Звено отвода круглого сечения представляет собой цилиндрическую поверхность,

при этом наименьшая образующая называется шейкой, а наибольшая — затылком.

Для построения развертки любого звена отвода необходимы размеры шейки и затылка. Эти размеры могут быть определены по формулам:

длина шейки

$$\frac{\pi\left(R-\frac{d}{2}\right)}{2(n+1)};$$

длина затылка

$$\frac{\pi\left(R+\frac{d}{2}\right)}{2(n+1)},$$

где R — средний радиус отвода;

d — диаметр отвода;

n — количество звеньев.

Необходимо учесть, что при задании отвода дается количество полных звеньев, не считая обязательных двух стаканов, в сумме дающих одно звено.

Для изготовления отвода достаточно сделать один шаблон стакана. Пользуясь им, можно произвести разметку всех остальных звеньев отвода.

Вычерчиваем горизонтальную и фронтальную проекции стакана по вычисленным размерам шейки и затылка и делим половину окружности на равные отрезки, в данном случае на шесть частей. На фронтальной проекции через точки деления проводим образующие.

Построение развертки отвода показано на рис. 24. На горизонтальной прямой откладываем отрезок, равный длине окружности, т. е. πd, и делим половину его на двенадцать равных частей. На концах прямой и в точках деления восставляем перпендикуляры, на которых откладываем отрезки, равные размеру образующих на фронтальной проекции. Соединив вершины перпендикуляров плавной кривой — синусоидой, получим развертку стакана отвода. Для получения развертки звена отвода необходимо повторить симметрично такое же построение относительно горизонтальной оси. Для раскроя шаблонов надлежит добавить к полученной развертке на фальцы и отбортовку.

Сочетанием отдельных элементов отвода можно получить более сложные фасонные части (отступ, обход, утку).

Для изготовления утки круглого сечения необходимы следующие данные: диаметр, монтажная длина и вылет утки, средний радиус полуотводов.

Построение развертки утки круглого сечения начинают с вычерчивания бокового вида. Сообразуясь с размерами утки,

строят прямоугольник с размерами сторон, равными монтажной длине и вылету утки. Из диагонально противоположных вершин углов прямоугольника заданным радиусом делают засечки на продолжении боковых сторон прямоугольника. Из точек пересечения как из центров тем же радиусом проводят дуги и соединяют их друг с другом касательной. В точках пересечения дуг с боковыми сторонами прямоугольника вдоль сторон откладываются отрезки, равные половине диаметра утки. Из центров O и O_1 очерчивают полуотводы утки и разби-

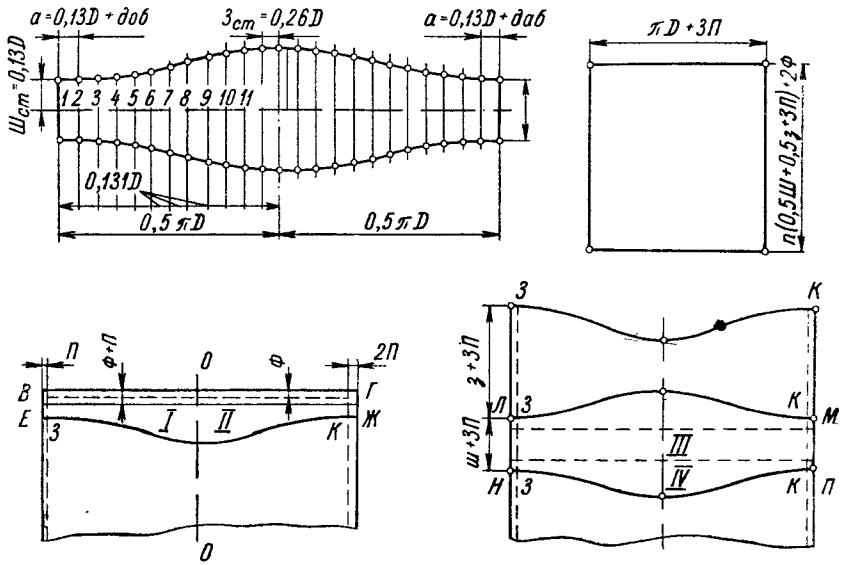


Рис. 24. Разметка отвода круглого сечения

вают их на заданное количество звеньев. В данном случае принято два звена и два стакана для каждого отвода. Полуотводы соединяют вставкой, как показано на рисунке. Вставка между полуотводами может быть при условии, что осевые дуги не пересекаются. Однако их сопряжение друг с другом может быть без цилиндрической вставки. В этом случае утка будет состоять только из двух полуотводов.

После построения бокового вида и определения всех необходимых размеров приступают к развертке звена полуотвода и цилиндрической вставки. Размеры шейки и затылка могут быть взяты из бокового вида утки. Развертка утки показана на рис. 25, *а*, *б*. Построение ее ведется по аналогии с разверткой отвода круглого сечения.

Утка прямоугольного сечения показана на рис. 26. Для изготовления из четырех сторон требуются два шаблона, построение

которых начинают с вычерчивания бокового вида утки. Кроме поперечного сечения, утка задается монтажной длиной L и величиной вылета h. Построение бокового вида утки пря-

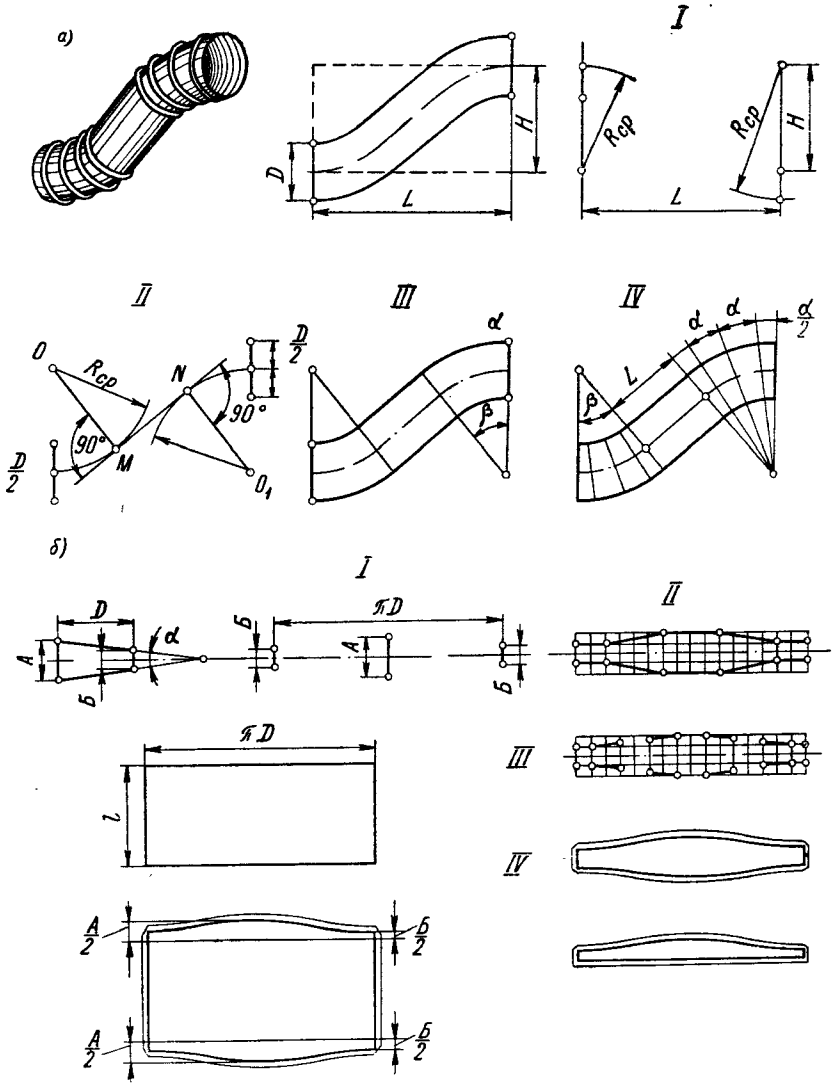


Рис. 25. Разметка уток круглого сечения
а — построение бокового вида; *б* — разметка шаблонов

моугольного сечения аналогично построению бокового вида утки круглого сечения. Для получения шаблона боковых стенок достаточно к боковому виду добавить припуски на фалец и

отбортовку. Необходимо оговориться, что припуски к боковому виду на фалец должны делаться с учетом так называемого «углового» фальца, требующего для выполнения одинарной отгибки кромки шаблона.

При построении шаблона других стенок утки для углового фальцевого соединения припуск делается в 3 раза больше, чем для бокового шаблона. Длину верхней и нижней стенок определяют по грани боковой стенки.

Отводы прямоугольного и квадратного сечений состоят из двух боковых стенок (шейки и затылка) и изготовляются по

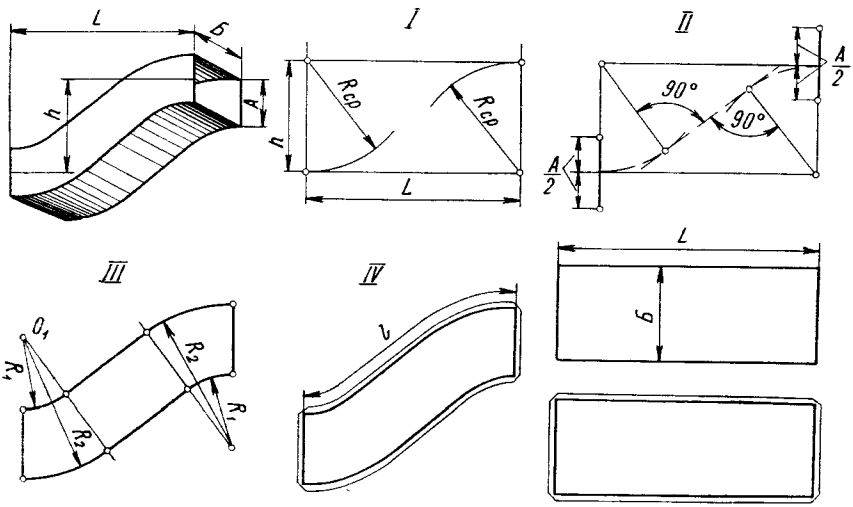


Рис. 26. Разметка уток прямоугольного сечения

трем шаблонам: *1* — для боковых стенок; *2* — для затылка отвода; *3* — для шейки отвода. Построение шаблонов отвода начинают с вычерчивания его боковой стенки. Для этого, зная сечение отвода и радиус его кривизны, из вершины прямого угла как из центра проводим две окружности на расстоянии друг от друга, равном размеру боковой стороны. Для насаживания фланцев с двух сторон отвода его необходимо удлинить прямыми участками того же сечения в зависимости от типа фланцев. Кроме этого, для образования фальца необходимо сделать припуск. Размеры шейки и затылка определятся по боковому виду отвода. У шаблонов для образования угловых фальцев припуск надлежит предусматривать в 3 раза больший, чем у боковых стенок (рис. 27).

Кроме общих случаев, прямоугольные отводы могут быть также с переменным сечением — пирамидальные. Изготовление их делается так же, как и в общем случае,— по трем шаблонам,

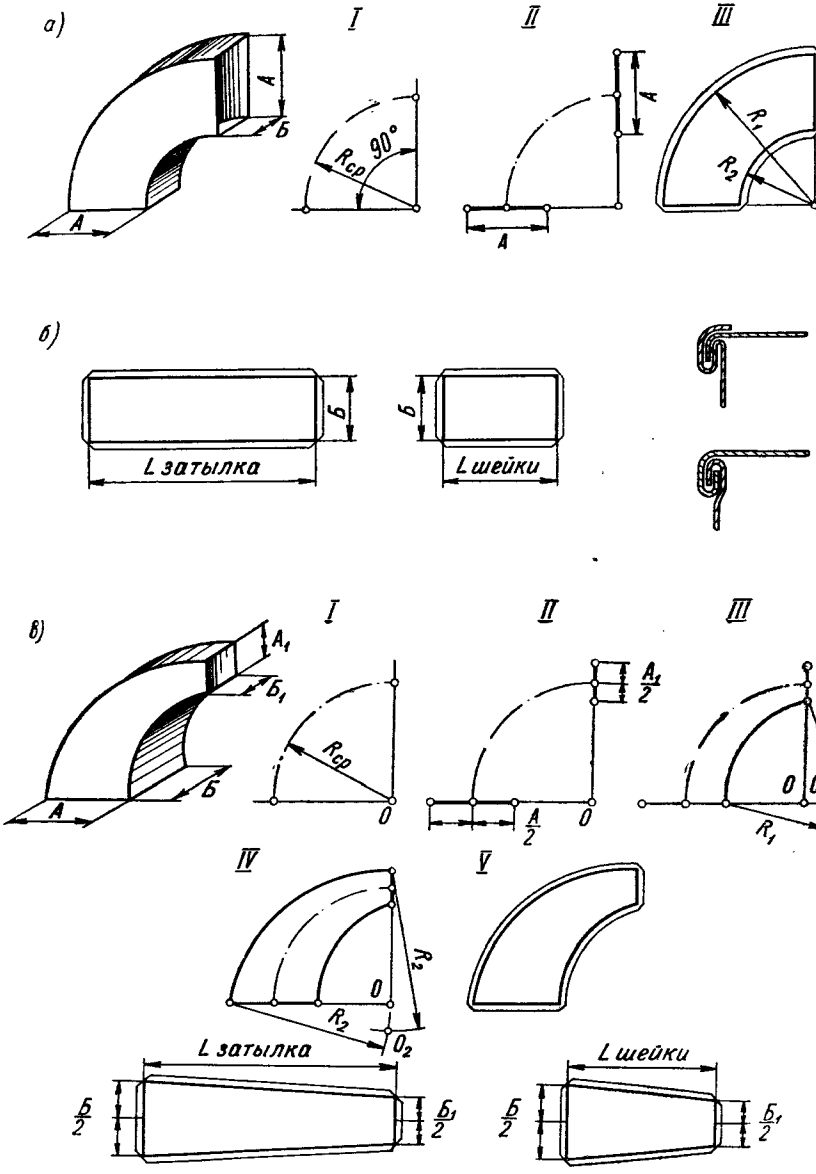


Рис. 27. Разметка отводов прямоугольного сечения

а — отвод постоянного сечения; *б* — угловые фальцы; *в* — отвод переменного сечения

для построения которых необходимо вычертить боковой вид отвода.

Однако учитывая, что боковой вид представляет одну из проекций отвода, необходимо вводить поправки при разметке шаблонов, иначе не обойтись без подгонки отдельных частей отвода. Так например, длины дуг контура шаблона для боковой стороны всегда будут больше своих проекций на боковом виде. Шаблоны затылка, а особенно шейки должны иметь срезку боковых сторон по кривой.

§ 3. РАЗМЕТКА ТРОЙНИКОВ И КРЕСТОВИН

Тройники и крестовины по поперечному сечению делятся на круглые и прямоугольные. Отличие по этому признаку настолько велико, что каждый вид тройников и крестовин представляет собой особую конструкцию, отличающуюся формой, деталями и даже способами изготовления.

Естественно, что каждый вид приходится рассматривать в отдельности.

Тройники и крестовины круглого сечения, за исключением пневмотранспорта и аспирационных установок, нормализованы. Нормаль составлена не только на их геометрические размеры, но также и на способ их изготовления. Так как разметка нормализованных фасонных частей в настоящее время ведется в основном по шаблонам, то рассматривается только общий случай раскроя отдельных элементов тройников и крестовин. К элементам этих фасонных частей относятся ствол и ответвления. Ответвления тройников и крестовин ничем не отличаются друг от друга, и раскрой их ведется с одинаковой последовательностью.

Изготовление тройников и крестовин круглого сечения можно производить несколькими методами. Один из них заключается в том, что отдельные элементы тройника и крестовины рассматривают как конические или цилиндрические поверхности и решают их развертку общим методом с помощью расчленения всей поверхности на треугольники. Такой прием развертки представляет особый интерес для раскроя ненормализованных фасонных частей и при изготовлении индивидуальных тройников и крестовин. Кроме того, для более точного раскроя и уменьшения отходов материала прибегают к этому способу при изготовлении шаблонов для серийного или массового изготовления.

Второй способ является практическим и содержит в себе приемы, позволяющие прибегать к приближенным построениям отдельных элементов (рис. 28).

По этому способу вначале вычерчивают развертку ответвления, по его раскрою размечают и делают построение ствола. Для этого по заданным размерам вычерчивают боковой вид тройника (крестовины).

На горизонтальной прямой откладывают отрезок, равный диаметру корня ствола. Через середину отрезка перпендикулярно ему проводят ось и откладывают на ней высоту тройника.

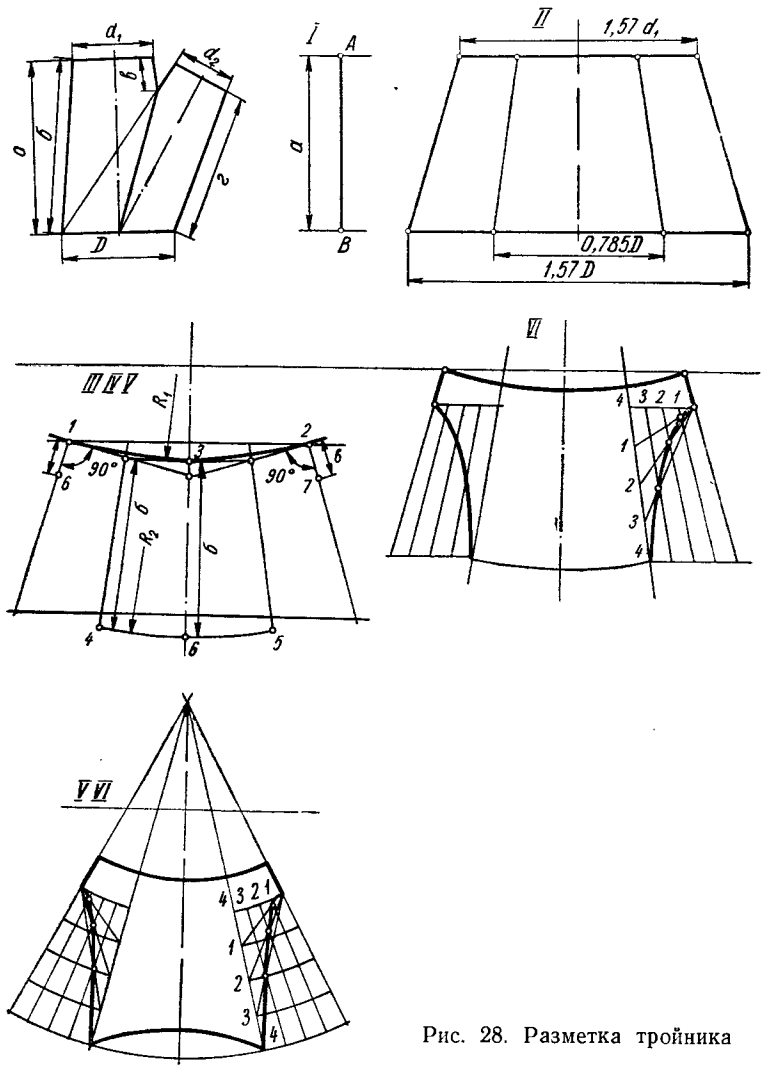


Рис. 28. Разметка тройника

Через конечную точку высоты a проводят линию, параллельную корню ствола, и на ней откладывают отрезок, равный заданному диаметру d_1. Крайние точки соединяют прямыми линиями. Получают боковой вид ствола. Дальше из середины корня ствола под заданным углом α проводят осевую линию ответвления. На этой осевой линии на расстоянии высоты трой-

ника откладывается перпендикулярно оси отрезок, равный диаметру ответвления.

Крайние точки диаметра соединяются с крайними точками корня. Затем точку пересечения крайних образующих ствола и ответвления соединяют с центром основания, и на этом заканчивается построение бокового вида тройника (крестовины).

Для построения развертки ответвления прежде всего находят основные точки.

На картине соответствующего размера проводят ось $O - O_1$, на которой откладывают высоту ответвления h. От концов осей A и B откладывают в обе стороны вверху отрезки, равные радиусу ответвления, а внизу — отрезки, равные радиусу ствола. Вследствие симметричности развертки достаточно сделать построение только одной половины. Крайние точки отрезков *1—3*, *2—4* соединяют прямыми линиями до пересечения в точке O_2. Из точки O_2 как из центра радиусом R_3 проводим дугу, равную πd_2, и радиусом R_4 — дугу πD. Дуга *5*, *6*, равная πd_2, является верхним контуром развертки ответвления. Верхний контур, а также нижнюю вспомогательную дугу *7*, *8* делим на четыре равные части. Соединив точки деления попарно между собой линиями, откладываем на них отрезки, соответствующие образующим, и получаем точки *9*, *10*, *11*, *12*, *13*. Радиусом R_5 соединяем точки *11, 12, 13* дугой, которая будет нижним контуром. Точки *9—11* и *10—13* соединяем параболами, построение которых ведется способом, показанным ниже. Для получения шаблона необходимо сделать припуск на фалец и на бортовку.

Ствол тройника в большинстве случаев имеет меньшую конусность, чем ответвления, и, как правило, вершина конуса лежит за пределами картины. Если же вершина окажется в пределах досягаемости, то развертку ведут по общим правилам, приведенным на рис. 23, *б*. Если же не удается воспользоваться этими рекомендациями, то прибегают к пооперационному построению.

Для построения развертки ствола прежде всего находят основные точки.

На картине соответствующего размера проводят ось $O—O_1$, на которой откладывают высоту ответвления a. От концов оси A и B откладывают в обе стороны вверху отрезки, равные $1{,}57\,d_1$ или $\frac{\pi d_1}{2}$, а внизу — отрезки, равные $1{,}57\,D$ или $\frac{\pi D}{2}$. Построение развертки делают только одной правой половины ответвления, так как левая будет такой же. Крайние точки отрезков соединяют прямыми линиями, которые делят пополам.

Для построения верхней грани развертки при помощи угольника проводим линию, перпендикулярную линии $Б'Е$. Затем эти линии делим пополам и через точки деления проводим прямую до пересечения с осью $O—O$.

По полученным точкам проводим плавную кривую и получаем верхнюю грань развертки. Так же можно построить упрощенным способом начертания дуги конусного перехода при помощи линейки и угольника.

Нижнюю грань развертки находим, откладывая вниз образующие, равные длине боковой грани ствола тройника.

Для построения боковых граней развертки на крайних прямых от точек *1*, *2* откладываем расстояние *б*, равное длине патрубка ствола. Боковую сторону вычерчиваем по шаблону, вырезанному при раскрое ответвления. Разметку другой половины ствола выполняем так же, как и ответвления.

Изготовление крестовин круглого сечения аналогично тройникам и отличается только разверткой ствола, которую можно

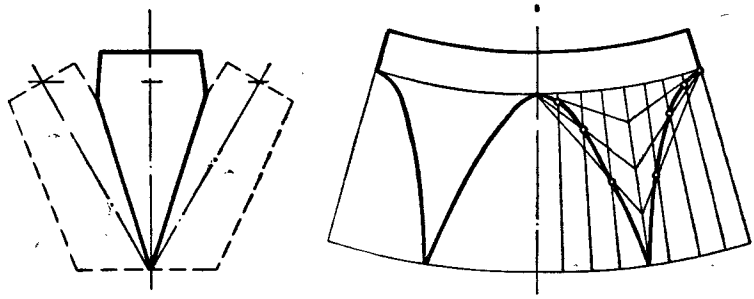


Рис. 29. Разметка ствола крестовины

рассматривать как совмещение двух разверток стволов тройников с правым и левым ответвлениями.

На рис. 29 показана развертка ствола реечной крестовины.

В большинстве своем крестовина имеет различные диаметры стволов и ответвлений, что требует при ее изготовлении построения разверток для каждого элемента в отдельности.

Тройники и крестовины прямоугольного сечения могут быть различных форм и конструкций, а поэтому для их изготовления мало задавать характерные для них величины, как-то: сечение отверстий, угол ответвления, средний радиус (с отводами). В большинстве случаев для полного представления тройника или крестовины прямоугольного сечения необходимо вычерчивать все три их проекции.

В зависимости от конструкции и вида тройники могут изготавливаться из двух, трех, четырех и пяти шаблонов, а крестовины из четырех, пяти и шести шаблонов. На рис. 30—33 даны примеры построения разверток тройников и крестовин прямоугольного сечения.

Развертка штанообразного тройника с отводами прямоугольного сечения дана на рис. 30, где привден очень простой случай совпадения одной из сторон корня тройника и ответвления.

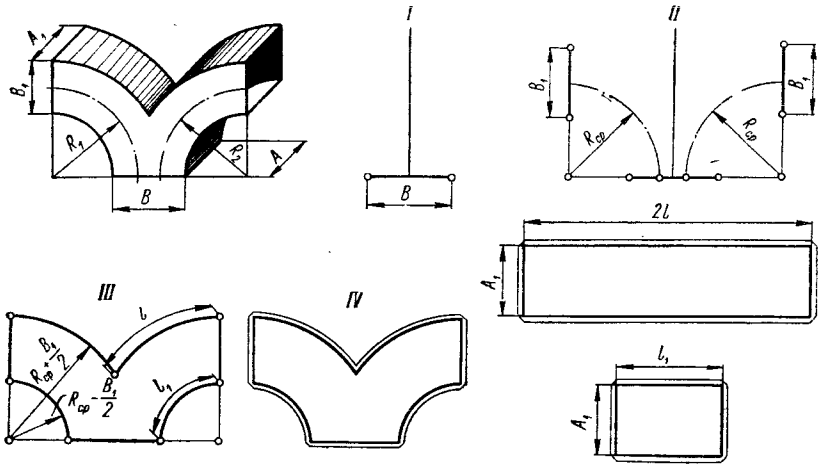


Рис. 30. Разметка штанообразного тройника прямоугольного сечения (с отводами)

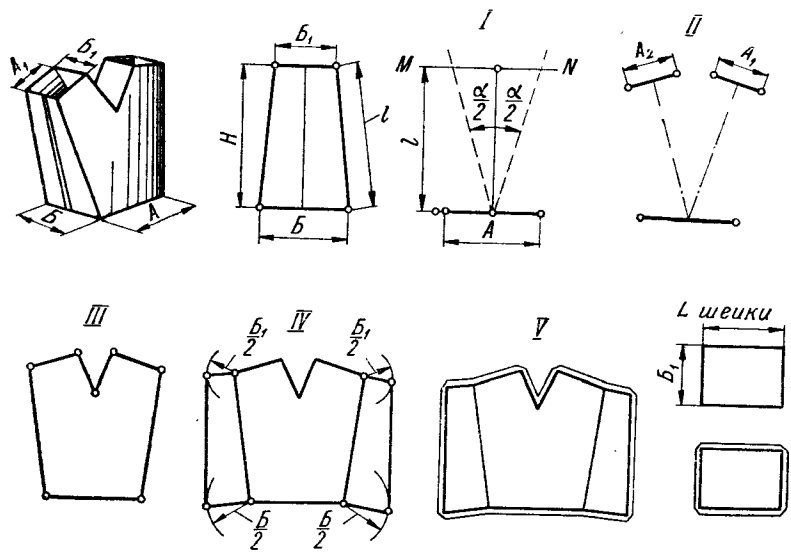


Рис. 31. Разметка штанообразного тройника прямоугольного сечения (без отводов)

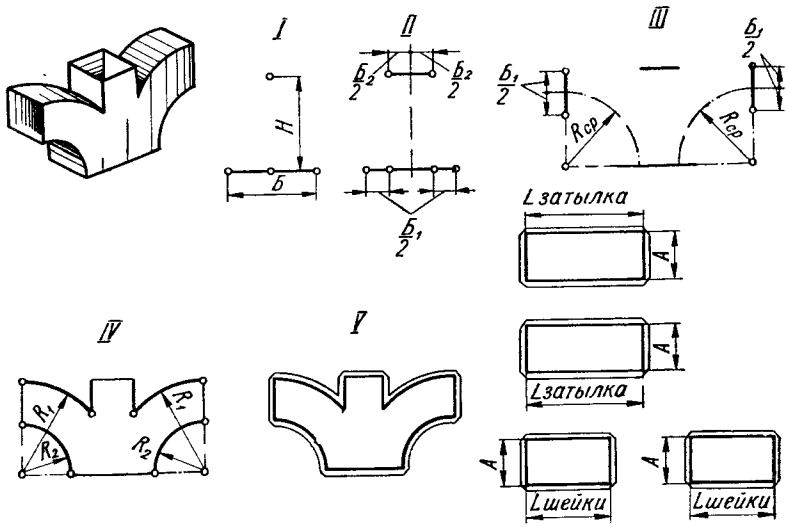


Рис. 32. Разметка крестовиины прямоугольиого сечеиия (с отводами)

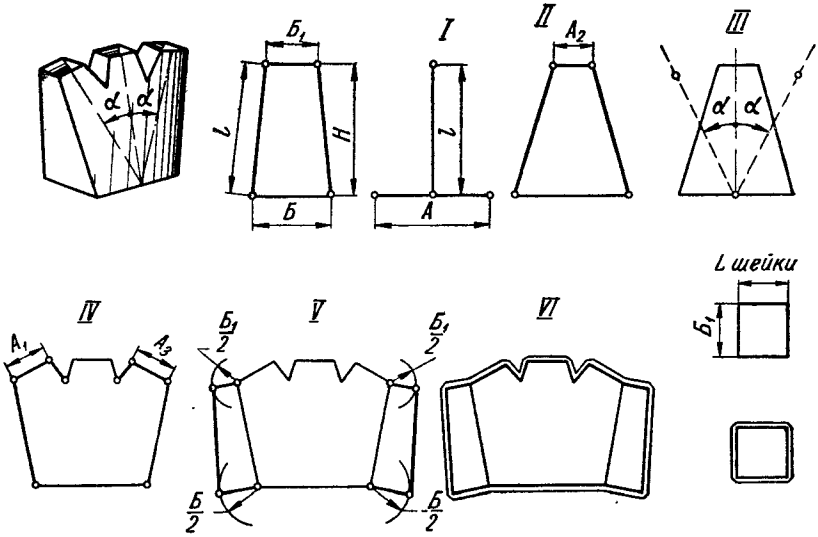


Рис. 33. Разметка крестовины прямоугольного сечения (без отводов)

В данном случае достаточно ограничиться вычерчиванием одного бокового вида, чтобы воспроизвести все остальные построения.

На рис. 31 дан штанообразный тройник без отвода с переменным сечением ответвлений. Тройник изготавливается из двух шаблонов.

Аналогично тройникам приведены примеры построения разверток крестовины прямоугольного сечения с отводами и без отводов на рис. 32 и 33.

§ 4. РАЗМЕТКА ПЕРЕХОДОВ

Разметка симметричного перехода круглого сечения при заданных d, D и H рассматривается как развертка кругового усеченного конуса и производится в следующей последовательности

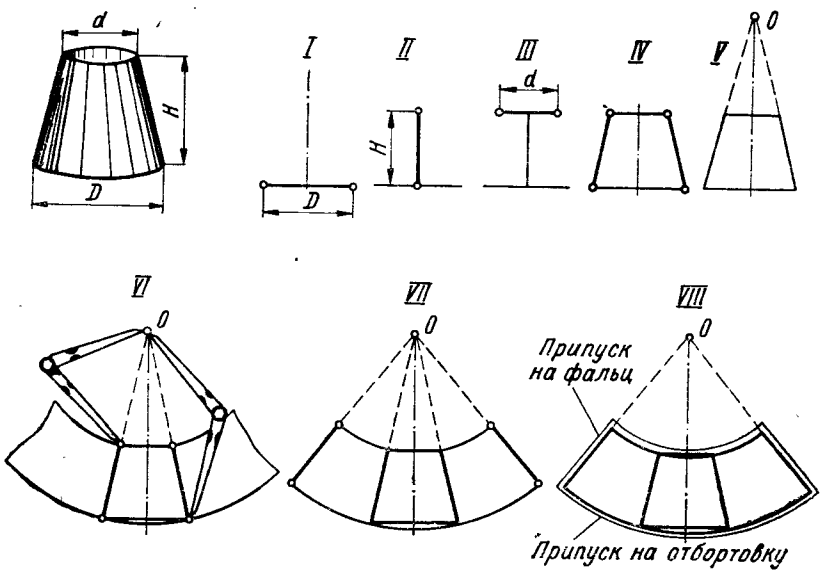


Рис. 34. Разметка круглого прямого перехода

(рис. 34): на вертикальной оси симметрии под прямым углом к ней откладывается поровну в обе стороны диаметр D нижнего основания I, от которого на расстоянии H, равном высоте перехода II, параллельно и аналогично нижнему откладывается диаметр верхнего основания III. Соединив концы диаметров прямыми линиями IV, получаем боковой вид (вертикальную проекцию) перехода. Продолжив образующие до пересечения друг с другом V, получаем точку O, из которой как из центра очерчиваем две дуги окружности VI с раствором циркуля,

равным для малой дуги размеру образующей вспомогательного конуса и увеличенным на величину образующей перехода для большей дуги *VII*.

Откладывая на большой дуге длину нижнего основания и соединяя полученные крайние точки с центром *O* (*VII*), получаем контур развертки симметричного перехода круглого сечения. Для построения шаблона для разметки необходимо добавить припуск на отбортовку и на фальц. Для разметки косого перехода с параллельными основаниями круглого сечения, кроме данных *D*, *d* и *H*, должен быть задан размер *a* — смещение относительно друг друга центров верхнего и нижнего оснований.

На основании данных (*D*, *d*, *H*, *a*) делается вспомогательное построение, состоящее в вычерчивании двух видов (проекций) перехода: вид сбоку (вертикальная проекция) и вид сверху (горизонтальная проекция).

По этому методу окружности обоих оснований переходов делятся на равные части. Точки деления соединяются попарно и наискось друг с другом, разбивая таким образом всю поверхность перехода на треугольники. В дальнейшем построение развертки перехода будет сведено к построению истинной величины ряда треугольников, образующих поверхность перехода по трем сторонам.

Для определения истинных размеров сторон делается вспомогательное построение, заключающееся в следующем.

На прямой восставляется перпендикуляр размером, равным высоте перехода. От основания перпендикуляра по прямой откладывается размер горизонтальной проекции искомой линии. Конец отрезка прямой соединяется с вершиной перпендикуляра, образуя прямоугольный треугольник, в котором гипотенуза равна истинной длине одной из сторон строящегося треугольника.

Последовательность построения развертки показана на рис. 35.

Косой переход с непараллельными основаниями круглого сечения может быть задан радиусами *R* и *r* оснований, расположенных под углом α друг к другу, и величиной смещения центров, равной *a*.

Для развертки перехода необходимо вычертить его фронтальную (вид сбоку) и горизонтальную (вид сверху) проекции. Так как поверхность перехода симметрична относительно фронтальной плоскости, проходящей через центры оснований, то на горизонтальной проекции достаточно показать лишь половину фасонной части. Для построения фронтальной проекции перехода откладываем на горизонтальной прямой от точки *O* в обе стороны величину диаметра *R* (рис. 36).

На этой прямой на расстоянии, равном смещению центра верхнего основания от точки *O* — центра нижнего основания,

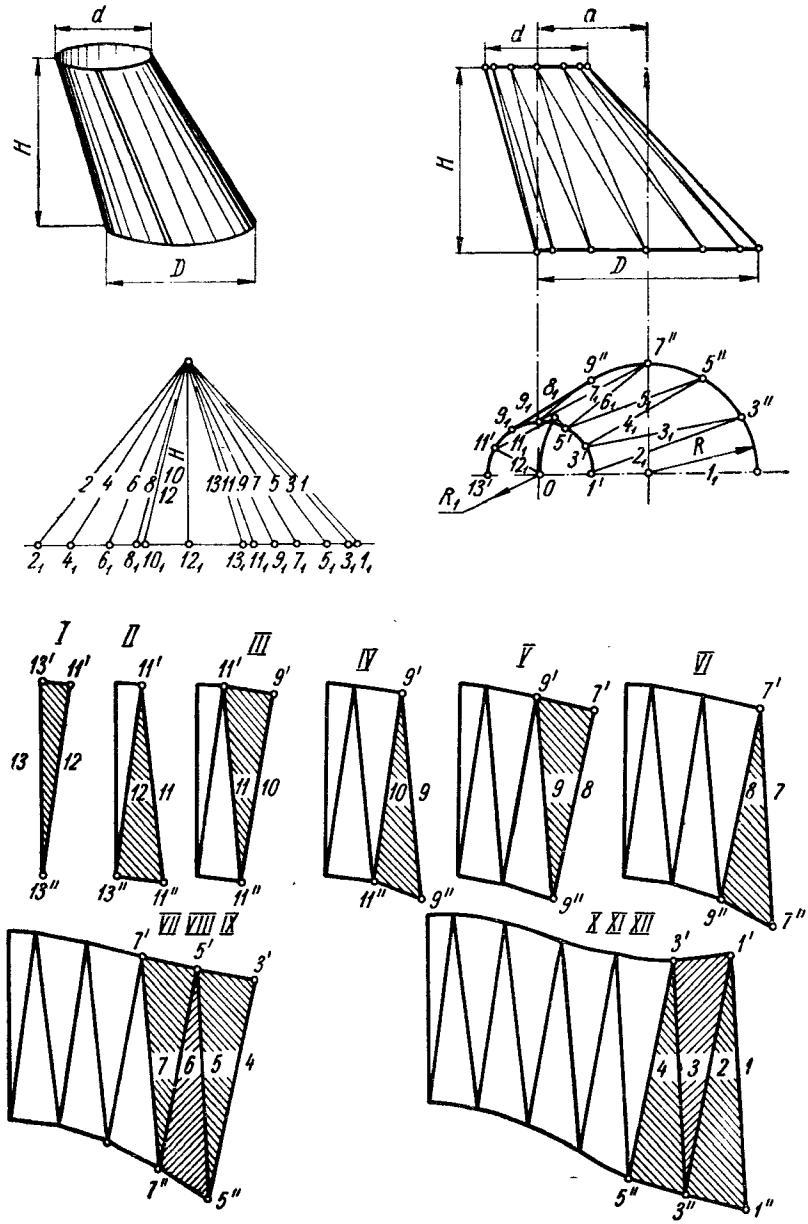


Рис. 35. Разметка круглого косого перехода

надлежит восставить перпендикуляр и продолжить его из точки O под углом $90 - x$. Через точки пересечения (центр верхнего наклонного основания) надлежит провести прямую под углом α к горизонтальной оси и отложить на ней по одну и другую стороны радиус r верхнего основания.

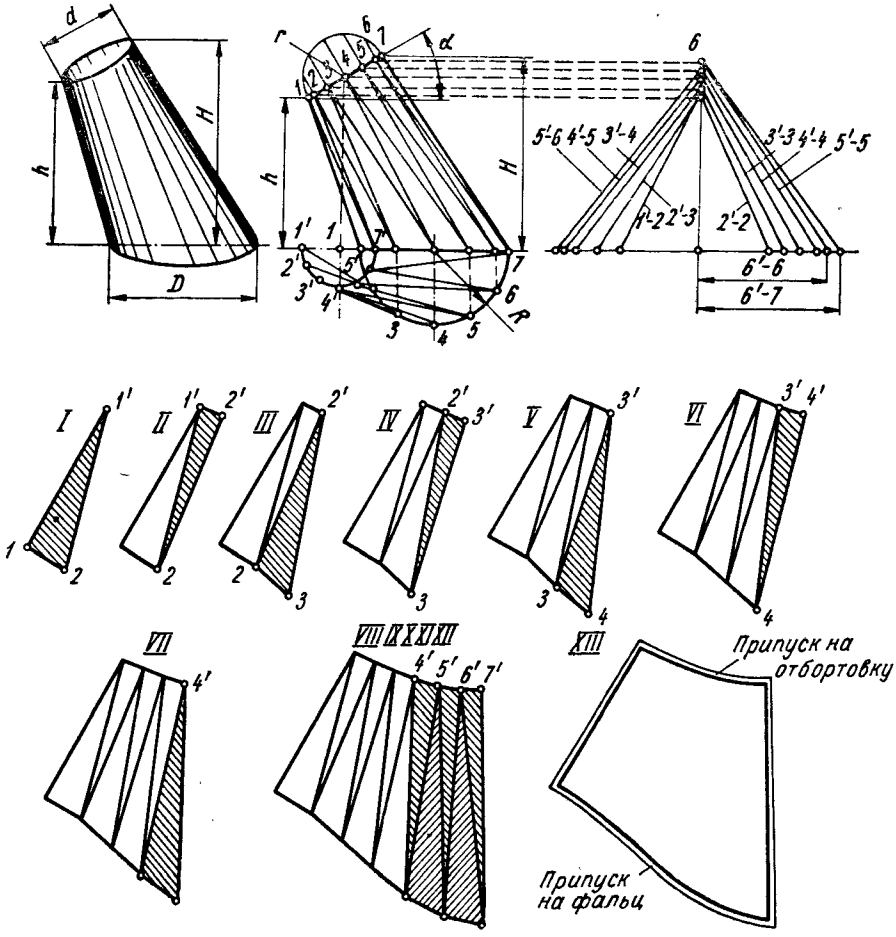


Рис. 36. Разметка круглого косого перехода с непараллельными основаниями

Соединив крайние точки оснований прямыми, получим боковой вид перехода, т. е. его фронтальную проекцию.

Горизонтальная его проекция строится следующим образом: из центра O радиусом R очерчивается полуокружность нижнего основания; верхнее основание проектируется в виде полуэллипса с большой полуосью, равной радиусу r в истинную длину, и ма-

лой полуосью, равной горизонтальной проекции этого радиуса. К окружности и эллипсу проводится прямая — касательная к обеим кривым.

Существует ошибочное представление, что заданная поверхность перехода с основаниями круглого сечения, не параллельными друг другу, есть коническая поверхность, при которой все образующие этой поверхности при своем продолжении пересекутся в одной точке. Это, как видно, приводит к неправильному способу развертки заданного перехода к усеченному круговому конусу.

В действительности переход представляет случайную поверхность, и развертка такой поверхности должна строиться для таких фасонных частей общим методом замены кривой поверхности многогранником. Для этого каждую из окружностей основания делим на равное число частей, точки деления которых соответственно соединяем прямыми линиями — образующими этой поверхности. Полученные четырехугольники не являются плоскими, так как хорды, стягивающие дуги окружностей, не лежат в одной плоскости. Проведя диагонали на этих участках кривой поверхности, расчленяем ее на составляющие треугольники, построение которых по трем сторонам истинной длины позволит произвести развертку перехода.

При развертке, конечно, и в данном случае допускается некоторое приближение, но более близкое к истинному по сравнению с другими способами.

Для деления окружности верхнего основания описываем полуокружность на фронтальной его проекции. Разделив полуокружность на шесть равных частей, точки деления сносим сначала на фронтальную проекцию, а затем на горизонтальную проекцию верхнего основания.

Окружность нижнего основания также делится на шесть частей, и точки деления сносятся на фронтальную проекцию основания. Затем поочередно точки деления обоих оснований соединяются прямыми по образующим и по диагоналям, расчленяя всю поверхность на треугольники.

Для нахождения истинных длин сторон треугольника необходимо сделать вспомогательное построение, показанное на рис. 35. Так как высота отдельных точек деления верхнего основания неодинакова, то для нахождения истинных длин расстояний этих точек от горизонтальной плоскости проводим две взаимно перпендикулярные линии и на вертикальной откладываем расстояния точек от оси OX.

Для построения развертки перехода после определения истинных длин треугольника строим последовательно развертку каждого неплоского четырехугольника.

Построив развертку многогранной поверхности, заменяем ломаные линии $1'$, $2'$, $3''$, и т. д., а также 1, 2, 3 и т. д. плавными кривыми. Эти кривые должны иметь вид синусоид.

При фальцевом соединении листов перед сборкой в картины рис. 35. После очерчивания контура развертки перехода делается припуск на фалец и отбортовку. На рис. 35 показан шаблон для двухшовного перехода. Если делается одношовный, то по линии $7_1 7'$ оси симметрии шаблон поворачивается, и очерчивается вторая половина перехода.

Переходы прямоугольного сечения образуют пирамидальные поверхности общего и частных видов. Переход, имеющий пирамидальную поверхность частного вида, представляет поверхность усеченной пирамиды и задается размерами сторон прямоугольников верхнего (*а*, *б*) и нижнего (*А*, *Б*), а также высотой перехода *Н*.

Развертка поверхности перехода сводится к построению граней пирамиды после определения истинных длин высоты этих граней *l*. Построение ведется в следующем порядке. На одной из сторон нижнего основания посредине восставляется перпендикуляр длиной, равной высоте грани перехода. На этом расстоянии параллельно проведенной стороне откладывают симметрично соответствующую сторону верхнего основания. Соединив крайние точки, получим истинную величину грани перехода в виде правильной трапеции (рис. 37).

Построение развертки боковых граней ведется в следующем порядке: из углов четырехугольника как из центров проводят дуги радиусами, равными половине соответствующих сторон боковых граней перехода. К дугам проводят касательные и находят на них точки касания, соединив которые прямой, получим контур развертки половины перехода. Для получения шаблона надлежит сделать припуск на отбортовку и фалец.

Другой частный случай перехода прямоугольного сечения представляет собой симметричный переход, но со смещением параллельных оснований относительно друг друга (рис. 38).

В данном случае, кроме размеров оснований и высоты перехода, задается размер смещения оснований. Развертка начинается с построения боковой грани перехода, для чего из середины стороны нижнего основания проводится перпендикуляр, на котором откладывается высота боковой грани. Через вершину перпендикуляра проводится прямая, параллельная нижнему основанию, на которой в сторону откладывается размер смещения. От полученной точки в обе стороны откладывается по половине соответствующей стороны верхнего основания. Соединив крайние точки прямыми линиями, получим развертку боковой грани перехода. Из крайних точек построенного четырехугольника как из центров очерчивают дуги радиусами, равными половине сторон симметричной грани перехода. Касательные, проведенные к дугам и соединенные прямыми в точках касания с крайними точками боковой грани, позволят построить развертку симметричных граней перехода. При этом надлежит следить, чтобы стороны оснований с касательными

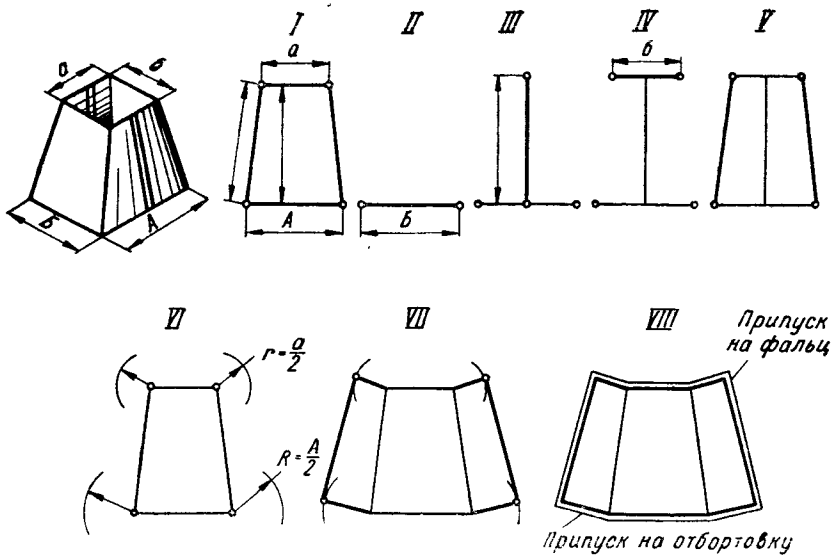


Рис. 37. Разметка перехода прямоугольного сечения

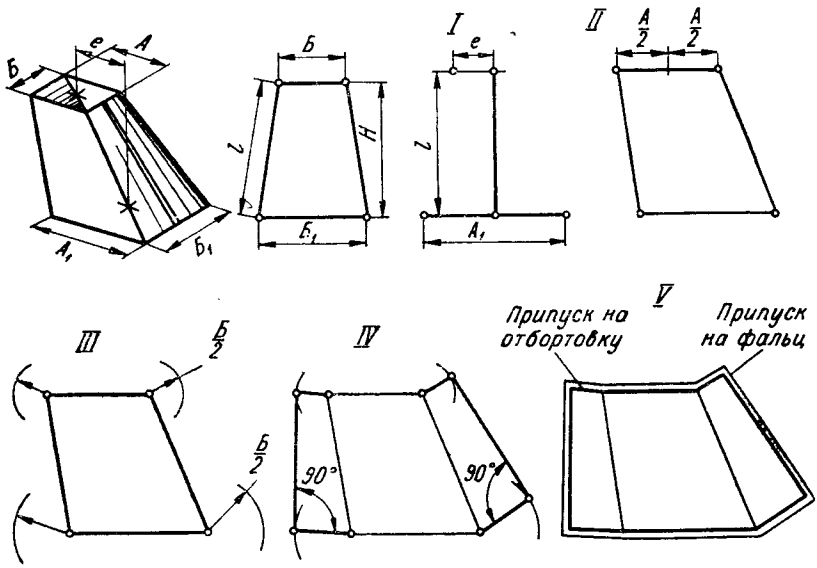


Рис. 38. Разметка косого перехода прямоугольного сечения

составляли прямой угол. Для получения шаблона необходимо дать припуск на фальц и отбортовку и после этого очертить контур.

Аналогично предыдущему строится развертка перехода прямоугольного сечения с непропорциональными сторонами (рис. 39). Вследствие того что переход симметричен относительно вертикальной плоскости, для построения развертки задаются размеры сторон верхнего и нижнего оснований и высота.

Пирамидальная поверхность общего вида представлена для случая косого перехода прямоугольного сечения с двумя смеще-

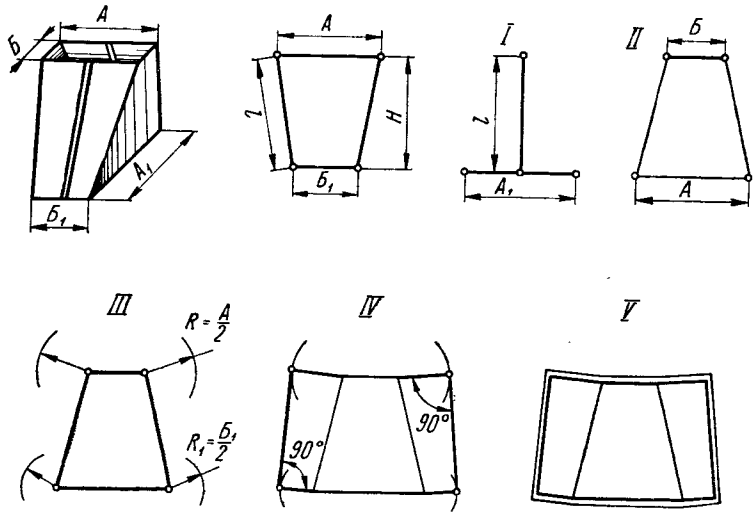


Рис. 39. Разметка перехода прямоугольного сечения с непропорциональными сторонами

ниями. Развертка таких поверхностей строится после определения истинных длин всех ребер граней и вспомогательных линий, лежащих в их плоскостях. Переход задается размерами оснований, высотой, а также двумя смещениями оснований относительно друг друга. Построение видов перехода начинают с горизонтальной проекции, для чего от центра нижнего основания откладывают параллельно сторонам размеры двух смещений центра верхнего основания. Определив центр, строят верхнее основание и соответственно соединяют крайние точки оснований попарно друг с другом, а затем определяют видимость линий. На фронтальной проекции смещение будет только в одной плоскости, поэтому достаточно спроектировать сторону нижнего основания и на высоте H — сторону верхнего и соответственно соединить их крайние точки.

Для определения истинных длин необходимы дополнительные построения, для чего на горизонтальной проекции прово-

дятся вспомогательные линии для расчленения всей поверхности на треугольники. Истинные длины сторон треугольников находятся общим, ранее изложенным методом. К горизонтальной прямой восставляется перпендикуляр, равный высоте перехода *H*. Затем на прямой, безразлично в какую сторону от основания перпендикуляра, откладываются горизонтальные проекции искомых линий, истинная длина которых будет равняться расстоянию от конца проекции до вершины перпендикуляра.

Так как переход сконструирован из двух шаблонов, то рекомендуется начинать развертку стороны, на которой имеется шов. В этом случае базой для начала будет прямоугольный треугольник со стороной, равной половине стороны нижнего основания плюс расстояние, на которое смещено вдоль стороны верхнее основание.

Дальнейший ход построения разверток по аналогии с предыдущими развертками ясен из рис. 40 и сводится к последовательному построению треугольников в количестве семи штук для каждого шаблона. Заканчивается построение шаблонов припусками на фалец по боковым линиям для соединения друг с другом и на отбортовку по периметру обоих оснований.

В процессе построения развертки перехода необходимо следить, какой стороной к нам обращена развертка: наружной или внутренней, т. е. в какую сторону при формовании из нее перехода надо сгибать грани пирамиды — вправо или влево. Ошибочно думать, что в обоих случаях получатся одинаковые конструкции. Такие ошибки могут иметь место при раздельной заготовке шаблонов и только в случае симметричной фигуры, безразлично в какую сторону, будет изгибаться развертка.

Большую группу составляют переходы с комбинированной поверхностью, состоящей из сочетания плоских и кривых поверхностей. К ним относятся переходы с прямоугольного или квадратного сечения на круглое или наоборот. Переходы этого вида могут быть симметричными и несимметричными. Так как развертка переходов с комбинированной поверхностью строится приведенным выше методом треугольника, то в дальнейшем нет смысла подробно останавливаться на повторении отдельных приемов этого метода. На рисунках дано последовательное вычерчивание развертки путем построения треугольников в истинную величину по трем сторонам.

Симметричный переход с прямоугольного на круглое сечение задан сторонами нижнего и диаметром верхнего оснований. Оба основания параллельны друг другу и находятся на расстоянии *H*. На рис. 41 переход приведен в двух проекциях, на которых показаны также линии перехода с кривых поверхностей на плоские. По истинным длинам этих линий, найденных общим методом, делается построение развертки симметричной половины перехода. В целях большей наглядности допущено некоторое

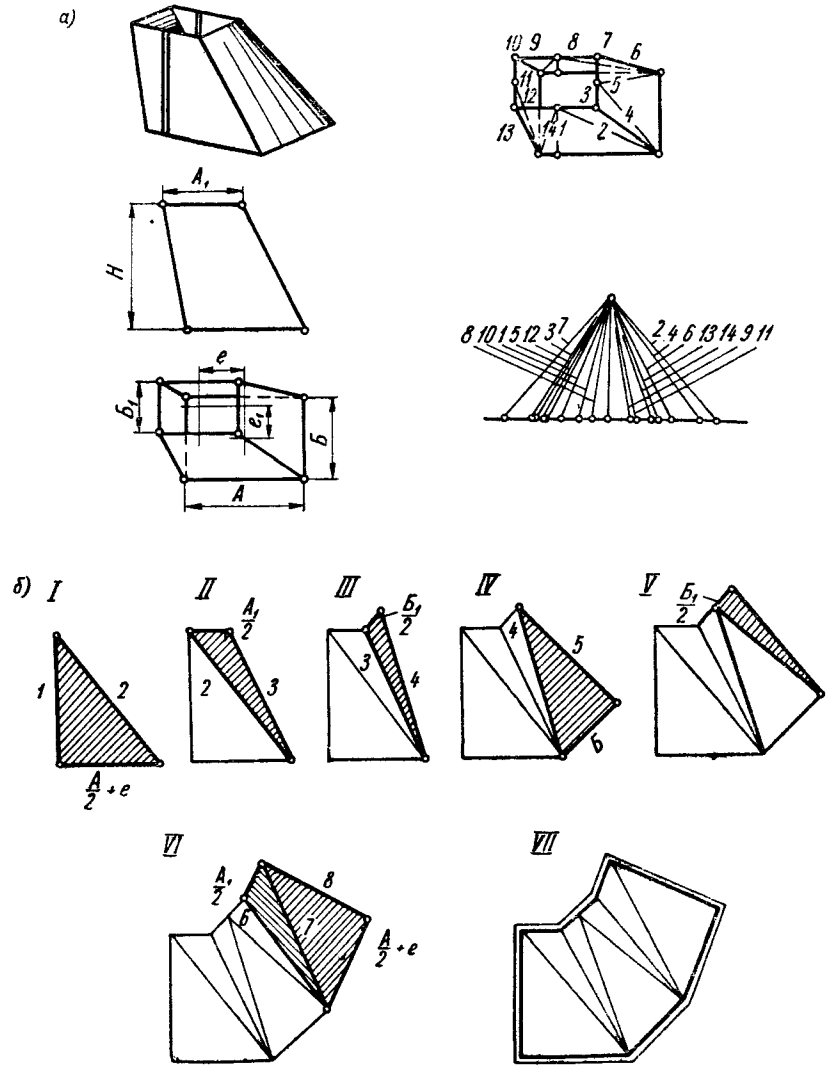
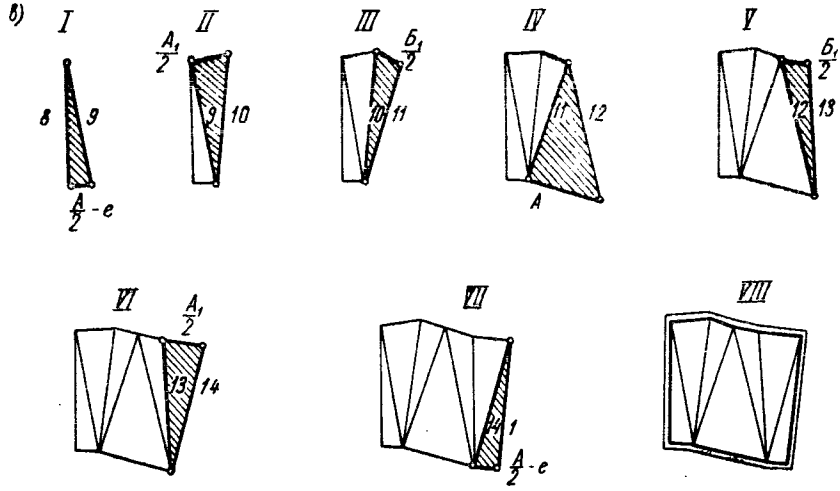


Рис. 40. Разметка косого перехода прямоугольного сечения с двумя смещениями

а — общий вид и вспомогательные построения; *б* — разметка первого шаблона; *в* — разметка второго шаблона



упрощение развертки кривых поверхностей путем замены четвертой части окружности хордой. Для получения более точной развертки рекомендуется делить кривую поверхность на большее число треугольников. Полученные точки надлежит соединить плавной кривой и после этого очертить контур шаблона, сделав предварительно припуски на фальцы и отбортовку.

Построение развертки симметричного перехода с круглого на прямоугольное сечение мало чем отличается от построения развертки перехода с прямоугольного на круглое. Для построения проекции перехода необходимы следующие данные: размеры верхнего и нижнего оснований (длина сторон и диаметр) и высота перехода.

Построение перехода показано на рис. 42. Для определения истинной высоты широкой грани, чтобы не строить третьей проекции перехода штриховой линией l_1 показана проекция одной боковой грани, для чего на проекции верхнего основания отложен отрезок, равный широкой стороне прямоугольника.

Для развертки кривой поверхности перехода при построении треугольника третью сторону можно принимать равной четвертой части длины окружности нижнего основания.

Однако для общего случая развертки переходов этого вида рекомендуется разбивать кривую поверхность на большее количество треугольников.

Кривая в развертке проведена как дуга окружности радиуса, найденного по трем точкам нижнего основания.

Шаблон для данного случая изготавливается один, так как переход является симметричным.

Для данной группы симметричных переходов частным случаем могут быть переходы с круглого сечения на квадратные и

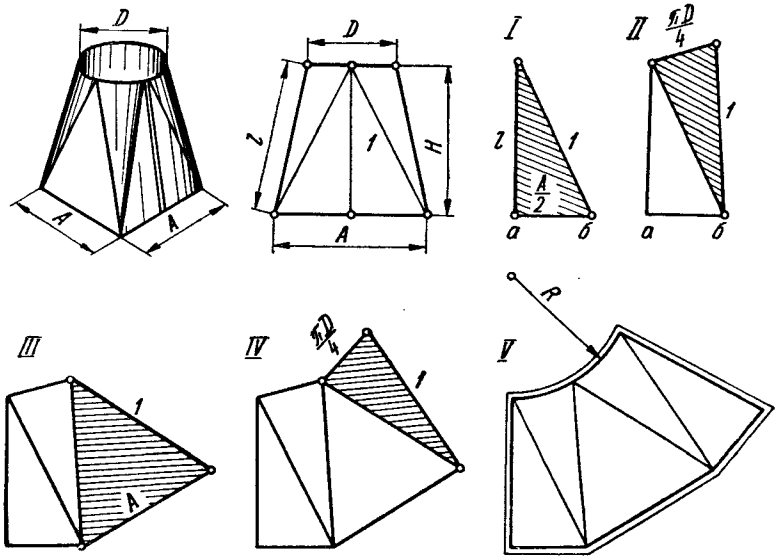


Рис. 41. Разметка перехода с квадратного на круглое сечение

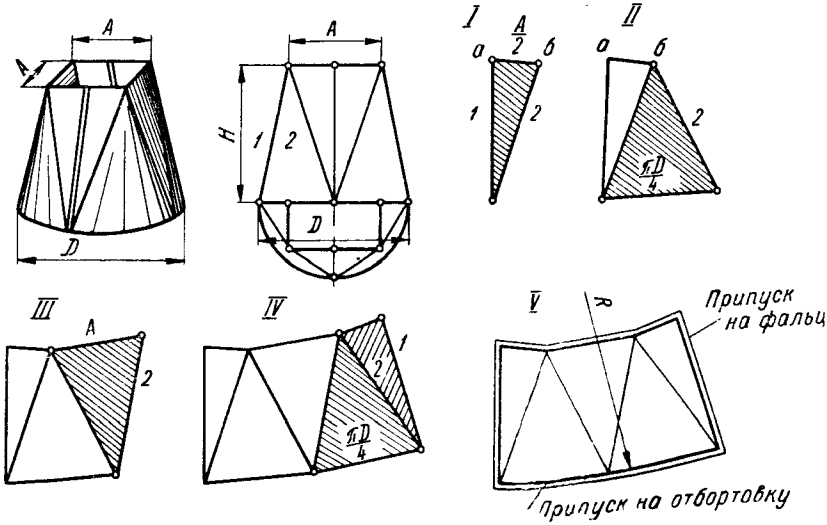


Рис. 42. Разметка перехода с круглого на квадратное сечение

с квадратного на круглые. Это несколько упрощает построение развертки, позволяя в некоторых случаях использовать развертку кругового конуса с доступной вершиной.

Косые переходы разных сечений могут быть с одним смещением, т. е. симметричными относительно одной вертикальной плоскости, или иметь два смещения и быть несимметричными.

Кроме того, основания косых переходов могут быть расположены относительно друг друга под углом и быть непараллельными.

Рассмотреть все развертки косых переходов не представляется возможным, поэтому ограничимся построением только наиболее характерных случаев, носящих элементы общего вида.

Произведем разметку косого перехода с прямоугольного на круглое сечение с параллельными основаниями и со смещением их в одном направлении. Для построения развертки перехода должны быть заданы размеры оснований (стороны прямоугольника и диаметр верхнего основания), высота перехода и величина смещения оснований относительно друг друга. Построение развертки данного перехода делается аналогично ранее рассмотренным случаям развертки переходов без смещения оснований.

После вычерчивания двух проекций перехода и определения истинных длин линий перехода поверхностей, показанных на рис. 43, приступаем к построению треугольников. Для данного перехода швы приняты по линии симметрии, и поэтому развертка делается только до половины фигуры. Построение начинается с прямоугольного треугольника малой стороны перехода и заканчивается также прямоугольным треугольником. Это имеет некоторое преимущество перед другими построениями.

Развертка косого перехода с круглого на прямоугольное сечение со смещением центров оснований относительно друг друга в плоскости симметрии показана на рис. 44 и аналогична предыдущим построениям.

Так как прямоугольное сечение в данном случае является верхним, то и построение рекомендуется начинать с вычерчивания прямого угла прямоугольного треугольника с катетом, равным половине меньшей стороны верхнего основания. Дальнейшее построение развертки мало чем отличается от предыдущего. Построение косых переходов с двумя смещениями параллельных оснований относительно друг друга показано на рис. 45 для случая перехода с прямоугольного сечения на круглое и на рис. 46 — с круглого сечения на прямоугольное.

Так как в любом случае необходимо делать развертку всего перехода, то становится необходимым вычерчивать полностью обе проекции перехода. В некоторых случаях в зависимости от степени смещения основания косого перехода иногда приходится прибегать к третьей проекции полностью или частично. Переходы делаются по двум самостоятельным шаблонам.

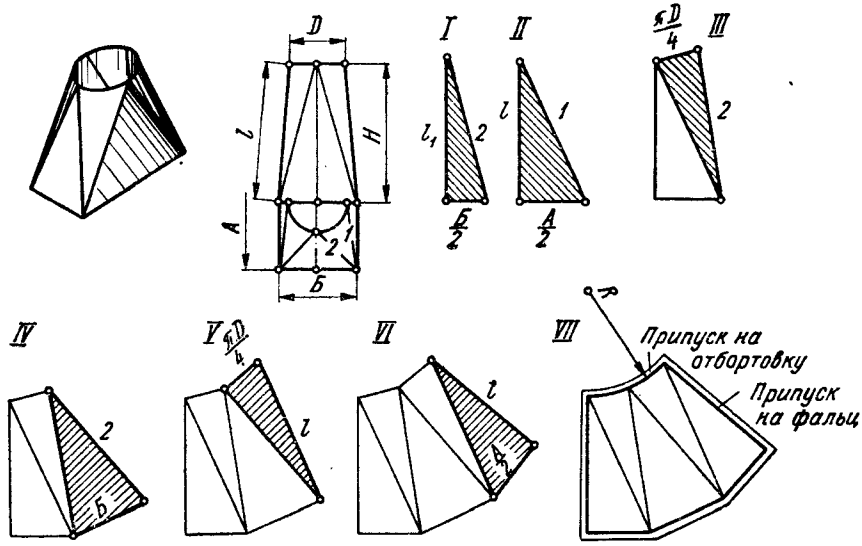


Рис. 43. Разметка перехода с прямоугольного на круглое сечение

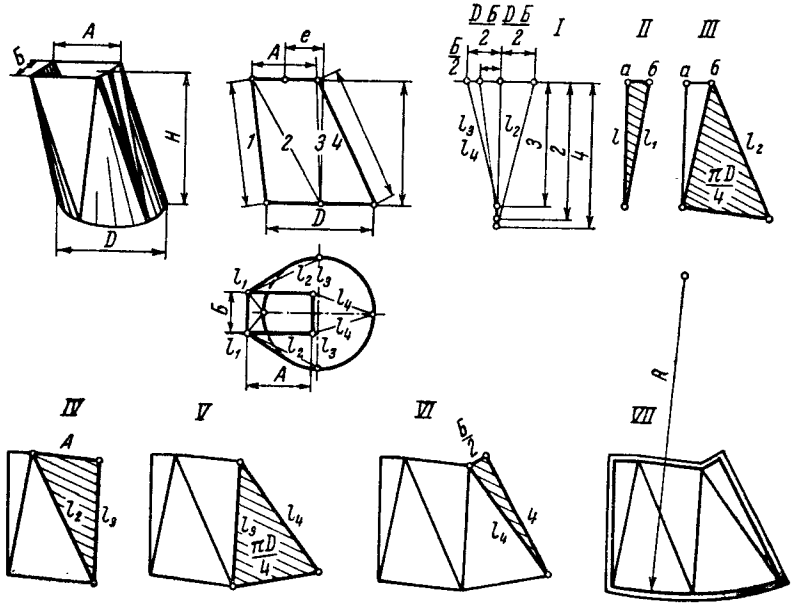


Рис. 44. Разметка перехода с круглого на прямоугольное сечение

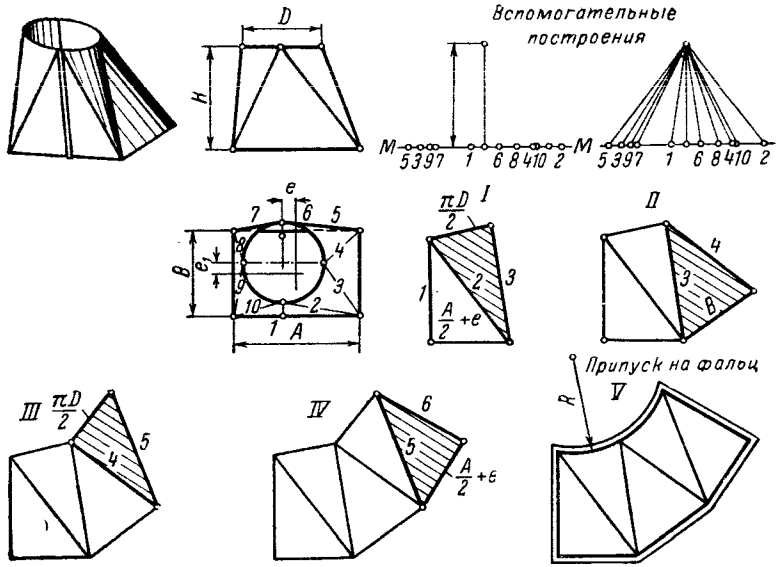


Рис. 45. Разметка косого перехода с прямоугольного на круглое сечение с двумя смещениями

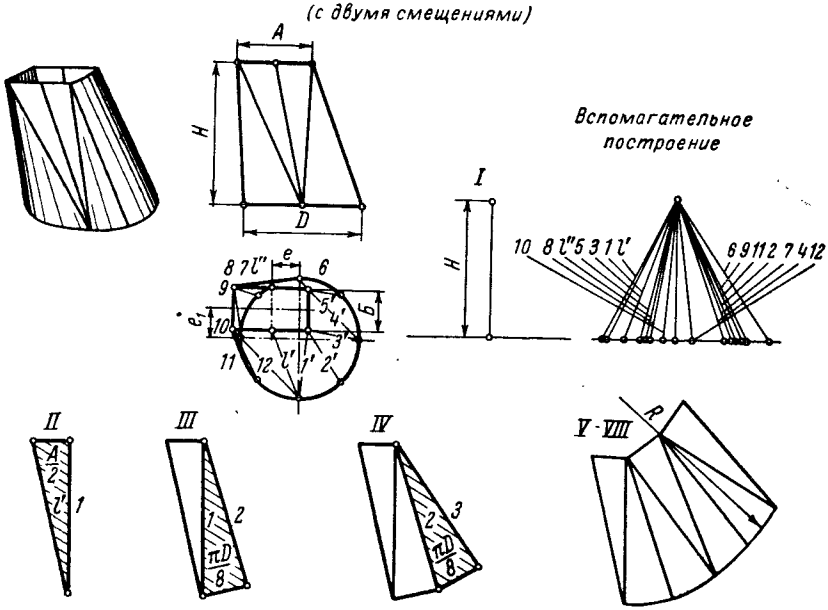


Рис. 46. Разметка косого перехода с круглого на прямоугольное сечение с двумя смещеннями

В некоторых случаях количество шаблонов может быть больше в зависимости от сложности переходов. Выбор места для линии соединения отдельных частей переходов в каждом отдельном случае решается особо.

Желательно учитывать наиболее выгодную форму шаблона в части размещения его на материале, а также наименьшую длину соединяющего шва. При построении проекций переходов необходимо особенно внимательно следить за проведением линий перехода от кривых поверхностей к плоскостям, так как ошибка может привести к изготовлению неправильного шаблона и к порче листового материала. При разметке шаблонов на материале необходимо помечать правые и левые стороны развертки во избежание ошибки при формовании перехода.

§ 5. РАСКРОЙ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ ПО СОВМЕЩЕННЫМ ШАБЛОНАМ

Разметка тройников и крестовин весьма трудоемка, поэтому при изготовлении нормализованных фасонных частей применяют для разверток отдельных частей совмещенные шаблоны, изготовленные в натуральную величину. Шаблоны представляют собой приспособление, сделанное из тонколистовой стали, на котором помечены главные точки развертки тройника или крестовины для разных случаев сочетания диаметров. Для этого на шаблоне вырезаны отверстия и выемки для кернения точек на размеченном листе. Кроме того на шаблоне вырезаны лекальные кривые, позволяющие проводить отдельные контурные линии при построении развертки. Таким образом, в зависимости от размеров корня и ответвлений обозначаются точки и кривые путем простановки цифр, указывающих диаметр отверстия.

На рис. 47 показан общий вид и схема совмещенного шаблона для разметки нормализованных тройников и крестовин.

Для пояснения способа построения развертки с помощью совмещенного шаблона приведен пример разметки нормализованного тройника размером 375×235 и нормализованной крестовины 440×375×320.

Параллельно кромкам листа откладывают припуск на фальц и отбортовку.

Шаблон с обозначением диаметра корня ствола, равного 375 *мм*, накладывают на заготовленный лист так, чтобы точки с цифрой 285 на зубчатой грани шаблона и на кривой в нижней его части попали на прямую припуска на фальц, а точка *А* шаблона — на линию припуска на фланец с набортовкой. После этого накернивают все точки, обозначенные цифрой 285, и точки *А* и *О*. Высота патрубка должна соответствовать среднему диаметру между диаметрами ствола и ответвления, который в данном примере будет равен $\frac{285+235}{2} = 260$ *мм*.

Ввиду отсутствия на шаблоне точки с цифрой 260 допускается при незначительном отклонении принимать ближайший больший размер, в данном случае 265 *мм*. Не передвигая шаб-

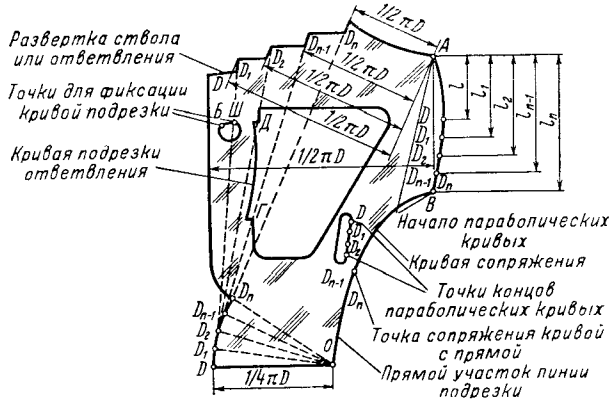


Рис. 47. Схема совмещенного шаблона для разметки тройников и крестовин

лона, отмечают керном все точки, обозначенные цифрой 265, по линии патрубков и по концевым точкам параболических кривых.

После этого накладывают шаблон так, чтобы точка *B* совпала с верхней накерненной точкой 265, а вторая нижняя точка 265 попала на параболический край шаблона, и прочерчивают параболическую кривую. Затем шаблон снимают и все накерненные точки соединяют последовательно между собой. К полученному контуру делают припуски: от точки *A* до *B* на фальц, от точки *B* до *O* — на закрой для рейки и от точки *O* до нижнего края контура — на фланец с набортовкой.

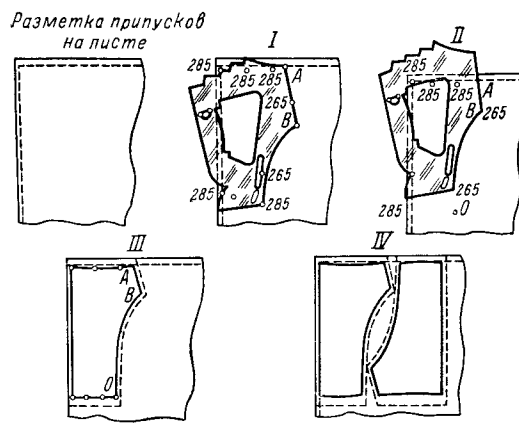


Рис. 48. Разметка тройника с помощью совмещенного шаблона

Пользуясь разметкой первой половины ствола тройника, вычерчивают вторую половину. Для уменьшения количества отходов металла рисунок раскроя следует укладывать на листе, как показано на рис. 48.

По тому же шаблону размечают ответвление тройника. Для этого накернивают все точки, обозначенные цифрой 235 вверху, одну точку, соответствующую 235,— внизу слева на кривой, точку *О* и точку 265.

После этого перемещают шаблон так, чтобы его точка *Б* совпала с накерненной точкой 235 внизу листа, а точка *Г* — с накерненной точкой *О* и накернивают точку *D* — левую границу кривой подрезки. Измеренное расстояние, равное *К* от точки *D* до линии припуска на фальц, откладывают от точки *О* влево до точки *Е*, через которую проводят прямую, параллельную левой кромке листа. Затем накладывают шаблон так, чтобы его правый верхний угол совпал с накерненной точкой *А*, вершина правого нижнего угла попала на прямую, проходящую через точку *Е*, после этого накернивают точку *Ж* и точки 265.

По прямой припуска на фальц вверх от точки 235 откладывают расстояние *l*, равное *ЕЖ*, и обозначают точку *З*. Придав шаблону такое положение, при котором точка *Г* совместилась бы с накерненной точкой *Ж*, а точка *Б* с точкой *З*, прочерчивают кривую подрезки. При этом левый конец ее должен совпасть с прямой припуска.

Последующим перемещением шаблона совмещают точку *В* с верхней накерненной точкой 265 и точку *О* на шаблоне — с нижней накерненной точкой 265, затем прочерчивают по шаблону параболическую кривую, соединяют последовательно остальные точки прямыми линиями по контуру и дают припуск на фальцы и рейку, а также на фланцы с набортовкой.

При помощи вырезанной половины ответвления производят разметку другой его половины.

Аналогично совмещенным шаблонам для раскроя тройников и крестовин изготовляется шаблон для разметки нормализованных отводов. Обычно для очерчивания звена или стакана соответствующего диаметра отвода применяют шаблон, изготовленный только для заданного диаметра. Шаблоны нормализованных отводов при многократном их использовании делаются из плотного листового материала (картон, толь и др.) или кровельной стали. Удобство пользования этими шаблонами при условии правильного их хранения не вызывает сомнения. Однако частая смена их приводит к небрежному хранению и требует времени для нахождения нужного шаблона. В совмещенном же шаблоне это явление исключается, так как все наиболее ходовые развертки совмещены в одном приспособлении. Это сделано на листе листовой стали толщиной $1—1\frac{1}{2}$ *мм* путем прорезей по контуру разверток для различных диаметров (рис. 49).

Нужная развертка очерчивается сначала в одной половине, а затем шаблон поворачивается на 180°, ось симметрии совмещается, и очерчивается другая половина звена. Так как начало раскроя делается разверткой стакана, то для этой цели в середине шаблона имеются щели, позволяющие правильно начать

разметку. Дальнейшая установка шаблона ведется так же, как и при разметке обычными шаблонами.

Как правило, раскрой фасонных частей дает отходы, под которыми следует понимать ту часть листового материала, которая при получении данной заготовки не может быть использована.

Обычно отходы от раскроя листа на фасонные части составляют довольно большой процент, доходящий в некоторых случаях до 20—25%. Во многом этот процент зависит от размеров материала. Для уменьшения отходов прибегают к изготовлению картин и даже лент, заменяющих рулонный листовой материал. Прием подбора и подготовки листового материала под имеющиеся шаблоны не всегда является эффективным и

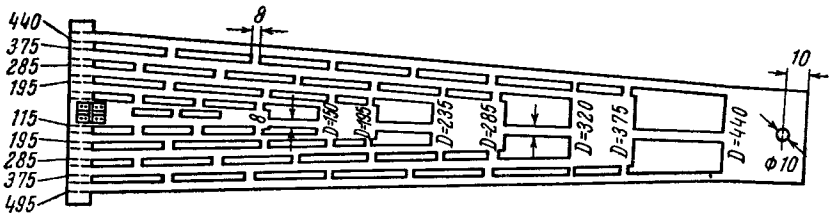


Рис 49. Шаблон для разметки отводов

иногда вынуждает к изготовлению деталей со случайным расположением швов. Этот метод, несмотря на то что он принят во многих монтажных предприятиях для организации поточно-звеньевого метода изготовления элементов стальных воздуховодов, не может быть рекомендован для всех случаев раскроя.

Возможности этого метода очень ограничены, и только при использовании широкого рулонного материала он может дать соответствующий эффект.

Более эффективным является способ приспособления шаблонов под имеющийся материал и их раскрой в различных сочетаниях друг с другом. Для этого надлежит развертку той или иной фасонной части разбивать на такие шаблоны, которые в сочетании друг с другом или с шаблонами другой конфигурации дали бы наименьшее количество отходов при раскладке их и раскрое имеющегося листового материала.

Чем цельнее развертка, тем больше отходов и, наоборот, чем удачнее выкроены шаблоны из развертки, тем меньше отходов можно получить при продуманном расположении их на листе.

При раскрое фасонных частей существуют два вида отходов:

отходы формы заготовки;

отходы некратности;

В первом случае — это неиспользованная часть материала, заключенная между контурами шаблона и кромками его охватывающего материала.

Преобладающая часть шаблонов для раскроя фасонных частей представляет собой геометрически неправильную форму, трудно располагаемую в правильном прямоугольнике листа.

Уменьшение отходов в данном случае может быть решено подбором шаблонов и рациональным размещением их на материале.

Отходы некратности имеют место при раскрое повторяющимися шаблонами на материале с размерами, неравными сумме размеров размечаемых шаблонов. В этом случае чаще всего приходится ограничиваться сравнением двух вариантов расположения всех шаблонов вдоль или поперек листа.

§ 6. ПРОЕКЦИОННЫЙ МЕТОД РАЗМЕТКИ

Сущность метода заключается в том, что на листовой материал проектируется в натуральную величину изображение соответствующей развертки. Контуры изображения обводят мелом или цветным карандашом. Для проекционной разметки используется диапроектор ЛЭТИ-55, набор кинопленок с кадрами разверток фасонных частей и экран для закрепления листового материала.

Диапроектор ЛЭТИ-55 позволяет получить яркое изображение на экране без затемнения. Включение и выключение диапроектора и подбор требуемых кадров осуществляется с рабочего места с помощью устройств дистанционного управления. Диапроектор устанавливают на такой высоте, чтобы экран не затемнялся каким-либо оборудованием.

Экран размером 1800×2300 *мм* изготовляется из листовой стали 1,5÷2 *мм* на каркасе из уголка 40×40. В средней части плоскости экрана вырезана вертикальная щель шириной 17 *мм*. В эту щель вставляют болт с гайкой, прижимающей к экрану планку, поддерживающую размечаемый материал и позволяющую располагать его наивыгоднейшим образом по отношению к проектируемому кадру.

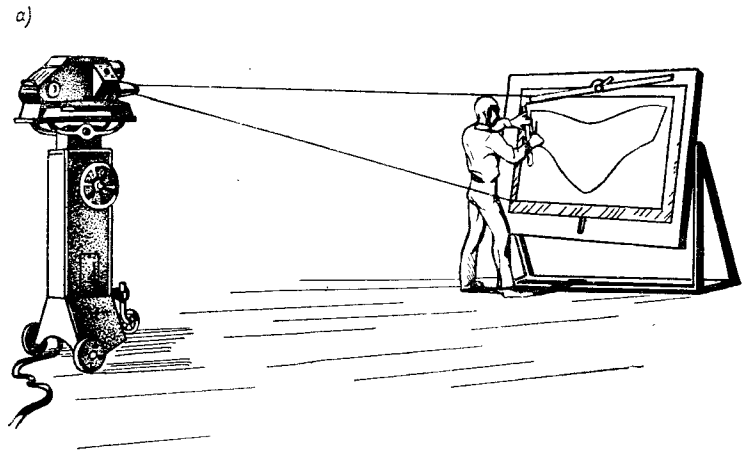
Расстояние между экраном и объективом диапроектора должно обеспечивать получение изображения развертки в натуральную величину. Экран устанавливают так, чтобы его плоскость была перпендикулярна оси объектива диапроектора.

Для проверки правильности установки экрана на него проектируется кадр с окружностью диаметром 1000 *мм*. Соответствие размера и формы изображения правильной окружности подтверждает правильность установки экрана (рис. 50).

После выверки лист закрепляют на экране. В настоящее время изготовлены кинопленки, содержащие фотографии разверток 455 возможных сочетаний нормализованных тройников диаметром от 100 до 1540 *мм*.

Развертки изготовлены с припуском на фальцы, фланцы и отбортовку. Каждый кадр развертки имеет свой номер.

Для быстрого подбора требуемого кадра составлена таблица, с помощью которой по заданному диаметру основания тройника, диаметру ствола и диаметру ответвления находится номер кадра.



Проекционный метод позволяет использовать труд рабочих невысокой квалификации и уменьшить время, затрачиваемое на разметку одной детали в среднем до 1,5 *мин*.

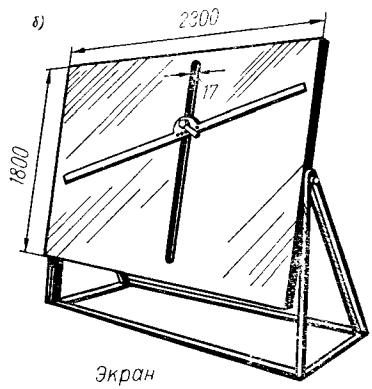


Рис. 50. Проекционный метод разметки
а — общий вид; *б* — экран

Однако проекционному методу разметки присущи недостатки, ограничивающие применение его в широком масштабе. Одним из основных недостатков является трудность получения правильного изображения развертки при неровной поверхности листа — картины. Принимая во внимание, что составление картины из отдельных листов связано с деформацией поверхности в местах швов, получить четкое очертание проектируемого изображения в этих местах не представляется возможным.

Кроме того, при разметке тень исполнителя падает на экран, частично затемняя изображение развертки, что очень затрудняет проведение линий контура и заставляет частично вести очерчивание «на глаз» и «от руки», что, конечно, сказывается на качестве работ.

Глава III

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

§ 1. ОБРАБОТКА И СОЕДИНЕНИЕ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ

Основным мероприятием, обеспечивающим повышение производительности труда, снижение стоимости и улучшение качества продукции, является максимальная механизация производственных процессов.

Механизация работ по изготовлению фасонных частей заключается в применении главным образом листообрабатывающих станков: ножниц, листогибочных, фальцепрокатных, зигмашин, а также сварочных машин для точечной и шовной сварки.

Внедрение механизмов и станков допускает на некоторых операциях применение труда малоквалифицированных рабочих. Большинство станков, предназначенных для обработки листовой стали, высокопроизводительны, и поэтому одиночное их использование не всегда эффективно. К сожалению, об этом забывают и часто насыщают станками производственные площади только ради механизации.

Для изготовления фасонных частей находят применение все станки по обработке листовой стали.

Так, например, в подготовительный период, для резки листовой стали применяются гильотинные ножницы для прямолинейной резки, вибрационные и роликовые для криволинейной.

Соединение отдельных листов и элементов фасонных частей осуществляется фальцепрокатными, фальцеосадочными и при большой толщине листа — электросварочными машинами.

Формование листовой стали, т. е. придание объемной формы листовому материалу, выполняется с помощью вальцовок и листогибочных станков.

Отдельные операции по отбортовке, изготовлению фальцев, выдавливанию ребер жесткости и прочему могут быть произведены на зигмашине. Однако все эти механизмы все-таки не обеспечивают выполнения многочисленных операций, связанных с подгонкой и доводкой отдельных элементов при сборке фасонных частей и поэтому часть их приходится выполнять вручную.

Наиболее емкой и часто встречающейся на всех этапах производства операцией является изготовление соединительного фальцевого или сварного шва.

Несмотря на широкое внедрение механизмов, выполняющих операции по изготовлению фальцев, до сих пор в некоторых случаях приходится выполнять их ручным способом. В зависимости от места нахождения шва и предъявляемых к нему требований соединения могут осуществляться фальцем: стоячим одинарным, лежачим одинарным, полуторным и угловым, а также рейками и планками (рис. 51).

Для изготовления фальцев и реек предназначаются фальцепрокатные станки ФП-2.

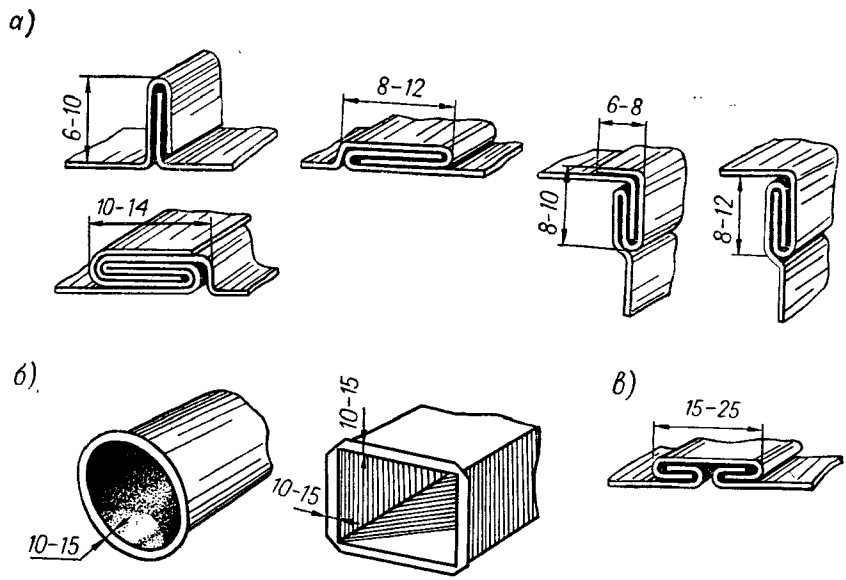


Рис. 51. Соединения листовой стали
а — фальцевое; *б* — отбортовка под фальцевое соединение; *в* — реечное

Рабочий механизм станка состоит из последовательно расположенных парных роликов, прокатывающих соответствующий профиль фальца или рейки. Рабочий механизм состоит из пяти или шести пар валиков в зависимости от толщины обрабатываемого материала. Валы вращаются в специальных подшипниках и приводятся в движение от электродвигателя системой зубчатых передач.

Модернизация фальцепрокатных станков сводится к усилению их конструкций для обработки более толстой стали и упрощению регулировки станка при изменении отдельных элементов рабочего механизма или толщины стали путем введения пружин.

После изготовления фальца его соединяют вручную, при этом для получения необходимой плотности и прочности шва производят уплотнение (осаживание).

Кроме станков для изготовления продольных фальцев, получил также широкое распространение механизм для криволинейных соединений ВМС-53, необходимый при заготовке тройников и крестовин.

Универсальность зигмашины дает возможность широко применять ее при выполнении разнообразных заготовительных работ. Так, например, на зигмашине можно выполнять выдавливание валиков жесткости на круглых воздуховодах, производить разнообразную отбортовку и гофрирование торцов воздуховодов, соединение звеньев отводов, резку листовой стали, закатку проволоки, перфорирование и ряд других операций. Совершенствование зигмашины ведется главным образом за счет увеличения ее размеров, мощности электродвигателя, рабочих механизмов, не касаясь основного принципа работы машины. В настоящее время находят применение машины ВМС-75 и ВМС-76.

Рабочий механизм зигмашины представляет собой два вала — верхний и нижний, снабженные на одном конце съемными парными роликами различного профиля в зависимости от рабочего процесса.

Рабочий конец верхнего вала может перемещаться в вертикальной плоскости, для чего крайний подшипник вала делается качающимся, а второй с помощью винта и спиральной пружины или пневмоцилиндра обеспечивает опускание и подъем верхнего ролика. Верхний вал имеет шестереночное зацепление с нижним, который, в свою очередь, покоясь на трех подшипниках, получает вращение через систему зубчатых колес от привода.

Таким образом, разносторонним вращением валов, затягивающих материал, и постепенным нажатием верхнего ролика на нижний обеспечивается профилирование листовой стали на круглых изделиях.

В зависимости от рабочих операций на зигмашине применяются соответствующие ролики. Так, например, операцию бортовки производят роликами с треугольным или ступенчатым профилями; для гофрирования конца воздуховода применяются гофрировочные ролики; для образования валика (зига) ролики должны быть двойными соответствующего профиля; для резки листовой стали применяются парные ролики с режущими кромками.

В некоторых заготовительных мастерских процесс изготовления отводов предусматривает использование зигмашины с применением специальных роликов. При этом рабочее приспособление для изготовления отвода из цилиндрических заготовок делается составным из отдельных парных роликов различных профилей.

Ролики крепятся на валиках зигмашины с помощью обычного шпоночного соединения. Для предотвращения смещения роликов вдоль вала их закрепляют торцевыми гайками.

Размер роликов определяется расстоянием между валиками зигмашины. Желательно диаметры делать наименьшими, поскольку это конструктивно возможно. Ролики малого диаметра удобнее для обработки небольших воздуховодов.

При выборе того или другого типа зигмашины необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на технико-экономический эффект ее использования. Для этой цели требуется учитывать возможность максимального использования зигмашины, стоимость затрат на ее установку и эксплуатацию, улучшение качества продукции и уменьшение потерь. Типы зигмашин различны по производительности и габаритам, поскольку используются для различных операций.

Зигмашина С-237А предназначается для прокатки одинарных и двойных валиков жесткости, отбортовки кромок, изготовления раструбов, закатки лежачих поперечных фальцев у деталей из листовой стали толщиной до 2 *мм*.

Приводная зигмашина С-237А состоит из чугунной станины, в верхней части которой монтируется рабочий механизм, и предназначена для обработки царг до 950 *мм* при глубине обработки от 150 до 750 *мм*. При глубине, меньшей 150 *мм*, диаметр царг воздуховодов не ограничен. Различная глубина обработки устанавливается при помощи передвигаемого упора.

В отличие от С-237А зигмашина ЗМ-4 имеет удлиненный хобот, предназначенный для поперечного соединения царг воздуховодов длиной до 1420 *мм*. Кроме того, при соответствующей установке сменных роликов можно делать различную обработку деталей диаметром от 195 до 1020 *мм*.

Управление зигмашиной (пуск, остановка, подъем и опускание верхнего рабочего ролика по отношению к нижнему), осуществляется с помощью педального блока управления, который может быть установлен в любое удобное для работы место. Источником питания пневмосистемы служит воздух с давлением 3—4 *ати*.

Для изготовления отводов круглого сечения без предварительного раскроя была создана трехсторонняя зигмашина ВМС-73, которая в настоящий момент серийно не изготовляется. Однако опыт эксплуатации этой машины и ее модернизация привели к созданию нового образца двухсторонней зигмашины ВМС-75, выполняющей те же операции, что и ВМС-73.

Корпус зигмашины чугунный, состоит из двух частей, образующих два длинных хобота, в которых расположены верхние и нижние валы, и укреплен на чугунной тумбе. Подшипники верхних валов снабжены шарнирами, что позволяет опускать и поднимать валы при помощи специального пневматического устройства. Два пневмоцилиндра этого устройства, посредством которых создается усилие при нажатии верхнего ролика на обрабатываемый металл, крепятся на площадках верхнего хобота рабочего механизма. Управление пневмоцилиндрами

производится двумя педалями. Рабочим инструментом зигмашины являются ролики, соответствующие определенной операции, устанавливаемые на концах валов.

На одном хоботе зигмашины производится изготовление отдельных звеньев и профилирование кромок, а на другом — сборка отводов из заготовленных элементов и уплотнение соединений между ними.

Цилиндрическую форму листовой заготовке придают на механизмах ВМС-85 и С-235А, называемых вальцами. В зависимости от толщины листовой стали и диаметра заготовки применяются различные типы вальцов. Принцип действия их заключается в захватке двумя основными вальцами листа с подачей его на вспомогательные валки, смещенные в плоскости листа и служащие для гибки. По такому принципу сконструирован станок модели С-235А, в котором гнутье листа производится тремя валками, что и определяет его название — «трехвалковая вальцовка»; она предназначается для изготовления цилиндрических и конических деталей длиной до 1500 *мм* из листовой стали толщиной до 2 *мм*.

Вращение основных валов, связанных между собой зубчатым сцеплением, производится одновременно в разные стороны, обеспечивая тем самым подачу листа на направляющий вал, который специальным приспособлением может приближаться или удаляться от основных валов. Это устройство позволяет регулировать диаметр формуемой детали.

При применении листовой стали толщиной свыше 2 *мм* потребовались более мощные станки для вальцовки, такие, как, например, ВМС-85. В отличие от станка С-235 вальцовка имеет четыре валка вместо трех.

Четырехвалковые листогибочные вальцы формуют детали из листа толщиной до 3 *мм*, составленного из отдельных листов и имеющего утолщение в местах соединения или сварки. Зажим формуемого листа в валках достигается за счет свободной посадки вертикальных направляющих подшипников нижнего валка, прижимаемых маховичком вручную. Для свободного вальцевания листов с местными утолщениями подшипники нижнего валка подпружинены. Для гнутья обечаек заданного диаметра боковые валки могут перемещаться по наклонным направляющим посредством индивидуального электропривода.

Съем обечаек с верхнего валка осуществляется благодаря откидному подшипнику, расположенному на передней стойке и закрепленному в рабочем положении специальным замком. Перевод в наклонное положение верхнего валка производится гидравлическим приводом. Управление вальцами сосредоточено на специальном пульте.

В связи с применением телескопического соединения обечаек применялись вальцовки для изготовления круглых воздуховодов с одиовременным образованием на одном конце гофра и валика

жесткости. Указанные станки в основном использовались при массовом производстве заготовок небольших диаметров воздуховодов. Действие этих станков заключается в использовании принципа работы трехвалковой вальцовки с предварительной прокаткой листа между парными валками, последовательно выполняющими операции по изготовлению гофра и валика жесткости. Так, например, в семивалковой вальцовке первая пара валков служит для захвата листа и прокатки валика жесткости, вторая — для гофрирования его конца, третья пара с седьмым валком производит гнутье листа.

Изменение толщины металла требует настройки и регулирования вальцовки, что осуществляется с помощью полос этого металла, заводимого между концами парных валков, которые затем с помощью специальных винтов сближаются между собой.

Как уже указывалось, седьмой валок устанавливается на определенный диаметр, который следует менять как можно реже, чтобы с большей производительностью использовать станок.

Как показал опыт, можно обойтись без последней пары валков, производя гнутье после образования гофра и подгиба гофрированного конца.

Пятивалковая вальцовка предназначается также для вальцевания звеньев из листовой стали с образованием на одном конце валка жесткости и гофра. При этом на первой паре валков закреплены ролики для образования гофра и подгиба гофрированного конца.

При вальцевании конических воздуховодов направляющий вал устанавливают таким образом, чтобы один конец был выше другого.

Гнутье листовой стали при изготовлении воздуховодов прямоугольного сечения либо отгиб кромок выполняются в заготовительных мастерских на листогибочных станках ЛС-5. Кроме того, широко применяются приспособления для этих операций, изготовленные силами самих монтажных организаций.

Станок ЛС-5 используется для гнутья листов до 3 *мм* и шириной до 2000 *мм*.

Листогиб имеет сварную раму из швеллеров. На раме установлен привод, боковины со стволом и траверсами.

Гибочная и прижимная траверсы смонтированы между боковинами и приводятся в движение соответствующими механизмами.

Вращение от электродвигателя на привод осуществляется через клиноременную передачу. Узел привода снабжен редуктором с масляной ванной. Редуктор имеет перегрузочную муфту, срабатывающую при превышении установленной нагрузки.

Механизм поворотной траверсы снабжен конечными выключателями. От привода через кулачковую муфту включается прижимной или гибочный механизм.

При ручном переключении кулачковой муфты происходит также переключение электросхемы, управляющей узлами прижима или гибочной траверсы.

После прижима изгибаемого материала и переключения кулачковой муфты начинается полуавтоматический цикл работы: сгибание листа на заданный угол и отвод гибочной траверсы в исходное положение. Ограничение подъема прижимной траверсы происходит при помощи конечного выключателя, установленного на заданной высоте.

При одиночных работах можно производить гибку без автоматических переключений двигателя, пользуясь кнопочной станцией.

Для высечки у листов фальцевого пересечения швов имеются специальные приспособления.

Такие приспособления в большинстве случаев конструируются и изготовляются силами заготовительных мастерских.

Специальные эксцентрики обеспечивают разные размеры высечки углов. При относительно небольшой мощности двигателя (1 *квт*) приспособление имеет достаточно большую производительность.

Кроме высечного приспособления, на предприятиях по заготовке вентиляционных систем имеются специальные станки и оборудование в зависимости от принятого технологического процесса и вида изделий, сконструированные и изготовленные силами заготовительных предприятий.

При заготовительных работах последнее время внедряется автоматическая и полуавтоматическая электросварочная аппаратура и оснастка для шовной и точечной сварки.

Для автоматической сварки стальных листов внахлестку или встык предназначена установка ВМС-211 взамен ГСТМ-11 с использованием сварочного трактора ТС-17МУ, позволяющая производить сварку продольных швов цилиндрических и прямоугольных заготовок как под слоем флюса, так и в среде углекислого газа. Она состоит из сварной станины и смонтированных на ней трех балок, из которых одна поворотная. Верхние балки служат опорами для зажима свариваемых листов. Два направляющих рельса, расположенных на одной из верхних балок, используются для передвижения сварочного трактора.

Для установки и съема свариваемых обечаек предназначена поворотная балка, на которой для установки кромки нижнего листа при сварке внахлестку находятся прижимное устройство и медная шина с упорами.

Снизу свариваемые листы прижимаются поддерживающей рамой с ручным приводом, состоящим из маховика, вала и двух пар косозубых шестерен с перекрещивающимися осями, и двух ходовых винтов.

Установка работает на постоянном токе обратной полярности, получаемом от генератора типа ПС-300 или ПС-500.

Изделия толщиной до 2 *мм* свариваются внахлестку, толщиной 2 *мм* и выше — встык.

Электросварочные точечные машины типа МТМ или МТП предназначены для электрической контактной точечной сварки листовой стали. Машина этого типа имеет два хобота с закрепленными в них электродами. Верхний хобот является передвижным, позволяя тем самым менять расстояние между электродами. Рабочие детали машины имеют водяное охлаждение. Для электрической контактной шовной сварки листовой стали применяется машина типа МШП-25. При толщине металла до 1 *мм* применяется непрерывная сварка, при толщине свыше 1 *мм* — прерывистая, обеспечивающая бо́льшую точность соединения и дающая более качественный шов. Рабочим механизмом сварочной машины являются ролики (электроды), закрепленные в верхнем и нижнем хоботах. Машина производит как продольную, так и поперечную сварку и имеет водяное охлаждение.

Для производства контактной сварки на электросварочных машинах необходима предварительная подготовка места сварки, заключающаяся в зачистке от окалины и загрязнений кромок листовой стали.

Одним из видов соединения отдельных звеньев воздуховодов и фасонных частей между собой являются фланцевые соединения.

Фланцы изготавливаются из полосовой или угловой стали в зависимости от размера воздуховода и назначения установки.

Полосовая сталь размером 25×4 *мм* применяется при изготовлении фланцев для фальцевых воздуховодов круглого сечения диаметром не свыше 375 *мм* и воздуховодов прямоугольного сечения с размером большей стороны не более 265 *мм*.

Внутренний диаметр или внутренний размер сторон фланцев делается по наружному размеру воздуховода. При этом допускается отклонение в сторону увеличения порядка 2,5—6,5 *мм* в зависимости от диаметра или размера сторон. В условиях заготовительных предприятий изготовление фланцев производится с применением фланцегибочных станков и приспособлений.

Для гнутья фланцев из угловой и полосовой стали для воздуховодов круглого сечения применяются станки С-249 и ВМС-94.

На чугунной станине станка С-249 находятся четыре ролика, из которых один ведущий, два направляющих и один прижимной. Ведущий ролик получает вращение от электродвигателя через редуктор, состоящий из червячного зацепления и шестереночной пары. Редуктор позволяет уменьшить число оборотов с 1000 до 6 *об/мин* ведущего ролика. Включение и выключение редуктора осуществляется при помощи эластичной муфты.

Ползуны с насаженными роликами могут перемещаться по направляющим с помощью специальных ходовых винтов, обеспечивая тем самым необходимый диаметр фланца. Гнутье

длинной полосовой или угловой стали производится в виде спирали, для образования которой служат клинья, установленные на плите станины.

Технология изготовления фланцев заключается в заготовке спирали из уголка с последующей разрезкой, рихтовкой и сваркой места реза. В результате изготовления таким способом фланцев после резки от спирали остаются в большом количестве отходы — неполные окружности. Для использования этих отходов на базе станка С-249 сконструировано рабочее приспособление, выпрямляющее согнутый уголок в прямые отрезки, используемые для прямоугольных сварных фланцев или для средств крепления воздуховодов.

Для гнутья прямоугольных фланцев используется станок ВМС-93, состоящий из станины, на которой смонтированы рабочий механизм, редуктор и привод.

Рабочий механизм состоит из подвижной и неподвижной колодок, зажимающих один или два отрезка угловой стали, и упора, о который происходит гнутье уголков. При включении станка подвижный сектор с колодкой вращается вокруг оси. Выключение электродвигателя производится при достижении угла изгиба 90°, после чего колодки разжимаются и зубчатый сектор обратным движением приводится в начальное положение. Правое и левое вращения станка обеспечиваются установкой реверсивного переключателя у электродвигателя.

Обрезка сортовой стали производится на ножовочных станках и на прессовых ножницах типа С-229А или ПН-1.

Прессножницы широко используются при резке полосовой и листовой стали, а также для высечки отверстий в сортовом и фасонном прокате.

Сверление — весьма распространенный вид обработки металла при производстве вентиляционных заготовок. В большинстве случаев сверление производится с помощью механизированного инструмента или на станках. Для сверления отверстий пользуются одношпильными вертикально-сверлильными станками различных типов.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

Технологический процесс изготовления фасонных частей характеризуется способом соединения листов и отдельных элементов между собой. Существуют два способа соединений: фальцевое и сварное. Каждый из этих способов определяется в зависимости от толщины листа и имеет свои особенности в организации технологического процесса.

Подготовительные работы заключаются в изготовлении ленты из отдельных листов, поставляемых нашей промышленностью, размером 1000×2000 или 710×1420 *мм* (ГОСТ 8075—56).

При фальцевом соединении листов перед сборкой в картины и затем в ленту предварительно производят заготовку фальцев с проолифкой. При соединении сваркой необходима ручная прихватка шва в нескольких местах для крепления листов и ведения механизированной сварки.

Затем полученная лента разрезается на заготовки необходимой длины. Во избежание большого количества отходов длина заготовки должна быть заранее определена наиболее удачным расположением на ней разверток-шаблонов фасонных частей. Для этого предварительная работа по определению заготовительных длин потребует наиболее характерных комбинаций отдельных разверток различного сечения при принятой технологии их изготовления. В зависимости от поперечного сечения поток делится на две линии. При этом для прямоугольных сечений воздуховодов производятся все операции, связанные с гибкой листа, а при круглом с выкаткой.

Изготовление фасонных частей зависит от принятой технологии и имеющейся оснастки, которая в свою очередь определяется толщиной и разновидностью листовой стали.

Так, например, применение оцинкованной кровельной стали ограничивает возможность ее использования для фасонных частей большого диаметра, так как использование сварных машин при ее обработке не представляется возможным. Поэтому до сих пор комплексное изготовление фасонных частей не нормализовано. Внедрение прогрессивной технологии затруднено из-за отсутствия специального листового проката для вентиляционных систем. За рубежом широко применяют специальную рулонную сталь, более удобную для организации технологического процесса производства воздуховодов.

Отсутствие нормализованного процесса при изготовлении фасоннных частей заставляет монтажные организации прибегать к составлению технологических схем, исходя из своих условий производства заготовительных работ.

Существуют кольцевые и плоские шаблоны для изготовления отводов круглого сечения двумя способами (рис. 52). Эти способы резко отличаются друг от друга своей технологией. По первому способу предварительно изготавливают на фальцевых или сварных соединениях воздуховод необходимого диаметра. Затем при помощи кольцевого шаблона (копир-кольцо) на приводной зигмашине разрезают его на отдельные составляющие отводы, т. е. звенья и стаканы. Одновременно с отрезкой производится зиговка места разреза, необходимого для соединения элементов отвода друг с другом. Соединение срезов производят путем вставки звеньев между собой с последующим уплотнением шва обжимочными роликами зигмашины.

Зигованные поперечные швы менее трудоемки, чем фальцевые, и поэтому последние почти полностью вытеснены из заводского производства. Однако зигованным поперечным швам

присущ недостаток, заключающийся в проворачивании звеньев относительно друг друга в плоскости шва в случае недостаточной обжимки или расшатывания соединения при транспортировке и монтаже.

Отводы круглого сечения без предварительной разметки звеньев на листе выполняются на трехсторонней или другого вида зигмашине из цилиндрической заготовки. Для этого на за-

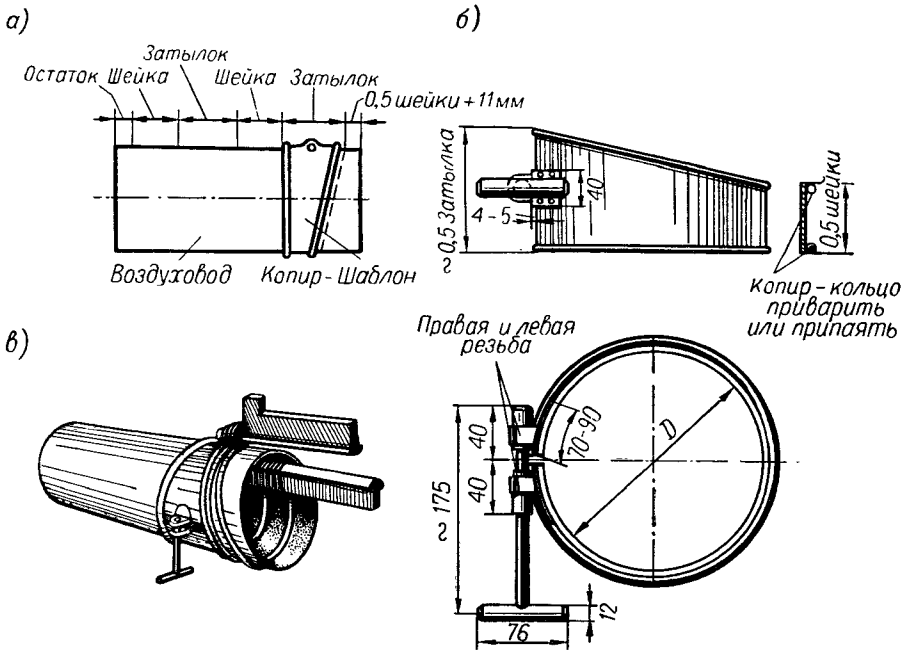


Рис. 52. Разметка и изготовление элементов отвода по копир-шаблону
а — разметка воздуховода; *б* — копир-шаблон; *в* — резка по копиру

готовку соответствующего диаметра надевается копир-шаблон, представляющий собой разрезной стакан отвода с закатанной по краю проволокой и стягивающейся специальным болтом. Для каждого диаметра цилиндрической заготовки имеется свой копир-шаблон. При использовании трехсторонней зигмашины на установленных роликах на первой паре рабочих валов производят с помощью копир-шаблона одновременно прокатку-зигование борта на первом звене отвода, отрезку звена и прокатку зига борта на втором звене отвода. На второй паре рабочих валов специальными роликами уплотняют швы собранных вручную звеньев отвода, и, наконец, на третьей паре коротких рабочих валов специальными роликами производится отбортовка фальцев на звеньях отводов.

Изготовление отвода на станке производится следующим образом: конец круглого воздуховода с закрепленным на нем копир-шаблоном заводится между тремя парами роликов, насаженных на концы длинных валов. При этом, для того чтобы удерживать шаблон в необходимом положении, имеется буртик, который располагается в первом верхнем ролике. При пуске зигмашины воздуховод приходит во вращение, при этом первая пара роликов прокатывает зиг параллельно кромке шаблона, вторая отрезает звено, а третья прокатывает зиг на следующем звене. Для изготовления следующего звена шаблон поворачивается на 180° и устанавливается в требуемом положении, для чего на цилиндрической заготовке сделана соответствующая разметка всех звеньев стаканов отвода.

После изготовления необходимого количества звеньев и стаканов приступают к сборке отводов вручную с последующим уплотнением швов на зигмашине.

Сборку ведут начиная с последнего элемента (звено, стакан), к которому последовательно присоединяют предыдущие звенья вплоть до первого стакана. При этом необходимо следить, чтобы вновь присоединяемый элемент входил внутрь ранее соединенных, для чего необходимо молотком слегка отогнуть небольшую часть борта предыдущего звена, надеваемого на борт последующего элемента.

Во избежание провертывания звеньев относительно друг друга поперечные швы в нескольких местах прихватывают точечной сваркой.

Соединение отдельных звеньев может производиться усиленным швом с изготовлением дополнительного валика жесткости. Для этого при отрезке и образовании валиков жесткости делается гофрировка конца звена. Соединение звеньев происходит путем вкладывания гофрированного конца одного звена в конец другого до упора (зига), после чего соединение на зигмашине осаживается и прокатывается специальными роликами.

Последнее время стал широко применяться способ шовной сварки, соединяющей звенья между собой. При этом, естественно, отпадает операция осаживания и прокатки, и качество шва становится значительно лучше.

Изготовление отводов прямоугольного сечения — менее механизированный процесс, и выполнение его требует большого количества ручных операций. Применение для сборки отдельных элементов отвода так называемого углового фальца позволяет несколько упростить процесс в целом, но все же изготовление отдельных элементов для прямоугольных фасонных частей продолжает быть трудоемким.

Процесс изготовления сварных отводов является более трудоемким, чем процесс изготовления фальцевых отводов. Кроме того, сварка тонколистового материала связана с большими трудностями из-за возможности получения прожогов и деформаций.

Поэтому отводы и вообще фасонные части согласно СН 68—59 должны выполняться сварными только при толщине листа свыше 1,5 *мм*.

Сварные отводы круглого сечения могут изготавливаться, так же как и фальцевые, из отдельных заготовок-звеньев, полученных разрезкой воздуховода по кольцевым шаблонам либо раскроенных по плоским шаблонам с последующей выкаткой их

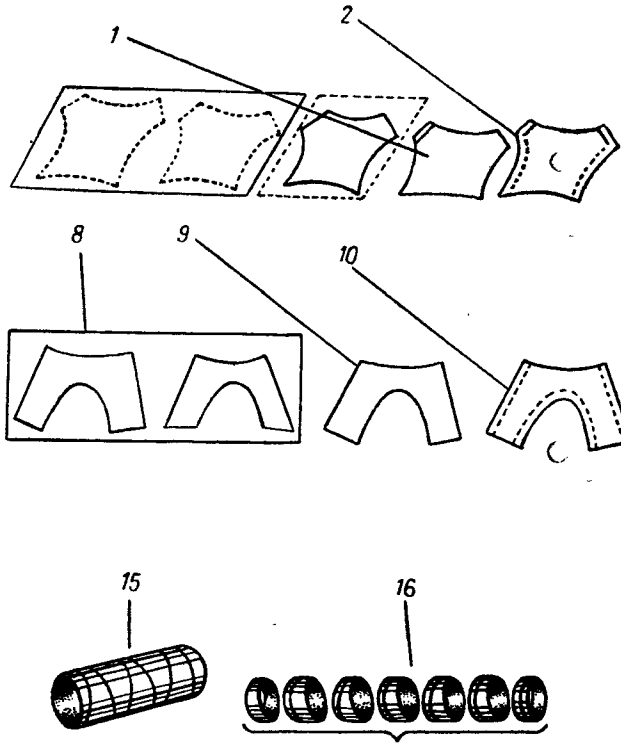


Рис. 53. Технологический процесс изготовления

1 — прокатка замыкающего фальца; *2* — прокатка криволинейного с отбортовкой; *6* — сборка на рейке; *7* — окраска под флаиец корня; готовление соединительиого фальца; *12* — выкатка; *13* — сборка с разметка по кольцевым шаблонам; *16* — резка на элементы с изготдельиых элементов; *19* — окраска под

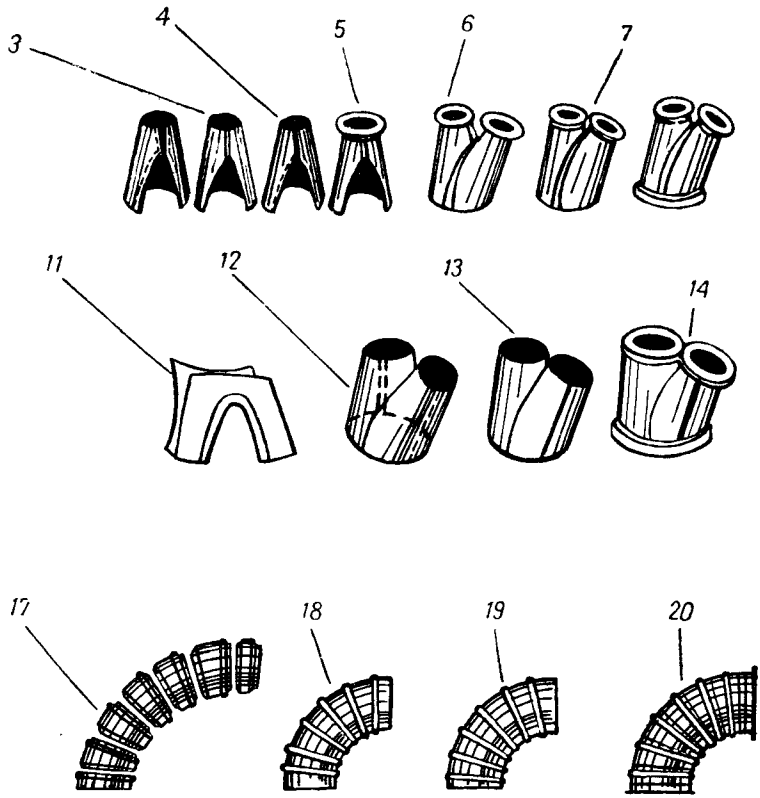
в кольцо. Отдельные звенья свариваются между собой внахлестку и офланцовываются.

На рис. 53 показан технологический процесс изготовления фасонных частей на фальцевых соединениях.

Кроме этого, имеет распространение еще другой способ изготовления фасонных частей. Этот метод, основанный на приме-

нении для этих целей цилиндрических и конических заготовок, имеет место при изготовлении сварных воздуховодов при диаметрах до 500 *мм*, однако может применяться для воздуховодов большего диаметра.

Способ этот заключается в подгонке отдельных цилиндрических заготовок друг к другу с последующей сваркой для получения необходимой фасонной части.



фасонных частей на фальцевых соединениях

фальца; *3* — сборка фальцев; *4* — окраска под фланцы; *5* — фланцовка *8* — разметка; *9* — раскрой; *10* — прокатка фальцев; *11* — сборка и осадкой замыкающих фальцов; *14* — офланцовка с отбортовкой; *15* — товлением гофра; *17* — образование зигов; *18* — сборка отводов из фальцы; *20* — офланцовка с отбортовкой

В основном способ изготовления фасонных частей без применения раскроя по плоским шаблонам стал находить широкое применение в связи с производством цилиндрической заготовки спирально-шовным методом. Этот метод отличается от обычного возможностью изготовления воздуховодов любой длины с незначительным количеством отходов металла, снижением стоимости

воздуховодов примерно в 1,5 раза главным образом за счет повышения производительности труда. Кроме того, оборудование и оснастка для изготовления воздуховодов из рулонной стали спиральным методом компактнее располагается на производственных площадках.

Из отечественных станов для формования вентиляционных воздуховодов из рулонной стали известен стан (первый в СССР) конструкции Челябинского НИИТЕХМАШ. Стан предназначен для изготовления 14 диаметров воздуховодов от 150 до 660 *мм* из рулонной ленты толщиной от 0,6 *мм* и шириной 400 ÷ 750 *мм*. Формование происходит в жесткой гильзе — отрезке обычной цилиндрической трубы, легко сменяемой в зависимости от диаметра воздуховодов.

С помощью изменения угла захода ленты одной и той же ширины в формующую гильзу, достигающегося поворотом задающего механизма относительно формующей гильзы, можно изменить диаметр воздуховода.

Сварка спирального шва производится автоматом вибродуговой наплавки КУМА-5м с помощью голого проволочного электрода в струе углекислого газа.

Для получения заготовки определенной длины имеется отрезной станок, установленный на тележке, движущейся синхронно, с трубой для получения реза перпендикулярного к оси.

Для образования спирально-замкового шва применяется также фальцевое соединение. С этой целью применяется специальная установка типа ТПУ-2, изготавливающая воздуховоды диаметром до 775 *мм* из ленточной рулонной стали толщиной 0,4—1 *мм* и шириной 125—135 *мм*. Длина воздуховода не ограничена. Установка ТПУ изготавливает 18 размеров диаметров воздуховодов. Переналадка установки на изготовление нового диаметра состоит в замене формующего приспособления в соответствии с диаметром.

Установка имеет две скорости подачи стальной ленты 5 *м/мин* и 30 *м/мин*, что и определяет производительность установки: при скорости подачи ленты 5 *м/мин* производительность составит для диаметра 100 — 3,27 *м/мин*, для диаметра 775 — 0,22 *м/мин*; а при скорости подачи 30 *м/мин* выход готового воздуховода будет для диаметра 100 — 19,62, а для 775 — 1,31 *м/мин*. При этом длина воздуховода не ограничена.

Мощность установки составляет 33 *квт*. Установка дает возможность в процессе изготовления производить окраску наружных и внутренних поверхностей воздуховода. Обслуживает установку один человек. Установка рассчитана на автоматическую отрезку заданного размера воздуховода.

Установка ТПУ состоит из следующих узлов: барабана для установки бухты с лентой; механизма отрезки торца ленты; стыкового сварочного аппарата, механизма очистки и обезжиривания, прокатного стана для изготовления фальца, формующей

головки, окрасочных ванночек, механизма отрезки заданной длины воздуховода. Установка ТПУ заключена в фургон на пневмоходу, но в стационарных условиях установка может быть смонтирована на отдельно стоящем фундаменте.

§ 3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ

Если изготовление фасонных частей круглого сечения удалось при применении сварочных машин и трехсторонней зигмашины механизировать, оставив ручным только раскрой, то технология изготовления фасонных частей прямоугольного сечения оставалась прежней.

Особенно трудоемкой работой, требующей применения большого количества ручного труда, является изготовление отводов прямоугольного сечения. Существующий способ изготовления отводов предусматривает соединение угловым швом четырех элементов отвода.

Учитывая, что изготовление круглых заготовок может быть полностью механизировано, представляется возможным использовать их для изготовления отводов прямоугольного сечения.

Отвод задается сечением — шириной a, высотой b и средним радиусом кривизны $R_{ср}$.

Основной заготовкой являются две обечайки одинаковой длины, равной высоте воздуховода, плюс припуск для образования соединения ($b+20$ *мм*) и равных диаметров:

малый радиус

$$R_{ср} - \frac{a}{2};$$

большой радиус

$$R_{ср} + \frac{a}{2}.$$

Кроме указанных обечаек, делается заготовка двух одинаковых колец. Кольца делаются по диаметру обечаек плюс 10—15 *мм* для образования соединения.

Процесс сборки указанных элементов сводится к образованию соединительного шва для получения заготовки.

После окончания сборки деталь разрезается на четыре части для получения отводов или на большее число частей для образования полуотводов.

Последующая операция заключается в офланцевании отвода и окраске.

В настоящее время на некоторых предприятиях монтажных организаций имеются станки по формованию спирально-шовных воздуховодов круглого сечения в прямоугольные. Это дает возможность привести к единой технологии изготовление воздуховодов круглого и прямоугольного сечений.

Сформованные спирально-шовные воздуховоды в сочетании с отводами дают возможность изготовить тройники и крестовины прямоугольного сечения различных размеров.

При конструировании ствол тройника образуется воздуховодом прямоугольного сечения необходимой длины.

В некоторых случаях есть смысл делать длину ствола до следующего фланцевого соединения.

Ответвление тройника или крестовины образуется отводами соответствующего сечения, примыкающими к стволу и жестко укрепленными с ним посредством фланца.

§ 4. ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

Одним из наиболее важных условий успешного внедрения прогрессивных конструкций является максимальная повторяемость одних и тех же типоразмеров фасонных частей в проектах систем вентиляции. Показателем повторяемости служит отношение качества повторяемых типоразмеров к общему количеству фасонных частей во всей системе.

Естественно, чем больше будет повторяющихся типов и конструкций фасонных частей, тем легче организовать их серийное или даже массовое производство. При этом необходимо разработку вопросов индустриализации фасонных частей решать с учетом требований, предъявляемых при разработке отдельных установок и систем в целом. Однако существование 26 размеров круглых воздуховодов и 34 размеров прямоугольного сечения является основным препятствием для широкого внедрения индустриальных конструкций фасонных частей. Учитывая, что при конструировании фасонных частей количество комбинаций сечений при нормализованных размерах может быть велико, необходимо ограничить для фасонных частей количество размеров как круглого, так и прямоугольного сечений. Кроме того, для переходных фасонных частей обязательным является ограничение интервала изменения размеров при переходе с одного сечения на другое.

В настоящее время имеются некоторые рекомендации для применения нормализованных размеров при изготовлении тройников и крестовин.

Индустриальные конструкции фасонных частей должны удовлетворять требованиям технологии производства.

Геометрическая форма фасонной части должна удовлетворять прежде всего требованиям технологии.

Линии пересечения отдельных элементов фасонной части должны быть по прямой или в плоскости. Всякое соединение по кривой требует подгоночных работ и, как правило, очень трудоемко. Кроме того, для образования фальца на криволинейной поверхности не представляется возможным использование механизмов хотя бы для частичного выполнения этой операции. При

конструировании фасонных частей основными геометрическими элементами являются цилиндрические и конические поверхности. Правильное сочетание геометрических фигур при конструировании тройников и крестовин позволяет использовать современную технологию, обеспечивать максимальное использование механизмов и станков. Наиболее прогрессивным способом изготовления фасонных частей является метод штампования. При этом представляется возможным избежать обычного соединения отдельных элементов и прибегнуть к растяжке листового металла, получая при этом необходимую форму фасонной части. К индустриальным конструкциям отводов надлежит отнести складчатые отводы, изготавливаемые из цилиндрической заготовки. Размеры заготовки могут быть различны, и поэтому использование этого метода может быть очень широко распространено. Достаточно сказать, что метод изготовления складчатых отводов при существующей оснастке является наиболее экономически целесообразным.

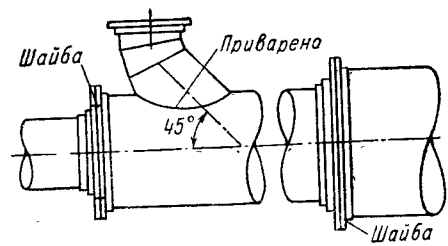


Рис. 54. Индустриальные конструкции воздуховодов круглого сечения

К сожалению, этот метод при существующем оборудовании требует прямошовной цилиндрической заготовки из тонколистовой стали, и применение спирально-шовных воздуховодов не представляется возможным. Это объясняется тем, что образование гофра возможно только на гладкой поверхности цилиндрической заготовки. Наличие фальцевого или сварного шва позволяет получить нужный гофр в размеченном месте. Отводы в сочетании с другими цилиндрическими или коническими элементами могут дать тройники и крестовины круглого сечения, т. е. обеспечить серийное производство основных фасонных частей.

Вопросы индустриального метода изготовления фасонных частей из листовой стали в некоторых заготовительных предприятиях получили свое решение в применении холодной штамповки и вытяжки. Эти процессы по своей производительности и экономической эффективности являются наиболее прогрессивными, благодаря чему они получили применение в различных отраслях промышленности.

Однако при этом надлежит учесть, что производство фасонных частей в основном является малосерийным и вентиляционные детали имеют неустойчивую, часто меняющуюся конструкцию, поэтому применение обычных штампов нецелесообразно вследствие большой стоимости и длительности их изготовления. При разработке оснастки для вытяжки фасонных частей

применяют особые способы, позволяющие быстро производить переналадку в зависимости от той или иной детали. Вопрос этот весьма сложный и требует привлечения специалистов по холодному формованию листовой стали. Сложность этого вопроса заключается в том, что при вытяжке круглых деталей необходимо создать разные условия деформации металла по контуру заготовки. Несоблюдение этого условия ведет к созданию гофр и волн и в конечном счете — к плохому качеству продукции.

Фасонные части, получаемые методом вытяжки тонколистовой стали, делаются из двух половинок с последующей их сваркой по плоскости симметрии.

Получение пространственной формы из стального листа связано с начальными его размерами, т. е. заготовкой. Методов точного расчета заготовок фасонных частей не существует, поэтому первоначальные размеры заготовки определяются без особой точности, а после получения необходимой формы изделия производится ручная доработка — срезка излишнего металла.

Для получения обезличенного серийного изготовления деталей воздуховодов ряд организаций, связанных с проектированием, монтажом и изготовлением вентиляционных систем, предложили изменить существующую конструкцию вентиляционных сетей круглого сечения, т. е. отказаться от применения в вентиляционных сетях тройников, крестовин и переходов как самостоятельных элементов сети.

Для получения ответвления вместо тройников и крестовин необходимо непосредственно к магистральным участкам воздуховода присоединять специальные патрубки. При этом изменение диаметров магистральных воздуховодов достигается установкой переходных шайб.

Таким образом, в основу рекомендуемых конструкций положены цилиндрические круглые воздуховоды диаметром от 100 до 1600 *мм* (20 размеров), изготовленные в виде прямых участков разной длины (до 3000 *мм*) и офланцованные с двух сторон; в зависимости от проекта к ним присоединяются путем врезки заранее заготовленные ответвления. Вентиляционная сеть образуется путем сочетания готовых прямых участков стандартной длины, врезки ответвлений, постановки шайб для изменения сечения и в местах поворота воздуховода установкой отводов, которые остаются в прежнем конструктивном выполнении.

Общий вид рекомендуемой конструкции воздуховодов показан на рис. 54.

Глава IV

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

§ 1. ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Преимущество пластмасс перед другими материалами и растущее их производство дало возможность широко использовать пластмассы в машиностроении и строительстве.

Разнообразие пластических масс с различными физико-механическими свойствами позволяет широко применять их для самых различных изделий в санитарной технике и, в частности, при устройстве промышленной вентиляции.

Особенно это относится к винипласту и полиэтилену. Учитывая достижения в части технологии изготовления крупногабаритных изделий, практически становится возможным применение новых видов материалов: стеклопластиков — для оборудования систем вентиляции, полиэтиленовой пленки — для некоторых элементов и деталей вентиляционных систем. В частности, автор предлагает использовать прозрачную пленку для получения укрытий в вытяжных системах.

Возможно изготовление пространственных конструкций (зонты, колпаки, ширмы и пр.) из двух слоев пластмассовой пленки, сваренных шовной сваркой по периметру и с разрывами по всей поверхности изделия в виде отдельных швов или точек в шахматном порядке, позволяющих произвести в дальнейшем нагнетание воздуха в межпленочное пространство. Воздух образует своеобразный каркас, который сохраняет долгое время полученную форму благодаря газонепроницаемости пленки.

Кроме этого, полиэтиленовая химически стойкая пленка используется для антикоррозионного покрытия тонколистовой стали при изготовлениях фасонных частей и воздуховодов, работающих в агрессивных средах.

Для этого стальной лист в электропечи нагревают до температуры 200—250° С, а затем пропускают его между валками приводной станции. С рулонов, установленных на специальных стойках, подается на нагретый лист полиэтиленовая пленка, которая, прижимаясь к поверхности листа, прочно с ним соединяется. При выполнении всех операций в процессе изготовления деталей воздуховодов, как-то: прокатка и осаживание фальца, вальцевание листа и т. д.— пленка не разрушается и не портит оборудования.

Стоимость этого способа антикоррозионного покрытия значительно меньше стоимости обычной окраски воздуховодов. Это создает большие перспективы применения этого способа не только при изготовлении систем вентиляции, работающих в агрессивных средах, но и в случае изготовления обычных вентиляционных систем.

Для изготовления элементов и деталей вентиляционных систем широкое применение получил винипласт, обладающий следующими свойствами:

стойкостью против химической и электрохимической коррозии;

легкостью механической обработки;

достаточной механической прочностью и долговечностью;

неэлектропроводностью;

малой теплопроводностью.

Кроме того, воздуховоды из винипласта создают сопротивление трению несколько меньшее, чем стальные.

Для получения объемных деталей используется метод формования листового винипласта с предварительным нагревом до температуры не выше 120—140° С, при которой он способен изменять его форму. Нагрев винипласта необходимо вести равномерно, перегрев определяется по потемнению поверхности и появлению пузырей, при этом происходит отщепление хлористого водорода, выражающееся в расслоении и разложении винипласта, что подчас приводит к полному разрушению материала. Продолжительность нагрева определяется толщиной винипласта; на основании опыта ориентировочно принимается время нагрева (в *мин*), по абсолютной величине равное удвоенной толщине листа (в *мм*).

Нагрев листового винипласта производится с помощью пара, газа и электричества в специальных установках-термостатах, а небольшие куски нагреваются в плоских нагревателях-плитах, между которыми закладываются листы. Нагрев винипласта в условиях мастерских производится в специальных нагревательных камерах, состоящих из шкафа, калорифера, обогреваемого паром или электричеством, и вентилятора. Равномерный прогрев обеспечивается циркуляцией горячего воздуха с автоматическим регулированием температуры на уровне 140° С.

§ 2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ ВИНИПЛАСТА

Изготовление фасонных частей требует предварительного раскроя листового винипласта с последующим формованием развертки для получения конической поверхности отдельных элементов.

Составной элемент фасонной части получают выгибанием размягченной заготовки в соответствующей форме, изготовленной чаще всего из дерева. Форма представляет собой усеченный

конус, на который накладывают нагретый раскроенный лист. Для удержания заготовки пользуются оболочкой, состоящей из двух половинок, шарнирно соединенных между собой. Оболочка плотно прижимает размягченный лист к конусу, и после придания заготовке требуемой формы она снимается с оправки для зачистки кромок и сварки шва.

Ввиду сложности формования крупных деталей часто прибегают к способу изготовления фасонных частей круглого сечения из цилиндрической заготовки. Обечайки заданного диаметра разрезают на звенья, и сваривают отводы.

Тройники и крестовины получают комбинацией различных диаметров прямых заготовок после разметки и соответствующей обработки. Элементы фасонной части при этом способе изготовления соединяются путем сварки.

Для обеспечения качественной сварки необходима хорошая подгонка мест соединения. Шов не должен иметь просветов, и соприкосновение соединяющихся элементов должно производиться без применения усилий. В связи с этим разметка при изготовлении фасонных частей из цилиндрических труб должна выполняться особенно тщательно, а для удобства и упрощения процесса требует специального инструмента. Так как обычный разметочный инструмент имеет стальные чертилки, которые могут повредить материал, оставляя на нем царапины, то применять его для разметки винипласта не рекомендуется. Желательно разметочные линии наносить специальными мелками или карандашами. Для этой цели может быть использован талько-вый камень.

Попытки упростить изготовление фасонных частей привели к любопытным конструкциям, состоящим из комбинации круглого и прямоугольного сечений прямых воздуховодов. Так, например, тройники такой конструкции не раскраиваются, а изготовляются путем подгонки заготовленных прямых участков.

Принятая конструкция намного упрощает изготовление тройников, почти исключает криволинейные вырезы и не нуждается в раскрое, но вызывает перерасход материала и электроэнергии всей установки по сравнению с нормальными тройниками вследствие увеличения сопротивления.

Изготовление фасонных частей прямоугольного сечения из винипласта много проще, чем изготовление этих частей круглого сечения. По существующей технологии, принятой во многих мастерских, фасонные части изготовляются из раскройных элементов путем сварки их между собой угловым швом. Однако получить необходимую прочность и герметичность углового шва в большинстве случаев не представляется возможным.

Поэтому некоторые монтажные организации, отступая от нормалей, применяют своеобразные фасонные части из листового винипласта, по мере возможности избегая применения углового шва. Естественно, что конфигурация и технология этих

фасонных частей отличаются от предусмотренных нормалью. В основном это отводы коленчатой формы и тройники, в которых угловые швы заменены гнутьем листа с местным нагревом.

На рис. 55 показана разметка коленчатого отвода сечением $A \times B$.

На листе (картине) необходимого размера после проверки угла, равного 90°, образованного сторонами, проводятся параллельно им линии на расстоянии 50 *мм*. На каждой линии от точки их пересечения откладываются размеры, равные половине

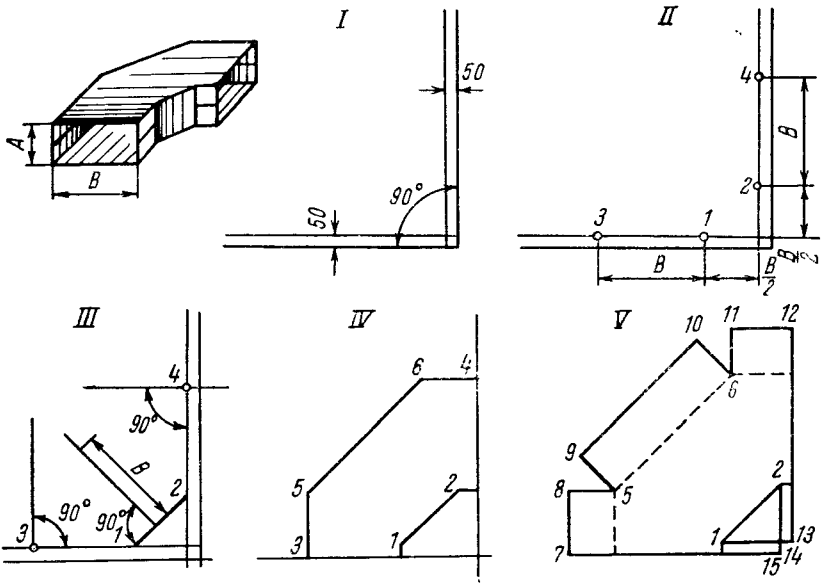


Рис. 55. Изготовление коленчатого отвода из винипласта

основания поперечного сечения, т. е. $\frac{B}{2}$. Затем от полученных точек *1*, *2* откладываем длину *B* и получаем точки *3*, *4*. Соединяем прямой точки *1*, *2* и восставляем на этой прямой в произвольном месте перпендикуляр, на котором откладываем величину *B*. Через конец перпендикуляра проводим прямую, параллельную *1*, *2* и отмечаем пересечение этой прямой с перпендикулярами, восстановленными из точек *3*, *4*.

Отмечаем точки *5*, *6*. На полученных прямых *3—5*, *5—6*, *6—4* строим прямоугольники со стороной, равной $\frac{A}{2}$, как показано на рис. 55.

Шаблон раскраивается по точкам *1, 2, 14, 13, 12, 11, 6, 10, 9, 5, 8, 7, 15, 14* в двух экземплярах. Отогнув боковые стороны

навстречу друг другу, можно производить сварку швов и соединение двух элементов отвода. Оставшаяся боковина по стороне *1—2* заделывается прямоугольником с размерами сторон, равными линии *1—2* и высоте *A*.

§ 3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ПРЕССОВАНИЕМ

Винипластовые фасонные части могут изготовляться прессованием с применением воздушного дутья или при помощи штампов. Способ воздушного дутья состоит в выдувании разогретого листа ($t=130°$ С) в форму. Давление воздуха при этом требуется, как показал опыт, не более 4 *ати*. После охлаждения заготовки ее снимают с формы и подвергают механической обработке. Таким методом могут быть изготовлены разнообразные изделия для вентиляционных систем. Например, отводы изготовляются следующим образом: размягченный при $t=130°$ С лист накладывают на матрицу, представляющую половину отвода соответствующего диаметра, и прижимают специальной плитой. Между плитой и винипластовым листом подается под давлением воздух, который выдувает заготовку в матрицу. Отформованная часть отвода оставляется в матрице для охлаждения, и затем изделие вынимается из формы. После механической обработки изделия обе половины свариваются в плоскости отвода. Радиус отвода при этом может быть очень малым и доведен до величины одного диаметра воздуховода.

Таблица

Основные размеры штампованных тройников

D	d_1	d_2	l_c	l_o
775	660	495	820	850
660	595	440	720	750
595	495	375	650	680
495	440	320	550	580
375	320	235	450	470
320	265	195	400	420
265	235	165	350	350
235	195	165	350	350

Примечание. D — диаметр ствола в корне; d_1 — диаметр прохода; d_2 — диаметр ответвления; l_c — длина ствола; l_o — длина ответвления.

Мало чем отличается от описанного способа изготовление изделий из листового винипласта путем вытяжки заготовки на прессах в штампах. Штампы состоят из двух частей и изготавливаются в зависимости от величины изделия из дерева или армоцемента. Так же как и при выдувании штамповкой, изготавливаются симметричные элементы фасонной части, свариваемые в дальнейшем в плоскости симметрии.

Методы изготовления фасонных частей штамповкой и выдуванием обеспечивают высокую производительность и минимальные разметочные и пригоночные работы.

С другой стороны, эти методы требуют дорогостоящего оборудования и специальной оснастки и оправдывают себя только в условиях массового производства. Поэтому необходимо свести

к минимуму все многообразие размеров фасонных частей согласно нормали $\frac{\text{НР 162—56}}{\text{МСП МХП}}$.

В таблице приведены основные размеры штампованных тройников девяти типоразмеров, позволяющие путем комбинаций обеспечить большинство проектируемых систем.

Все остальные комбинации тройников достигаются путем приварки соответствующего перехода, изменяющего сечение на нужный диаметр.

§ 4. СВАРКА ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ

Соединение отдельных элементов фасонных частей производится сваркой при помощи сварочных прутков или в специальных машинах путем спрессования листов в нагретом состоянии под давлением. Так как беспрутковая сварка листов производится внахлестку, то этот метод пригоден только для тонких листов или пленки. Поэтому для сварки вентиляционных фасонных частей преимущественно пользуются сварочными прутками (ТУ ГХП 90—48) специального сечения. Формы и размеры сечения способствуют лучшему прогреву прутка на всю толщину прутка свыше 4 *мм*. Это необходимо учитывать при изготовлении сварочных прутков из отходов листового винипласта путем нарезки их на полосы трехгранного сечения. Как правило, наращивание прутка производится заранее и длина его должна соответствовать длине шва.

Процесс сварки пластмасс анологичен газовой сварке металлов. Разница заключается в том, что открытое пламя газа заменено горячим воздухом, нагретым до $t°=220\div240°$ С, на расстоянии 6—8 *мм* от сопла. При этой температуре винипласт переходит в вязко-тягучее состояние и при некотором давлении сваривается. Для увеличения свариваемой поверхности кромки листа скашиваются под углом 30—35° в зависимости от толщины. В сварочных горелках подогрев воздуха осуществляется газом или электричеством.

В условиях ЦЗМ и монтажных заводов нашли широкое применение электросварочные горелки, состоящие из металлического корпуса, конусного наконечника и полой ручки. Нагревательный прибор состоит из нихромовой проволоки, нагрев которой осуществляется переменным током напряжением не свыше 36 *в*. Подача воздуха давлением 0,8—1 *ати* производится из общей сети.

В зависимости от сечения воздуховода и формы фасонных частей применяются соответствующие типы швов. Шов, сваренный внахлестку, обладает меньшей механической прочностью и поэтому применяется только в тех случаях, когда не представляется возможным применить стыковой шов. Для листов винипласта толщиной до 6 *мм* применяется односторонний

У-образный шов, при большей толщине листа — двухсторонний Х-образный.

Подготовленные к сварке элементы надежно закрепляются в специальных приспособлениях на деревянных верстаках. Не рекомендуется вести сварку на металлическом листе, так как это может вызвать ухудшение качества шва. Изменение температуры воздуха производится регулированием нагреваемой спирали или за счет интенсивности струи воздуха.

Струя горячего воздуха направляется для одновременного размягчения поверхности прутка и свариваемого материала. При этом сварочный пруток по мере размягчения вдавливается под небольшим усилием в основание шва.

Для обеспечения качества сварки необходимо менять угол наклона сопла в зависимости от толщины листа: при толщине винипласта до 5 *мм* — 15—20°, свыше 5 *мм* — 30—45°. Для повышения производительности труда применяют специальные приспособления, облегчающие и ускоряющие процесс сварки (главным образом продольных швов воздуховодов).

Соединения отдельных фасонных частей и прямых участков друг с другом выполняются на фланцах, изготавливаемых из полиэтиленового уголка путем предварительного разогрева и последующего гнутья его в специальных формах в зависимости от размера.

Механическая обработка листового винипласта и полиэтиленового уголка при изготовлении воздуховодов сводится в основном к разрезке, сверлению и обработке кромок материалов. При этом используются обычные металлообрабатывающие и деревообрабатывающие станки, а при ручной обработке — слесарный и столярный инструменты.

Резку винипласта производят на дисковых или ленточных пилах с мелкими зубьями (шаг нарезки 3 *мм*). При разрезке тонкого листа во избежание образования трещин и выкрашивания кромок вращение пилы рекомендуется производить в обратном направлении. Применять тонкие полотна пил, а также большие скорости резания не рекомендуется из-за опасения сплавления поверхности пропила. Поэтому при механической обработке материала на больших скоростях резания рекомендуется производить охлаждение места реза воздухом. Используя значительную чувствительность винипласта к надрезу, для прямолинейной резки можно применять ручной резец. Лист легко переламывается по линии надреза. В последнее время резка листового винипласта стала производиться гильотинными ножницами.

Торцовка листов и снятие фальцев производится обычным столярным инструментом вручную или с применением электрофуганка. При необходимости зачистки кромок или снятия фаски у обечайки или фасонной части пользуются приспособлением, состоящим из сменных фрез и наждачных кругов.

Процесс сверления отверстий в винипласте ничем не отличается от процесса сверления в металлах (латунь, алюминий) и производится на сверлильных станках. При этом применяются спиральные сверла с широкой канавкой и углом заострения 60—100°.

§ 5. ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

К прогрессивным методам изготовления вентиляционных систем из пластмассовых материалов надлежит отнести в первую очередь применение поливинилхлоридной эластичной ленты для получения гибких спирально-витых конструкций воздуховодов и фасонных частей. Спирально-витые воздуховоды могут быть диаметром

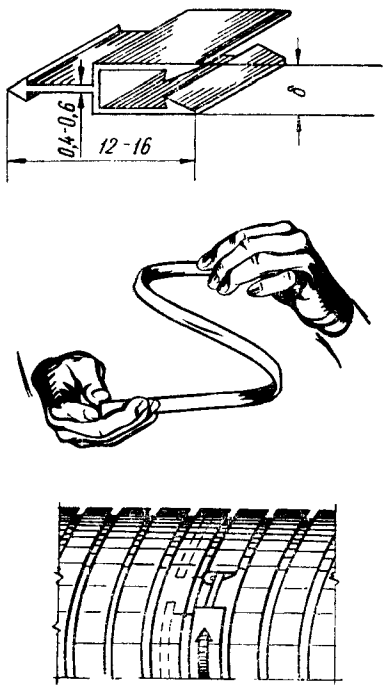


Рис. 56. Поливинилхлоридная эластичная лента

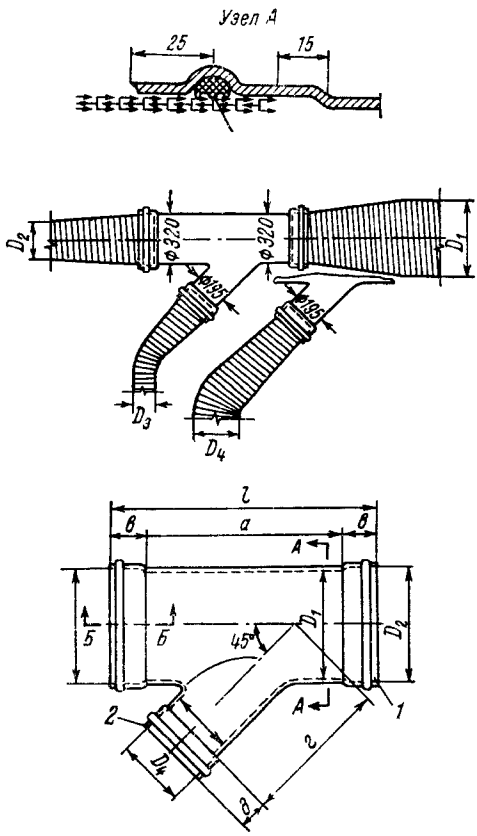


Рис. 57. Узел из унифицированного тройника и гибких витых поливинилхлоридных воздуховодов

от 100 до 1000 *мм* и быть изготовлены на малогабаритной установке, состоящей из двух специализированных станков. На первом станке изготавливается эластичная лента стреловидного

профиля из гранулированного жесткого поливинилхлорида, которая непрерывно поступает на второй станок для изготовления спирально-навивного воздуховода различного диаметра в зависимости от формующей головки.

Образование воздуховода происходит за счет спиральной навивки ленты, причем стреловидный край одного витка входит в паз другого края ленты следующего витка, образуя при этом замковый шов.

Спирально-шовные поливинилхлоридные трубы достаточно гибкие: можно вручную изгибать, расширять или сужать сечение (рис. 56). Это позволяет отказаться от изготовления, пользуясь трудоемким методом раскроя таких фасонных частей, как, например, отводы, полуотводы, утки, отступы, обходы и некоторые типы круглых переходов. Однако для получения ответвления при применении спирально-шовных воздуховодов приходится прибегать к тройникам и крестовинам, изготовленным из поливинилхлорида по специальной технологии.

Для этого разработаны особой конструкции пять унифицированных тройников, позволяющих в сочетании с гибкими витыми воздуховодами заменить примерно 500 различных комбинаций, связанных с применением прямых тройников, выполненных согласно нормалям для листового материала.

Унифицированные тройники рекомендуется изготовлять пересечением между собой цилиндров разного диаметра, причем цилиндр меньшего диаметра (ответвление) должен быть расположен под углом 45° к цилиндру большего диаметра. Получение комбинаций других диаметров тройника достигается за счет раздачи или сужения стыкуемых с тройником витых воздуховодов. Соединение тройника с воздуховодом осуществляется при помощи уплотняющего кольца из мягкой резины (рис. 57). Тройники диаметром до 320 *мм* могут быть изготовлены из поливинилхлорида методом литья под давлением, а с диаметром до 660 *мм* — из армированного винипласта путем прессования.

Установлено, что применение гибких витых поливинилхлоридных воздуховодов экономичнее примерно в 2 раза по стоимости, в 1,5 раза — по расходу материала, в 2,7 раза — по затратам труда.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

РАЗМЕРЫ И ВЕС КРУГЛЫХ ВОЗДУХОВОДОВ ИЗ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ

Размеры воздуховодов приняты по СЭВ

№ п/п	Диаметр в *мм*	Площадь сечения в $м^2$	Периметр в *мм*	Поверхность 1 *пог. м* в $м^2$	Вес 1 *пог. м* в *кг* при толщине листовой стали в *мм*						
					0,57	0,70	0,82	1,0	1,25	1,5	2,0
1	100	0,0079	314	0,314	1,41	—	—	2,5	3,1	3,7	4,9
2	110	0,0095	345	0,345	1,54	—	—	2,7	3,4	4,1	5,4
3	125	0,0126	396	0,392	1,76	—	—	3,1	3,8	4,6	6,2
4	140 *	0,0154	440	0,440	1,97	—	—	3,5	4,3	5,2	6,9
5	160	0,02	502	0,502	2,25	—	—	3,9	4,9	5,9	7,9
6	180 *	0,0255	566	0,566	2,53	—	—	4,5	5,6	6,7	8,9
7	200	0,031	628	0,628	2,81	—	—	4,9	6,2	7,4	9,9
8	225 *	0,04	706	0,706	3,16	—	—	5,5	6,9	8,3	11,1
9	250	0,049	785	0,785	3,51	—	—	6,2	7,7	9,25	12,3
10	280	0,0615	879	0,879	3,94	—	—	6,9	8,6	10,35	13,8
11	315	0,078	989	0,989	4,41	—	—	7,8	9,7	11,7	15,5
12	355 *	0,099	1115	1,115	5,0	—	—	8,8	11,0	13,2	17,6
13	400	0,125	1256	1,256	5,65	—	—	9,9	12,4	14,8	19,8
14	450	0,159	1413	1,41	6,31	—	—	11,0	13,8	16,6	22,0
15	500	0,196	1570	1,57	—	8,62	—	12,3	15,4	18,5	24,6
16	560 *	0,246	1760	1,76	—	9,7	—	13,8	17,3	20,7	27,6
17	630	0,313	1975	1,98	—	10,9	—	15,5	19,4	23,3	31,0
18	710	0,395	2230	2,23	—	12,3	—	17,5	21,9	26,3	35,0
19	800	0,501	2512	2,51	—	—	16,1	19,7	24,6	29,5	39,4
20	900	0,64	2830	2,83	—	—	18,2	22,2	27,8	33,4	44,4
21	1000	0,785	3140	3,14	—	—	20,2	24,6	30,8	37,8	49,2
22	1120	0,985	3520	3,52	—	—	—	28,0	35,0	42,0	55,2
23	1250	1,23	3930	3,93	—	—	—	30,9	38,6	46,3	61,8
24	1400	1,54	4400	4,40	—	—	—	34,5	43,2	51,8	69,0
25	1600	2,01	5030	5,03	—	—	—	39,5	49,4	59,3	79,0

* Воздуховоды применяются только для систем аспирации.

РАЗМЕРЫ И ВЕС ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЗДУХОВОДОВ ИЗ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ

Размеры воздуховодов принять по СЭВ

№ п/п	Размеры в *мм*	Площадь сечения в $м^2$	Периметр в *мм*	Поверхность 1 *пог. м* в $м^2$	Вес 1 *пог. м* без фланцев и крепления при толщине стеи в *мм*				
					0,70	1,0	1,25	1,5	2,0
1	100×160	0,016	520	0,52	2,86	—	5,10	6,12	8,16
2	100×200	0,020	600	0,60	3,4	—	5,90	7,05	9,46
3	160×160	0,0256	640	0,64	3,52	—	6,28	7,54	10,0
4	160×200	0,052	720	0,72	3,96	—	7,06	8,46	11,3
5	200×200	0,04	800	0,80	4,5	—	7,85	9,40	12,6
6	200×250	0,05	900	0,90	5,1	—	8,85	10,6	14,1
7	200×400	0,08	1200	1,2	6,7	—	11,8	14,1	18,9
8	250×250	0,0625	1000	1,0	5,6	—	9,81	11,78	15,7
9	250×400	0,10	1300	1,30	7,3	—	12,8	15,3	20,4
10	250×500	0,125	1500	1,50	8,4	—	14,7	17,7	23,6
11	400×400	0,16	1600	1,60	8,9	—	15,7	13,9	25,2
12	400×500	0,20	1800	1,80	—	14,2	17,6	21,2	28,2
13	400×800	0,32	2400	2,40	—	18,85	23,5	28,3	37,7
14	500×500	0,25	2000	2,00	—	15,7	19,6	23,5	31,4
15	500×800	0,40	2600	2,60	—	20,4	25,5	30,6	40,4
16	500×1000	0,50	3000	3,00	—	23,5	29,4	35,4	47,1
17	800×800	0,64	3200	3,20	—	25,2	31,4	37,8	50,5
18	800×1000	0,80	3600	3,60	—	28,3	35,4	42,5	56,5
19	1000×1000	1,00	4000	4,0	—	31,5	39,4	47,0	62,9
20	1000×1250	1,25	4500	4,50	—	35,3	44,1	53,0	70,6
21	1000×1600	1,6	5200	5,20	—	40,8	51,0	61,2	81,6
22	1000×2000	2,0	6000	6,00	—	47,1	58,9	70,7	94,2
23	1600×1600	2,56	6400	6,40	—	50,3	62,8	75,4	100,5
24	1600×2000	3,20	7200	7,20	—	56,5	70,6	84,8	113,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

РАЗМЕРЫ УНИФИЦИРОВАННЫХ ТРОЙНИКОВ

№ тройников	Размеры унифицированных тройников в *мм*										Диаметры воздуховодов, стыкуемых с тройником, в *мм*	
	D_1	D_2	D_3	D_4	толщина стенки	i	a	b	$г$	$д$	ствол	ответвление
1	130	137	115	122	3	520	400	60	250	60	100, 115 130, 165 195, 235	100, 115 165, 195
2	235	242	130	137	3	650	500	75	350	60	165, 195 235, 285 320, 375 440	100, 115 165, 195 235
3	320	327	195	202	4	800	600	100	450	75	235, 285 320, 375 440, 495 595	130, 165 195, 235 285, 320
4	440	449	285	292	4	950	750	100	600	75	320, 375 440, 495 595, 660 775, 885	195, 235 285, 320 375, 440 495
5	660	669	375	384	5	1250	1000	125	850	100	440, 495 595, 660 775, 885 1025	285, 375 440, 495 595, 660

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ВОЗДУХОВОДОВ

1. Технологическая схема изготовления на фальцевом соединении

Рабочий цикл	Операция	Оборудование и инструмент	Переход	Отводы	Тройники	Крестовины
Сборка ленты	Вырубка углов в стальной ленте размером 1420×710 *мм*	Верстак со штампом или ручные ножницы	КП	КП	КП	КП
	Прокатка фальцев на длиной стороне листа размером 1420×710 *мм*	Фальцепрокатный механизм ФП-2 с рольгангами, ролики (чертеж № 2034—03 ПКБ треста СТД)	КП	КП	КП	КП
	Сборка листов в малые картины с осадкой фальца в трех точках вручную	Рольганг, киянка, слесарный молоток	КП	КП	КП	КП

Продолжение

Рабочий цикл	Операция	Оборудование и инструмент	Переход	Отводы	Тройники	Крестовины
Сборка ленты	Осадка фальца малой картины	Рольганг, фальцеосадочный механизм ФО-1 или ВМС-64	КП	КП	КП	КП
	Вырубка углов в малой картине	Верстак со штампом или ручные ножницы	КП	КП	КП	КП
	Прокатка фальца на малой картине	Фальцепрокатный механизм ФП-2 с рольгангами и роликами (чертеж № 2034 ПКБ треста СТД)	КП	КП	КП	КП
	Сборка малой картины и листа в большую картину с осадкой фальца в трех точках вручную	Рольганг, киянка, слесарный молоток	КП	КП	КП	КП
	Осадка фальца большой картины	Рольганг, фальцеосадочный механизм ФО-1 или ВМС-64	КП	КП	КП	КП
	Выравнивание большой картины под углом 90° и по ее длине	Гильотинные ножницы НГ-475, ВМС-103 с устройством для выравнивания больших картин	КП	КП	КП	КП
	Вырубка углов в большой картине размером 1400×2080 или в листах 1000×2000 *мм*	Верстак со штампом или ручные ножницы	КП	КП	КП	КП
	Прокатка фальца на двух сторонах большой картины или листах 1000×2000 *мм*	Фальцепрокатный механизм ФП-2 с рольгангами	КП	КП	КП	КП
	Сборка больших картин в ленту с осадкой фальца в пяти-шести местах вручную	Рольганг, киянка, слесарный молоток, выравниватель фальца	КП	КП	КП	КП
	Осадка фальца на ленте	Рольганг, фальцеосадочный механизм ФО-1, ВМС	КП	КП	КП	КП
Разметка и резка ленты	Разметка	Рольганг, разметочный стол, шаблоны	КП	КП	КП	КП
	Прямолинейная резка ленты заготовки	Гильотинные ножницы НГ-3, Н-475, ВМС-103	КП	КП	КП	КП
	Криволинейная резка по разметке	Виброножницы ВН-2, ВМС-104, рольганг, настольные ручные виброножницы	КП	КП	КП	КП
	Вырубка углов в местах соединения замыкающим швом	Рольганг, ручные ножницы	КП	КП	КП	КП
	Выкатка заготовок	Вальцовка ГСТМ-85, рольганг	К	—	—	—
	Прокатка двух фальцев одновременно	Фальцепрокатный механизм ФП-2 с роликами (чертеж 2034 ПКБ треста СТД)	К	—	—	—

Продолжение

Рабочий цикл	Операция	Оборудование и инструмент	Переход	Отводы	Тройники	Крестовины
Заготовка полуфабрикатов	Прокатка прямолинейного лежачего фальца подреечного соединения	Фальцепрокатный механизм ФП-2 с роликами (чертеж 2034 ПКБ треста СТД)	КП	П	КП	КП
	Прокатка короткого углового фальца (прямой)	Фальцепрокатный механизм ФП-2 с роликами и рольгангом (чертеж (1100)	П	—	П	П
	Прокатка длинного углового фальца	Фальцепрокатный механизм ФП-2 с роликами (чертеж 1100)	П	П	П	П
	Прокатка криволинейного фальца реечного соединения	Механизм ВМС-53	—	П	К	К
	Выкатка заготовок	Вальцовка ВМС-85	К	К	К	К
	Гибка заготовок	Листогибочный станок ЛС-5, рольганги	П	—	—	—
	Окраска мест под фланцами	Верстак, ручник (кисть)	КП	КП	КП	КП
Офланцовка	Офланцовка воздуховодов с набортовкой вручную	Верстак, молоток, электросварочная точечная машина МТМ-60, МТМ-75	КП	КП	КП	КП
	Офланцовка воздуховодов с отбортовкой механизированная	Механизм ВМС-57 или зигмашина ЗМ-4	К	К	К	К
	Наращивание прямых участков и фасонных деталей на бандаже	Зигмашина ЗМ-4	—	—	К	К
	Обработка торца трубы под бондажное соединение до 600 *мм*	Механизм ВМС-57 или ЗМ-4	КП	КП	КП	КП
	Сборка деталей с осадкой фальца местами вручную	Верстак, киянка, слесарный молоток	КП	КП	КП	КП
	Осадка замыкающего фальца	Фальцеосадочный механизм ФО-1, ВМС-64	КП	—	КП	КП
	Резка трубы на элементы отвода	Зигмашина, механизм ВМС-75	—	К	—	—
	Сборка отдельных элементов деталей на рейке	Верстак, пневмомолоток	—	—	К	К
	Сборка отдельных элементов на зигах	Механизм ВМС-75, точечная машина МТМ-50, МТМ-75, клещи К-165	—	К	—	—
	Выкатка борта или раструба на элементах деталей	Зигмашина ЗМ-4	—	К	—	—
Сборка деталей	Сборка деталей на стоячем фальце	Верстак, киянка, слесарный молоток	—	К	—	—
	Окраска воздуховодов и сушка	Компрессор и краскораспылитель, окрасочная камера	КП	КП	КП	КП

Продолжение

Рабочий цикл	Операция	Оборудование и инструмент	Переходы	Отводы	Тройники	Крестовины
Сборка деталей	Комплектовка и маркировка	Комплектовочная площадка, маркировочный штамп (трафарет)	КП	КП	КП	КП
	Установка бандажей	Гаечный ключ и струбцина	К	К	К	К
	Укладка на склад или в контейнер	Площадка, навес, контейнер	КП	КП	КП	КП

Примечание. К — воздуховоды круглого сечения; П — воздуховоды прямоугольного сечения.

2. Технологическая схема изготовления на сварном соединении

Рабочий цикл	Операция	Оборудование и инструмент	Переходы	Отводы	Тройники	Крестовины
Сборка ленты	Сборка листов в малую картину с прихваткой электросваркой и зачисткой швов от шлака	Рольганг, полуавтомат А-547р со сварочным преобразованием ПС-300, молоток, стальная щетка	КП	КП	КП	КП
	Сварка листов сплошным швом и зачистка от шлака	Установка ГСТМ-11 или ВМС-121 со сварочным трактором ТС-17М, молоток, стальная щетка	КП	КП	КП	КП
	Сборка малой картины в большую картину с прихваткой электросваркой и зачисткой швов от шлака	Рольганг, сварочный преобразователь ПС-300 или полуавтомат А-547р, молоток, стальная щетка	КП	КП	КП	КП
	Сварка малой картины с листом сплошным швом с зачисткой от шлака	Установка ГСТМ-11 или ВМС-121 со сварочным трактором ТС-17М, молоток, стальная щетка	КП	КП	КП	КП
	Выравнивание большой картины под углом 90° и по ее длине	Гильотинные ножницы Н-475, рольганг с устройством для выравнивания больших картин	КП	КП	КП	КП
	Сборка больших картин в ленту с прихваткой, электросваркой и очистка швов от шлака	Рольганг, сварочный преобразователь ПС-300 или полуавтомат А-547р, молоток, стальная щетка	КП	КП	КП	КП
	Сварка больших картин сплошным швом в ленту с зачисткой от шлака	Установка ГСТМ-11 или ВМС-121 со сварочным трактором ТС-17М, молоток, стальная щетка	КП	КП	КП	КП
Разметка и разрезка	Разметка	Рольганг, разметочный стол	КП	КП	КП	КП
	Прямолинейная резка ленты на заготовки	Гильотинные ножницы Н-475, рольганг	КП	КП	КП	КП
	Криволинейная резка по разметке	Виброножницы ВН-2, рольганг, настольные ручные виброножницы	КП	КП	КП	КП

Продолжение

Рабочий цикл	Операция	Оборудоваиие и инструмент	Переходы	Отводы	Тройники	Крестовины
Заготовка полуфабрикатов	Выкатка заготовок	Механизм ВМС-85	К	КП	К	К
	Гибка заготовок	Листогибочный стаиок ЛС-5, рольгаиг	П	П	—	—
	Сборка деталей с прихваткой электросваркой и очисткой швов от шлака	Рольганг, сварочиый преобразователь ПС-300 или полуавтомат А-547р, молоток, щетка стальная	КП	К	КП	КП
	Сварка прямых замыкающих швов деталей с зачисткой от шлака	Установка ГСТМ-11 или ВМС-121 со сварочным трактором ТС-17М, молоток, стальиая щетка	КП	К	КП	КП
	Выкатка раструба на элемеитах деталей	Зигмашина ЗМ-4	—	К	—	—
	Сварка криволинейиых швов деталей вручную или полуавтоматическая с зачисткой швов	Сварочный преобразователь ПС-300 или полуавтомат А-547р, верстак, молоток, стальиая щетка	—	К	К	КП
Офланцовка	Офланцовка при помощи электросварки по коидуктору	Кондуктор, сварочный преобразователь ПС-300 или полуавтомат А-547р	К	К	К	К
	Окраска мест под фланцами	Верстак, ручник (кисть)	КП	КП	КП	КП
	Офлаицовка воздуховодов с набортовкой вручную	Верстак, слесарный молоток МТМ-50 или МТМ-75	П	П	П	П
	Офланцовка воздуховодов с отбортовкой механизированная	Механизм ВМС-57 или зигмашина ЗМ-4	КП	КП	КП	КП
	Окончательная зачистка сварных швов от шлака, контроль качества сварки и устраиение дефектов	Слесарный молоток, стальные щетки, кисти	КП	КП	КП	КП
	Окраска воздуховодов и сушка	Камера окраски и сушки, краскораспылитель	КП	КП	КП	КП
	Комплектование и маркировка	Комплектовочная площадка, маркировочный трафарет	КП	КП	КП	КП
	Укладка в контейнер или автоприцеп с наращенным бортом	Коитейнер, модернизироваиный прицеп	КП	КП	КП	КП

Примечаиие: К — воздуховоды круглого сечения; П — воздуховоды прямоугольного сечения.

ЛИТЕРАТУРА

Агеев В. С., Ляпина В. Ф. Раскрой фасонных частей промышленной вентиляции. Стройиздат, 1967.

Пашков Л. Д. Индустриальные методы устройства вентиляционных систем. Стройиздат, 1963.

Справочник по специальным работам «Монтаж вентиляционных систем». Под ред. И. Г. Староверова. Стройиздат, 1966.

Технические указания по организации вентиляционных работ в монтажных управлениях треста Промвентиляция на 1963—1964 гг. ЦБТИ, 1963.

Хартунян С. А. Разметка фасонных частей вентиляционных воздуховодов. ЦБТИ, 1962.

Юдеев А. В. Изготовление и монтаж систем промышленной вентиляции из винипласта. Антикоррозионная защита воздуховодов. Стройиздат, 1966.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава 1. **Общие сведении** 4

§ 1. Материалы и инструменты . . . . . —
§ 2. Классификация фасонных частей 15
§ 3. Типизация фасонных частей 18
§ 4. Конструирование фасонных частей 20
§ 5. Геометрические основы построения разверток 24

Глава II. **Разметка фасонных частей** 28

§ 1. Основиые сведения о разметке . . . . . —
§ 2. Разметка отводов 35
§ 3. Разметка тройников и крестовин 41
§ 4. Разметка переходов 47
§ 5. Раскрой фасонных частей круглого сечения по совмещенным шаблоиам 62
§ 6. Проекционный метод разметки 66

Глава III. **Изготовление фасонных частей** 68

§ 1. Обработка и соединение лнстовой стали . . . . . —
§ 2. Технологический процесс изготовления фасонных частей . . . 76
§ 3. Изготовление фасонных частей из цилнндрической заготовки . . 83
§ 4. Индустриальные коиструкции фасонных частей 84

Глава IV. **Изготовление фасонных частей из пластических материалов** . 87

§ 1. Особенности изготовления . . . . . —
§ 2. Изготовление фасонных частей из винипласта 88
§ 3. Изготовление фасоиных частей прессованием 91
§ 4. Сварка фасонных частей 92
§ 5. Изделия из поливинилхлорида 94

Приложения 96

Литература 103

Леоиид Дмитриевич Пашков

РАСКРОЙ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВОЗДУХОВОДОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Стройиздат, Ленинградское отделение
Ленинград, пл. Островского, 6

Редактор издательства А. М. Титов
Технический редактор О. В. Сперанская
Корректор Е. Е. Антоневич
Обложка художнпка В. П. Рыбакова

Сдано в набор 3/X 1969 г. Подписано к печати 4/XII 1969 г. М-28485.
Формат бумаги 60×90¹/₁₆ № 2. Бум. л. 3,25. Усл. печ. л. 6,5. Усл.-изд. л. 6,76. Изд. № 1195 Л.
Тираж 17 000 экз. Заказ 2114. Цена 24 коп.

Ленинградская типография № 4 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Мииистров СССР, Соцналистическая, 14.