

## РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

### ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ ЗАГОТОВИТЕЛЬНО-МОНТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

#### 1. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

##### 1.1. ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ

В процессе производства комплектующих изделий газотеплоэнергетики изготовления, обработки, хранения на поверхности различных деталей и сборочных единиц возникают загрязнения - посторонние вещества, наличие которых на поверхности нежелательно или вредно.

Причины образования загрязнений различны: окисление поверхности металлов (окислы, продукты коррозии), термическое разложение масел (нагары, асфальтосмолистые отложения), эмульсионные и масляные пленки, механические частицы (абразив, стружка и т.п.), остатки обработки резанием (стружка, абразив, заусенцы, остатки шлифовальных и полировальных паст, эмульсий), обработка давлением и литьем (графитные и жировые смазки, пригары, формовочная земля), процессы сварки и пайки (остатки флюса, окалина), хранение и транспортировка (консистентные и консервационные смазки), попадание загрязнений из окружающей среды и др.

При формообразовании деталей различными методами (штамповкой, прессованием, литьем, ковкой и др.) на поверхности и кромках деталей остаются излишки материалов, вызывающие нарушение формы и точности обработанных поверхностей деталей. Эти излишки материалов при окончательной обработке деталей должны быть ликвидированы, поэтому их называют ликвидами. К ним относятся: грат, облой, заусенцы, окалины, пригары, шаржированные частицы.

*Грат, облой* — это излишки материалов на деталях в виде наростов в местах разъема форм, пресс-форм, штампов.

*Заусенцы* - это излишки материала, остающиеся на кромках и углах поверхности деталей в виде выступов с рваными краями.

*Пригары* — это остатки земляных литейных форм, пригоревшие к поверхности детали под воздействием высокой температуры.

*Окалины* - это окислы металла в виде корки, образующейся под воздействием высокой температуры. При термообработке окалина пропитывается и покрывается пленкой пригоревшего масла.

*Шаржированные частицы* - это внедренные в материал обработанной поверхности абразивные частицы при отделочных и чистовых операциях.

Различают три степени загрязнения поверхности: слабая, средняя и сильная. При слабом загрязнении поверхность деталей покрыта легкими неравномерными загрязнениями (масла, пыль). При среднем загрязнении

поверхность деталей покрыта небольшим панно в основном для деталей, находящихся в стадии механической обработки. Эта степень характеризуется удельным содержанием загрязнений до  $5 \text{ г/м}^2$ . При сильном загрязнении (более  $5 \text{ г/м}^2$ ) поверхность деталей покрыта толстым слоем консервационной смазки или масла после термической обработки.

## 1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЙ И СПОСОБЫ ОЧИСТКИ

Очистка поверхности — это удаление загрязнений с поверхности до определенного уровня ее чистоты. Очистка поверхности достигается разными методами, (табл.1.1): механическим, физическим, химическим, физико-химическим и химико-термическим. В основе каждого метода — определенный способ разрушения загрязнений и удаления их с поверхности.

Характеристики загрязнений, операции, перед которыми необходимо их удаление, и влияние обработки на загрязнение поверхности деталей приведены в табл.1.1 – 1.3.

Таблица 1.1 – Характеристика загрязнений

Характер связи загрязнения с поверхностью	Прочность связи загрязнения с поверхностью	Вид загрязнения
Загрязнения, механически связанные с поверхностью	Сильная	Лаки, краски, смолы, клеи, герметики
	Средняя	Масла, смазки, пасты (полировальные, притирочные, шлифовальные)
	Небольшая	Пыль, опилки, стружка
Загрязнения, химически связанные с поверхностью	Окислы и гидраты окислов	Естественные окисные пленки — ржавчина, продукты коррозии. Окислы, возникшие при обработке — окалина, продукты коррозии
	Соли и солеподобные соединения	Литейный пригар, сварочные шлаки, эмаль, фосфаты, карбонаты, силикаты

Таблица 1.2 – Операции, перед которыми необходимо удаление загрязнений

Операция	Удаляемые загрязнения
Обработка резанием	Окалина, литейный пригар, шлак
Холодная обработка давлением	Окалина, литейный пригар, шлак, флюсы, абразивная пыль
Монтажно-сборочные операции	Масла, смазки, опилки, пыль, продукты коррозии, шлак, флюсы, окислы, заусенцы, грат
Получение покрытий	Окислы, продукты коррозии, масла, смазки, пасты, остатки эмульсий, заусенцы, соли

Таблица 1.3 – Влияние обработки на загрязнение поверхности детали

Вид обработки		Загрязнения
Получение проката	Горячая прокатка	Окалина, пыль
	Холодная прокатка	Смазка, окислы, пыль
Обработка резанием	Обработка со снятием стружки	Стружка, опилки, пыль, СОЖ
	Черновое шлифование	Абразивная пыль, опилки, СОЖ
Отделочная механическая обработка	Притирка, доводка, полирование	Паста, абразивная пыль
Обработка давлением	Горячая обработка (ковка, прессование, штамповка)	Кокс, смолы, пригар, шлак
	Холодная обработка (волочение, вытяжка, штамповка)	Графит, масла, смазки, СОЖ
Термическая обработка	Нормализация, отжиг, отпуск	Окалина, окислы, сажа
	Закалка	Масла, окалина, смолы
Литье	В неметаллические формы	Окислы, пригар
	В кокиль, под давлением	Окислы
Сварка	Непокрытым электродом в среде инертного газа	Окислы
	Покрытым электродом	Окалина, шлак
Пайка	Мягкими припоями	Смолы, соли
	Твердыми припоями	Окислы, флюс, шлак
Отделка, окраска	Окраска	Краски, лаки
	Эмалирование	Эмаль
Консервация готовых изделий	Неорганические ингибиторы	Окислы, соли
	Органические ингибиторы	Окислы, органические соединения

Таблица 1.4 – Методы очистки поверхности и способы их интенсификации

Метод очистки	Механизм очистки (способ разрушения загрязнений)	Способы интенсификации процесса очистки	Достоинства и недостатки
Механический	Механическое разрушение загрязнений протираaniem, соскабливанием, фрезерованием; воздействием струй воды, воздуха, твердых частиц (стеклосферы, чугунная дробь, косточковая крошка)	1.Механизация за счет применения инструмента (щетки, игло-фрезы) с электро или пневмоприводом 2. Повышение давления струй до 5-63 МПа	<b>Преимущества</b> 1. Малая энергоемкость процесса очистки 2.Универсальность (возможность удалять различные загрязнения) 3. Простота утилизации отходов (высокая безотходность) <b>Недостатки</b> Применение ручного труда
Физический	Растворение загрязнений	1.Применение ультразвука 2. Применение струйного облива и паров растворителей	<b>Преимущества</b> 1.Большая скорость очистки 2.Высокое качество очистки 3.Высокая безотходность производства 4.Возможность механизации и автоматизации процесса очистки <b>Недостатки</b> 1.Вредность производства 2.Сложность удаления отходов 3.Применение для малой группы загрязнений
Химический	Химическое травление загрязнений и очищаемой поверхности	Повышение температуры ведения процесса	<b>Преимущества</b> 1.Высокая скорость очистки 2.Малая энергоемкость процесса очистки 3.Возможность механизации процесса <b>Недостатки</b> 1.Применение для малой группы загрязнений 2.Разрушение очищаемой поверхности 3.Низкая безотходность производства

Физико-химический	Растворение, эмульгирование и химическое разрушение загрязнений (применение растворяюще - эмульгирующих средств с ополаскиванием в растворах синтетических моющих средств)	Перемещение (колебание, вращение) очищаемого объекта в процессе очистки	<p><b>Преимущества</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Большая скорости очистки</li> <li>2.Высокое качество очистки</li> <li>3.Малая энергоемкость процесса очистки</li> <li>4.Умеренная температура ведения процесса очистки (20—50° С)</li> <li>5.Возможность механизации и автоматизации процесса</li> </ol> <p><b>Недостатки</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Применение для малой группы загрязнений</li> <li>2.Вредность производства</li> <li>3. Низкая безотходность производства</li> </ol>
Химико-термический	Химическое разрушение (сгорание) загрязнений в пламени или в щелочном расплаве при высокой температуре (400—450°С); объемные и структурные изменения загрязнений	Оптимизация состава щелочного расплава и автоматизация процесса очистки	<p><b>Преимущества</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Большая скорость очистки</li> <li>2. Высокое качество</li> <li>3.Возможность механизации и автоматизации процесса очистки</li> </ol> <p><b>Недостатки</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Применение для малой группы загрязнений</li> <li>2.Высокая энергоемкость процесса очистки</li> <li>3.Возможна деформация и разрушение деталей</li> </ol>

Для расчета моечно-очистных процессов и машин необходимо знать функциональную зависимость скорости очистки от времени. Эта зависимость сложна и аналитические методы ее определения пока не найдены. Практически скорость очистки приходится определять экспериментально при определенных условиях процесса очистки.

На скорость очистки влияют следующие основные факторы:

- 1) природа загрязнения (химический состав, прочностные и реологические свойства);
- 2) количество загрязнений (начальная загрязненность поверхности, количество загрязнений, допустимое на поверхности после очистки,

требования к равномерности распределения по поверхности остаточной загрязненности);

3) вид поверхности (материал, шероховатость, размеры и конфигурация поверхности);

4) очищающая среда (состав, концентрация, температура);

5) характер и параметры взаимодействия очищающей среды с поверхностью (скорость и размерные параметры потока, обусловленные конструкцией моечной машины).

### 1.3. СТЕПЕНИ ОЧИСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Различают три степени (уровня) очистки, отличающиеся количеством остаточных загрязнений: макроочистка, микроочистка и активационная очистка.

**Макроочистка** — это процесс удаления с поверхности наиболее крупных загрязнений, мешающих монтажно-сборочным операциям, механической и холодной обработке давлением и др. При макроочистке необходимо очищать поверхности до уровня, обусловленного шероховатостью поверхности.

**Микроочистка** – это удаление загрязнений из микронеровностей поверхности. Достижение уровня микроочистки можно на финишных операциях сборки, например, арматуры. Основные загрязнения на этом уровне очистки: притирочная смесь, абразивные частицы, остатки механической обработки и т.д., удаляемые моечно-очистной обработкой.

**Активизационная очистка** – это травление металла, до активированного состояния. После тщательной микроочистки поверхность может иметь остатки загрязнений поверхностно-активными веществами, шаржированными абразивными частицами, пленками и др. Очистку поверхностей от подобных загрязнений при нанесении гальванических покрытий называют активизационной очисткой. В последние годы созданы и серийно выпускаются прогрессивные технические моющее-очищающие композиции «ТМОК-6П» и др., использование которых перед гальваническими операциями в активизационной очистке не требуется.

Для ускорения процессов очистки применяют разные способы интенсификации: повышение температуры и давления очищающей среды, вибрационная активация очищающей среды и др. (рис.1.1).

Очистка поверхности связана с затратой энергии на разрушение загрязнений (преодоление прочностных, когезионных сил) и на удаление загрязнений с поверхности (преодоление удерживающих, адгезионных сил). В общем работа очистки  $A_0$  складывается из работы  $A_{фх}$ , совершаемой очищающей средой за счет своей физико-химической активности, и работы

$A_m$ , связанной с механическим воздействием среды на разрушение загрязнения и его связей с поверхностью:

$$A_o = A_{\delta\delta} + \dot{A}_i \quad (1.1)$$

Чем физико-химически активнее очищающая среда, т.е. больше  $A_{фх}$ , тем потребуются меньше механической энергии. И наоборот, чем меньше  $A_{фх}$ , тем больше  $A_m$  необходимо затратить для достижения одинакового эффекта очистки.

Существуют способы очистки, где какой-либо вид затрат энергии практически отсутствует. Например, при обезжиривании поверхности погружением в растворитель  $\dot{A}_i = 0$ , а при очистке поверхности обдувкой  $\dot{A}_{\delta\delta} = 0$ . Это крайние случаи, практически же в большинстве случаев затрачивается энергия обоих видов. Выбор пути интенсификации процесса очистки за счет  $A_{фх}$  или  $A_m$  решается на основании технологических и экономических соображений. При этом необходимо учитывать следующее. Работа  $A_{фх}$  зависит от моюще-очищающей активности среды — вида среды (раствор синтетических моющих средств, растворитель, растворяюще-эмульгирующее средство), ее концентрации и температуры. Моюще-очищающие среды отличаются друг от друга по своему очищающему действию в 10—50 раз, а повышение температуры на 10—15°C увеличивает скорость очистки в 1,5—2 раза. Работа  $A_m$  зависит от механической интенсификации процесса очистки (струи, вибрация, ультразвуковые колебания и т.п.). Способы механической активации по воздействию на скорость очистки отличаются друг от друга в 2—25 раз.

Таким образом, правильный выбор физико-химической активности очищающей среды, ее температуры и соответствующей активации процесса позволяет в 10—100 раз ускорить очистку.

Анализ основных моечно-очистных процессов показывает их высокую энергоемкость. Так, для удаления наиболее распространенных загрязнений расходуется следующая энергия,  $КДж/м^2$  ( $кВт-ч/м^2$ ):

Масляно-грязевые отложения.....	7200
Асфальтосмолистые отложения.....	10800
Старая краска .....	14400
Нагар.....	36000

Это очень большие энергетические затраты. Прямые затраты на очистку составляют не более 2,5% подводимой (расходуемой) энергии, что указывает на большие возможности совершенствования процессов очистки и снижения их энергоемкости.



Рис.1.1 – Классификация процессов очистки и способов их интенсификации



## 1.4. СПОСОБЫ ВИБРОАБРАЗИВНОЙ ОЧИСТКИ

Вибрационный процесс основан на принципе сообщения колебательных движениям деталям в контейнере с наполнителем.

Широко известный метод виброабразивной очистки относят к наиболее производительным видам отделочно-очистной вибрационной обработки наряду с такими, как виброхимический, виброэлектрохимический, виброобкатной, виброкордный и вибротермомеханический.

Высокопроизводительные методы характеризуются следующими особенностями:

- схема загрузки деталей — навалом или их закреплением на подвижных элементах конструкций с принудительным или свободным вращением;

- траектория перемещения загрузки — круговая по тороиду, с вращением по винтовой линии в горизонтальной плоскости (рис.1.2) или подъемом ее внутри тороида на один виток (рис.1.3);

- режимы обработки — дорезонансные, резонансные и зарезонансные;

- циклы работы — только периодического или периодического и непрерывного действия.

Виброабразивная очистка по физическому смыслу близка к очистке деталей в галтовочных барабанах, но замена вращательного движения колебательным привела к созданию установок для очистки внутренних поверхностей деталей и уменьшению их повреждаемости. Под влиянием вибрации обрабатывающая среда делается текучей и заполняет полости и отверстия.

Теоретические основы кинематики и динамики вибрационных методов достаточно полно изложены в литературе и в книге они не приводятся.

Конструктивно вибрационные установки различаются:

- по типу вибраторов — на механические, инерционные, дебалансные, электроиндукционные, пневматические, гидравлические и комбинированные;

- по расположению вибраторов — на установки с выносными и встроенными горизонтальными, вертикальными и поворотными вибраторами;

- по числу валов и типу дебалансных механизмов на одно-, двух-, четырех-, десятиваловые и другие установки;

- по типу подвески контейнера — на спиральных и плоских рессорных пружинах, на резиновых амортизаторах, резинокордные и пневматические;

- по форме рабочей части — установки с плоскими столами, с U-образными контейнерами, тороидальные, с цилиндрическими или спиральными контейнерами;

- по типу подачи жидкостной среды в контейнер — периодического и непрерывного действия;

по степени автоматизации процесса обработки — неавтоматизированные, с полной или частичной автоматизацией в непрерывном цикле обработки.

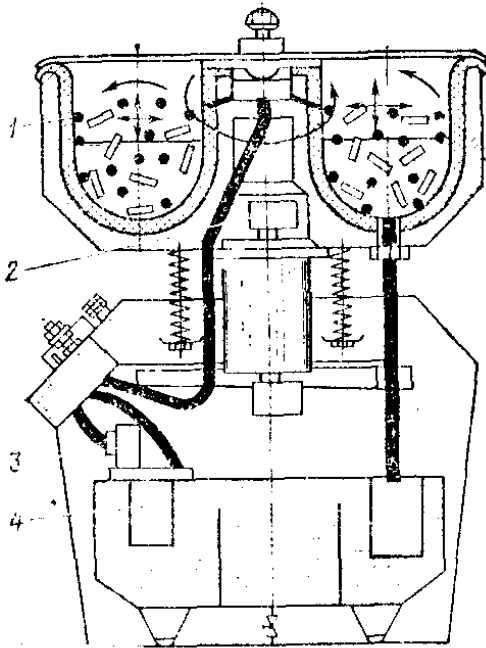


Рис.1.2 - Схема вибрационной установки с горизонтальным тормозом:

1 — тороидальный контейнер;  
2 — вибратор; 3 — насос; 4 — бак моющего раствора

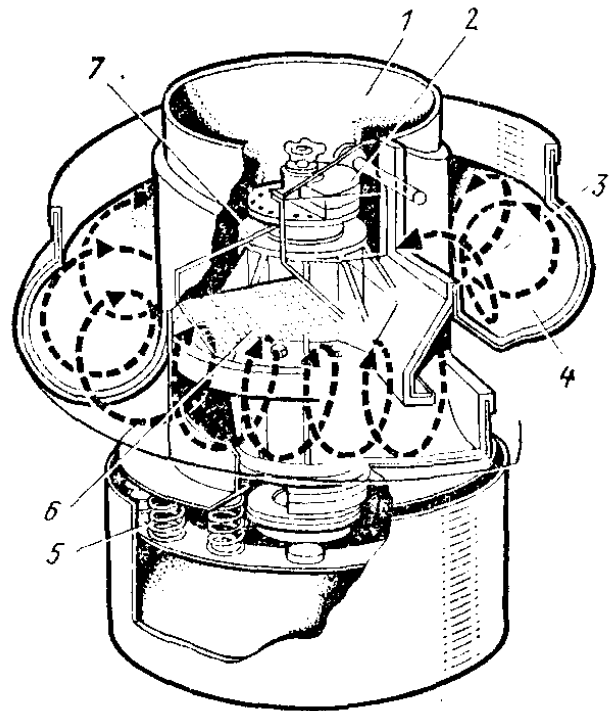


Рис.1.3 – Схема установки Спиратрон со спиральным контейнером:

1 — цилиндр; 2 — вибратор; 3 — порог;  
4 — контейнер тороидальный;  
5 — пружины; 6 — сетка сепаратора; 7 — электродвигатель

Процесс виброабразивной очистки является результатом воздействия на удаляемые твердые загрязнения механической энергии взаимодействия загрязнений и физико-механических свойств моющего раствора.

На эффективность процесса очистки влияют свойства материала заготовки и загрязнений, амплитуда и частота колебаний, степень загрузки контейнера, соотношение очищаемых заготовок (деталей) и абразива, вид и физико-механические свойства применяемых растворов; природа и зернистость абразивного наполнителя рабочей среды. Установлено, что частота и амплитуда колебаний должны уменьшаться обратно пропорционально твердости очищаемых заготовок: для изделий из цветных металлов  $\psi_k = 35 - 40 \text{ \AA} \ddot{o}, \dot{\Lambda} = 1 - 3 \ddot{i}$ ; для закаленных сталей  $\psi_k = 30 - 38 \text{ \AA} \ddot{o}, \dot{\Lambda} = 4.5 - 5.5 \ddot{i}$ .

Соотношением объема очищаемых заготовок, наполнителя и пустоты определяется интенсивность очистки. Объем незаполненного пространства контейнера должны составлять 20-25%, а соотношение заготовок и наполнителя по объему при очистке может изменяться от 1:2 до 1:4, при зачистке - от 1:1 до 1:2 и отделочной обработке и упрочнении – от 1:2 до 1:3.

Для минимального повреждения поверхностей заготовок уровень рабочего раствора должен составлять от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  высоты контейнера.

Правильный выбор моющих растворов для виброабразивной очистки позволяет существенно повысить не только производительность очистки, качество обработки, но обезжирить очищаемую поверхность. Что касается природы абразивного наполнителя и его крупность, как правило, подбираются опытным путем.

## 1.5. СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ ПОГРУЖЕНИЕМ

Погружение широко применяется для удаления загрязнений с деталей сложной конфигурации, когда струйный способ не обеспечивает очистку поверхности без прямого попадания струй, когда требуется очищать поверхности моющими жидкостями, которые нельзя или нецелесообразно по каким-либо причинам использовать в струйных машинах, а также на операциях, предшествующих струйным.

Погружным способом (рис.2.4, 2.5) удаляют лакокрасочные покрытия, асфальто-смолистые отложения, полировальные пасты, остатки формовочных смесей с поверхности отливок, производят обезжиривание деталей перед гальванопокрытиями.

Преимущества погружного способа по сравнению со струйным:

- возможность использования эффективных моющих средств с высоким содержанием поверхностно-активных веществ;
- возможность использования высокоэффективных растворяюще-эмульгирующих моющих средств на основе углеводородных и галогенсодержащих органических растворителей, других агрессивных вредных и легкоиспаряющихся очищающих агентов;
- широкий выбор способов интенсификации очистки;
- простота конструкции оборудования, удобство и экономичность его эксплуатации.

При погружной очистке можно использовать моющие жидкости при любых высоких температурах, вплоть до температуры кипения, в то время как при струйном способе рабочая температура ограничивается навигационными явлениями в перекачивающих и напорных насосах.

При погружном способе переводимые в моющий раствор загрязнения меньше диспергируются и тем самым не создаются условия получения стабильных растворов и суспензий, что снижает затраты на их регенерацию.

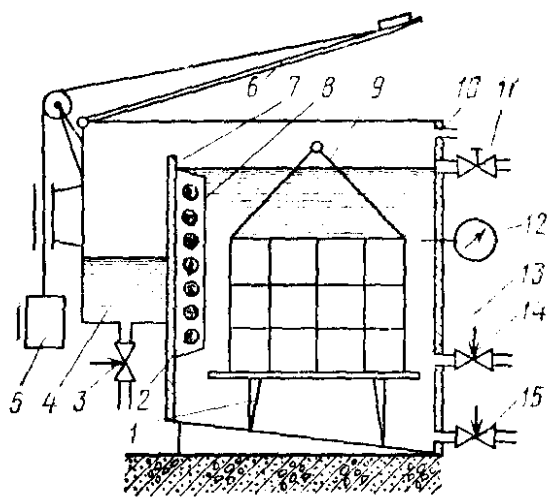


Рис.1.4 - Схема погружной установки:

1—подставка для деталей; 2—нагреватель; 3—вентиль слива масла; 4—флотационный желоб; 5—противовес; 6—крышка; 7—теплоизоляция; 8—ограждение нагревателя; 9—контейнер с деталями; 10— предохранительный слив; 11—вентиль долива воды; 12—термометр; 13— моющий раствор; 14— вентиль слива раствора; 15— вентиль слива донных отложений

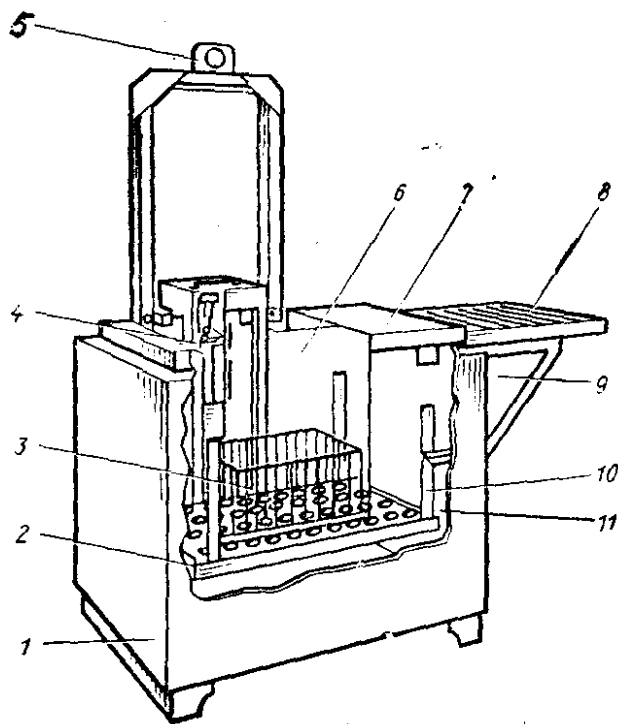


Рис.1.5 – Ванна с колеблющейся платформой:

1—корпус; 2— виброплатформа; 3 — кассета; 4— пневмоцилиндр; 5— термометр; 6— нагревательные элементы; 7— крышка; 8— рольганг; 9— кран упраления; 10— упоры виброплатформы; 11—люк для чистки ванны

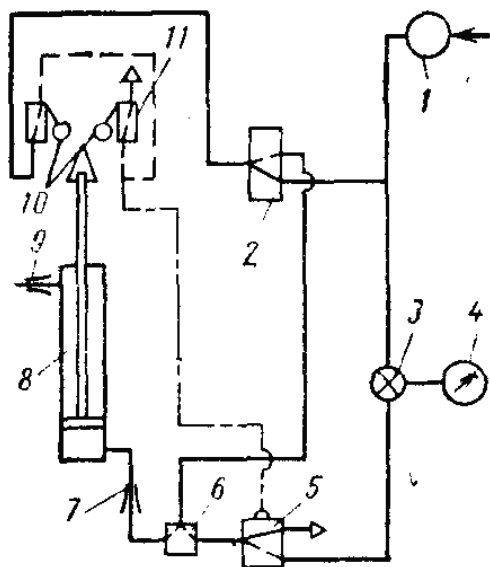


Рис.1.6 - Схема управления пневмовибрацией:

1—фильтр- маслораспылитель; 2— воздухо-распределитель; 3— регулятор давления; 4— манометр; 5— трехходовой кран; 6 — золотниковый клапан; 7 и 9— дроссели; 8— пневмоцилиндр; 10— кулачки; 11 — двухходовой кран

Погружная очистка позволяет сократить энергетические затраты благодаря применению эффективных моющих средств, действенных методов возбуждения раствора у очищаемой поверхности, снижению теплопотерь. Широко известны следующие способы интенсификации погружной очистки: колебаниями платформы с объектами очистки относительно моющей жидкости и наоборот; ультразвуковым облучением; подачей тока на очищаемые поверхности; использованием электрогидравлического эффекта; винтами, сжатым воздухом и т.п.

Ванна для очистки деталей погружением имеет корпус, в котором в нижней части объема моющей жидкости располагаются нагревательные элементы (паровые или электрические), и решетку для установки очищаемых изделий или контейнер с деталями. В верхней части ванны у поверхности раствора расположены бортовые отсосы для удаления выделений вредных паров. Ванна с большой поверхностью зеркала помещается в кожух, оборудованный вытяжной вентиляцией и герметичной крышкой с гидрозатвором.

Для сбора всплывших на поверхность масляных и жировых загрязнений ванна снабжена флотационным корытом.

Иногда кислотные ванны для сокращения вредных испарений покрывают слоем пластмассовых шариков.

**Ванны с колеблющимися платформами** наиболее просты и потому широко распространены. Их применяют для очистки металлических изделий почти от всех видов загрязнений. Эффект очистки зависит от применяемого очищающего агента, рабочей температуры и параметров колебания платформы с деталями. Контейнер (кассета) с деталями подается по рольгангу 8 на виброплатформу 2, когда она находится в крайнем верхнем положении. Затем платформа с деталями, загруженными в контейнер, опускается в моющий раствор и совершает в нем возвратно-поступательное движение от пневмоцилиндра 4. Турбулентные потоки, возникающие в результате таких колебаний, значительно ускоряют процесс очистки изделий.

Схема управления такой установкой показана на (рис.1.6). Сжатый воздух должен подаваться в пневмосистему обязательно через влагоотделитель и фильтр-маслораспылитель. Отсутствие этих устройств или несвоевременный уход за ними могут привести к выходу из строя системы управления работой пневмоцилиндра.

Установка включается и выключается трехходовым краном 5 вручную; амплитуду колебания регулируют изменением расстояния между кулачками 10, а частоту — изменением соотношения сечения дросселей 7 и 9 и регулированием давления в системе с помощью регулятора 3. Частота зависит во многом и от загрузки контейнера, потому что в некоторых ваннах платформа поднимается под действием сжатого воздуха, а опускается под действием силы тяжести своей и контейнера с деталями. В связи с этим плохое качество изготовления пневмоцилиндра и направляющих платформы, неплотное запираание воздуха кранами управления и малая нагрузка могут быть причиной остановки.

## 1.6. ПОРЯДОК ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ДЛЯ МОЕЧНО-ОЧИСТНОЙ ОБРАБОТКИ

В практике металлообрабатывающих производств существует множество технологий приготовления и использования рабочих растворов. Изложим порядок приготовления и использования водных растворов на основе моющее-очищающей композиции ТМОК-6ПУ.

Моюще-очищающая композиция ТМОК-6ПУ представляет собой смесь неионогенных поверхностно-активных веществ с неорганическими солями и добавками целевого назначения.

Композиция техническая моюще-очищающая ТМОК-6ПУ относится к экологическим, пожаро-взрывобезопасным химическим продуктам 4 класса опасности ГОСТ 12.1.007-88, которая применяется в виде 1-5 %-ных водных растворов и используется при температуре 40-70<sup>0</sup>С.

Приготовление рабочих растворов на основе ТМОК-6ПУ осуществляется при строгом соблюдении общих правил охраны труда при работе с химическими веществами и рекомендуется вести в следующей последовательности:

- необходимо взвесить необходимое количество ТМОК-6ПУ, подготовить емкость предварительного замачивания (допускается использовать моечную ванну);

- затем емкость предварительного замачивания заполнить водой промышленного водоснабжения, желательно подогретой до температуры 45<sup>0</sup>С. Количество воды должно превышать количество композиции ТМОК-6ПУ (по массе в 4-5 раз ). После чего в емкость предварительного замачивания засыпается расчетное количество ТМОК-6ПУ, тщательно перемешивается и выдерживается не менее 3 часов. Далее моечные машины, предварительно вымытые и очищенные от загрязнений, заполняются промышленной водой и нагревается до температуры воды до 45-50<sup>0</sup>С. Лишь после чего в моечную машину вводят предварительно замоченную моюще-очищающую композицию ТМОК-6ПУ и включают холостой ход для получения однородного рабочего раствора, величина рН раствора должна быть в пределах 9-10.

Практикой установлено, что:

- для очистки деталей от СОЖ концентрация рабочего раствора на основе ТМОК-6ПУ должна быть 1,2 - 2,0 %;

- для очистки деталей от масел концентрация рабочего раствора должна быть 1,5 – 2,0%;

- для реконсервации металла концентрация рабочего раствора должна быть 3-б%.

С целью повышения антикоррозийной защиты вымытых деталей иногда в готовый рабочий раствор вводят дополнительно жидкое стекло из расчета 0,05 -0,10г/п.

Практикой предприятий различных отраслей страны обработано следующее, что процесс моечно-очистной обработки рекомендуется производить рабочими растворами на основе ТМОК-6ПУ без применения существующей технологии того предприятия, где применяется мойка и очистка.

Режим подготовки моечно-очистных операций, корректировка растворов, нормы расходов материалов и другие особенности технологии определяются конкретными процессами, включая и оборудование.

Контроль качества моечно-очистной обработки деталей из черных и цветных металлов производится по принятой на данном предприятии методике.

Отходы моечно-очистной обработки рабочими растворами ТМОК-6ПУ представляют собой пульпообразную смесь со значительным количеством сработавшейся композиции ТМОК-6ПУ и избыточным количеством загрязнений, снятых с механической поверхности, часть из которых в результате химического взаимодействия рабочего раствора с маслами, жирными солями и пылью переходит в илообразное состояние.

## **1.7. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МОЙКИ-ОЧИСТКИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ**

Очистка внутренних поверхностей трубчатых соединений сложна в связи с широкой номенклатурой трубчатых изделий, для промывки которых требуются индивидуальные соединительные устройства и достаточное давление жидкости для преодоления сопротивлений при малых сечениях и большой длине трубок. Сложность очистки связана еще с необходимостью использования разных моющих жидкостей, смешивание которых не допускается.

Для травления и обезжиривания внутренних поверхностей металлических трубок на предприятиях применяют установки как автоматические, так и с применением ручного труда. Недостатком этих установок является их сложность устройства.

Для очистки внутренних поверхностей может быть использована установка, размеры рабочей зоны которой обусловлены длиной (до 2700 мм) промываемых трубок (рис.1.7).

Конструкция зажимов 6 байонетного типа обеспечивает одновременное крепление 20 трубок. Ванна 1 имеет емкость до 1900 л и оснащена воздушным ресивером 3, к которому подводится под давлением 0,15 МПа воздух, вытесняющий из бака 2 моющий раствор в трубки и обратно в ванну.

Давление воздуха в баке регулируется клапаном 4. Бак крепится по вертикали над уровнем раствора в ванне подвесками 5. Бортовые отсосы 7 подсоединяются к вентиляционной системе цеха.

Значительные размеры ванны, простота обслуживания и надежность конструкции обеспечивают высокую эффективность установки.

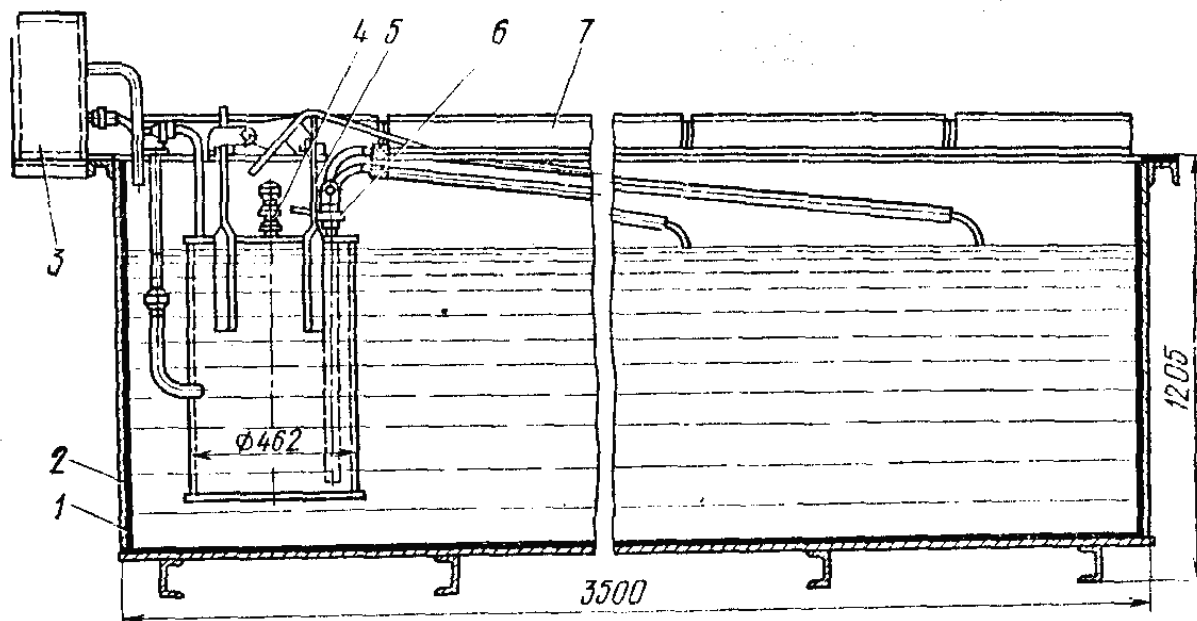


Рис.1.7 - Установка для очистки трубок большой длины:

1—ванна; 2—бак растворный; 3—воздушный ресивер; 4—клапан; 5—подвески; 6—зажимы байонетного типа; 7—бортовые отсосы

Для травления, промывки и просушки до 20 капиллярных трубок служит автоматическая пневмогидравлическая установка (рис.1.8), в которой моющий раствор последовательно нагнетается через коллектор, загрязненные трубки и гребенку, а затем сливается в отведенную для пего емкость. Одни концы трубок при этом зажаты в коллекторе, а другие находятся в гребенке. Наблюдение за процессом очистки производится визуально через прозрачную стенку в торце установки.

Для присоединения к вентиляционной системе в задней стенке предусмотрен патрубок.

Установка проста по устройству и состоит из бака 1 для моющего раствора и шкафа 2 с электро- и пневмогидравлической аппаратурой, соединенных системой трубопроводов. Емкость бака 120 л, давление воздуха и жидкости в системе 0,8 МПа.

Для травления, обезжиривания, промывки и продувки воздухом внутренних поверхностей металлических трубок применяют установку для комбинированной очистки, которая работает в автоматическом режиме (рис.1.9).

В установке можно одновременно очищать от 12 до 20 загрязненных трубок, для чего их закрепляют в зажимном устройстве 5, соединенном системой трубопроводов последовательно с комбинированным ресивером 6,



кислотными бачками 1 и 2 и воздушным ресивером 3. Для травления трубок кислотой последняя сжатым воздухом вытесняется из бачка 2 и, проходя через трубки 4, сливается в бачок 1 и снова возвращается в бачок 2.

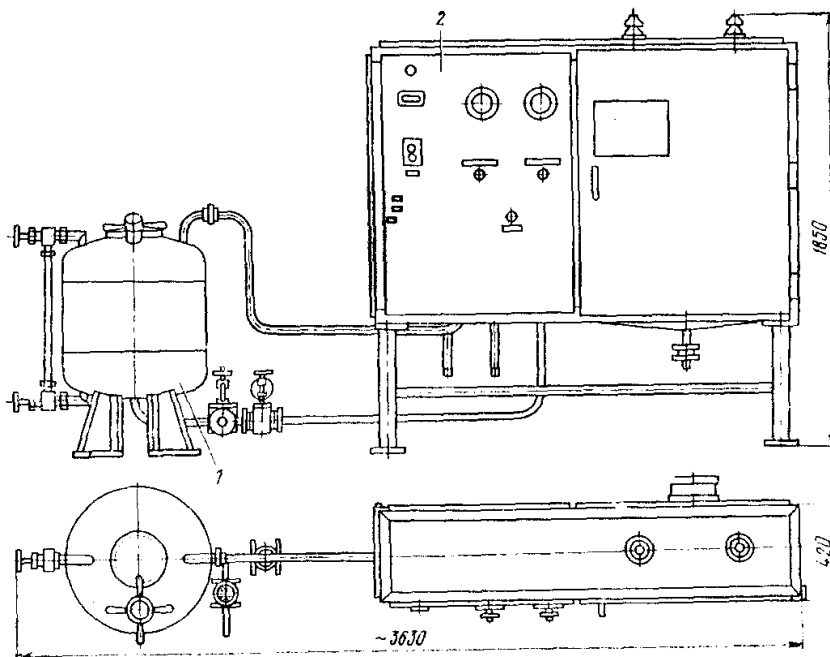


Рис.1.8 - Установка для травления капиллярных трубок:  
1 – бак для кислоты; 2 - шкаф

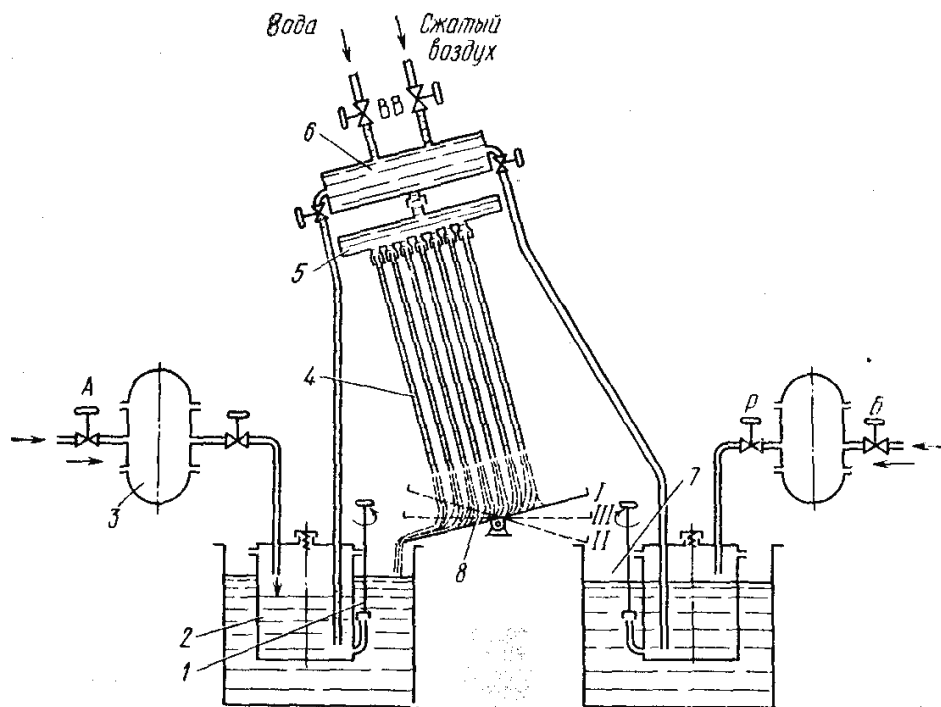


Рис.1.9 - Схема работы установки для комбинированной очистки внутренних поверхностей металлических трубок

При промывке трубок вода, проходя через комбинированный ресивер 6 и зажимное устройство 5, поступает под давлением в трубки и через сливной желоб 8 и бак системы промывки и обезжиривания 7 поступает в канализацию.

Обезжиривание производится аналогично травлению, но посредством системы 7.

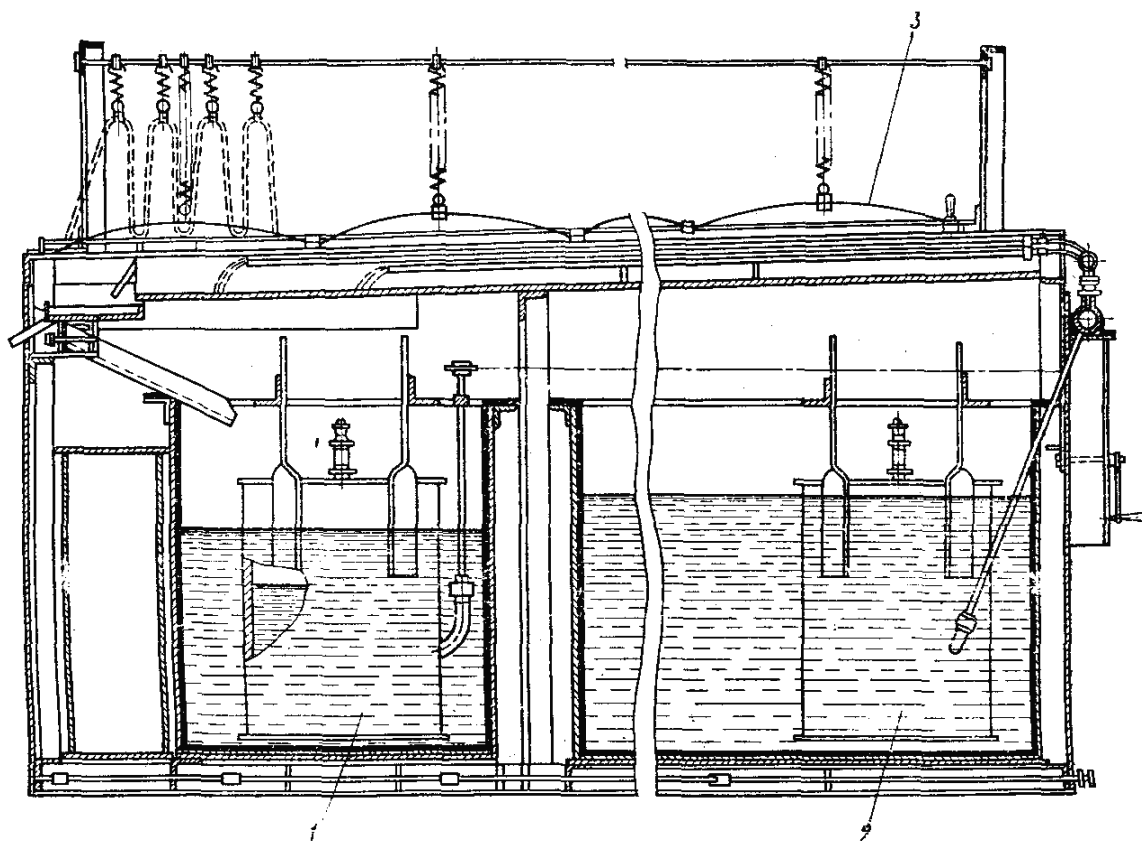


Рис.1.10 - Установка для комбинированной очистки внутренних поверхностей металлических трубок:

1—кислотная ванна; 2—ванна обезжиривающего раствора; 3—защитный кожух

Конструкцией установки (рис.1.10) для комбинированной очистки трубок предусмотрены кислотная ванна 1, ванна 2 обезжиривающего раствора, кожух 3 и два бортовых отсоса, находящихся сзади и по боковым стенкам. Установка закрыта съемными листами. Раствор меняют редко благодаря значительным размерам ванн.

Для каждой трубки имеются соответствующие гребенки, но с одинаковым байонетным зажимом. Этим объясняется возможность обработки трубок не только разной длины, но и диаметра.

Производительность агрегата 150 шт/ч (при максимальной длине трубки до 2500 мм и диаметре от 8 до 20 мм). Емкость травильной и обезжиривающих ванн соответственно 500 и 1000 л.

В установке для каждой очистной операции (травления, промывки, обезжиривания, промывки и сушки) предусмотрены отдельные ванны, установленные в ряд, и тельферная линия над ними.

В практике очистки и промывки трубчатых изделий широко используется специальное оборудование.

Процессы травления, обезжиривания, промывки и сушки внутренних поверхностей партий трубок разных длин и диаметров могут быть полностью автоматизированы и производятся на установке, допускающей возможность программирования на любой технологический процесс очистки. При этом имеется в виду, что в каждой партии трубки должны быть одинаковой длины и диаметра.

Загрязненные трубки 1 размещаются в кассетах 2 в шкафу, где присоединяются зажимами к системе очистки, состоящей из шлангов 5, нагнетательного 6 и выпускного 7 ресиверов, к которым подсоединяются трубопроводы для воды, обезжиривающего раствора, кислоты и сжатого воздуха (рис.1.11).

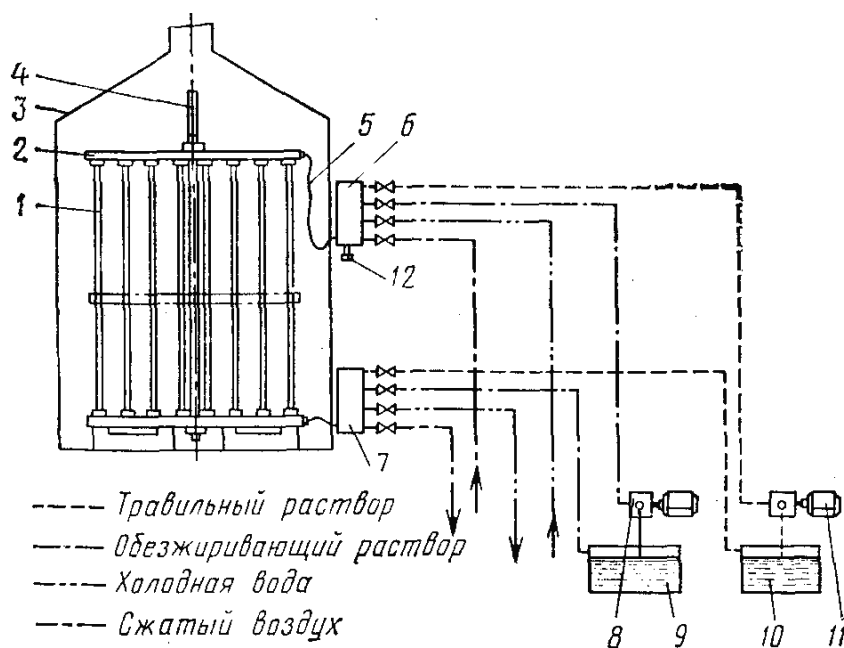


Рис.1.11 - Автоматическая установка для очистки трубок:

1—загрязненные трубки; 2—кассеты; 3—шкаф; 4—линейные струбцины; 5— гибкие шланги; 6— ресивер нагнетательный; 7—ресивер выпускной; 8, 11—моторнасосные агрегаты; 9—бак для слива обезжиривающего раствора; 10—бак для слива травленого раствора; 12—автоматическое устройство

При запуске установки включается моторнасосный агрегат 8, подающий обезжиривающий раствор по трубопроводам через нагнетательный ресивер в верхнюю кассету и во внутренние полости трубок. Затем через нижнюю кассету и выпускной ресивер раствор сливается в бак 9.

Моторонасосный агрегат 8 отключается, включается система промывки и водопроводная вода, пройдя через трубки, сливается в канализацию.

Система для протравливания трубок состоит из моторонасосного агрегата 11 и бака 10. После травления следуют промывка водопроводной водой и сушка сжатым воздухом. По окончании цикла очистки трубок последние вместе с кассетами извлекаются из шкафа 3.

Установка снабжена набором кассет для трубок разных диаметров. Кассеты сконструированы таким образом, что достаточно легкого нажатия, осуществляемого линейной струбциной, чтобы достичь герметичности соединения. Колебания длины трубок в партии могут быть в пределах 1—3 мм. В тех случаях, когда число промываемых трубок не соответствует числу отверстий в кассетах, имеются специальные запорные пробки. Для автоматического соединения полости промывок с атмосферой (для облегчения стока жидкостей) предусмотрено устройство 12.

Травление и ультразвуковая промывка трубчатых деталей длиной до 6 м широко используются в машиностроении и осуществляются в установках АП1-2 (174—175)—5. Промывка производится водой, охлаждающей генераторы и преобразователи и дополнительно подогретой нагревателем мощностью 20 кВт.

Рабочий объем ванны для травления 550 л, а промывочной ванны- 250 л.

На установке имеются 12 преобразователей мощностью по 2,5кВт каждый с диапазоном рабочих частот от 18 до 22 кГц.

Преобразователи подключены к трем генераторам типа УЗГ2-10.. Общая установочная мощность 77 кВт.

Для чистовой промывки одновременно пяти трубопроводов диаметром от 16 до 48 мм широко применяются струйные установки АП1-2 (174—175)—7, работающие на подогретой до 85°С воде. В качестве источника тепла используются три нагревателя мощностью по 18 кВт каждый.

Рабочая емкость ванны 350 л, а производительность установки до 30 м<sup>3</sup>/ч.

При промывке в воду добавляют 1—2% нитрита натрия.

Для промывки и сушки внутренних поверхностей экономайзеров, испарителей, змеевиков применяется установка (рис.1.12), состоящая из сварной рабочей камеры 7, внутри которой смонтирован рольганг 2, с помощью которого поддон 3 с загрязненными деталями 4 подается в зону очистки. При этом очищаемые изделия соединены последовательно между собой шлангами в непрерывную цепь и присоединены к промывочной сети. Очистка осуществляется промывкой обезжиривающим раствором, чистой водой и продувкой сжатым воздухом.

Камера оснащена также моторонасосным агрегатом 6, баком 5 для раствора и системой трубопроводов для циркуляции моющего раствора через объекты очистки в бак.

После очистки освобожденное от присоединенных трубопроводов изделие на поддоне выкатывается на приемную тележку, оснащенную аналогичным рольгангом.

Из схемы работы установки (рис.1.13) видно направление подачи раствора от насоса к изделию и далее через отстойник в канализацию; верхний чистый слой раствора сливается в другое отделение бака, откуда снова направляется в насос.

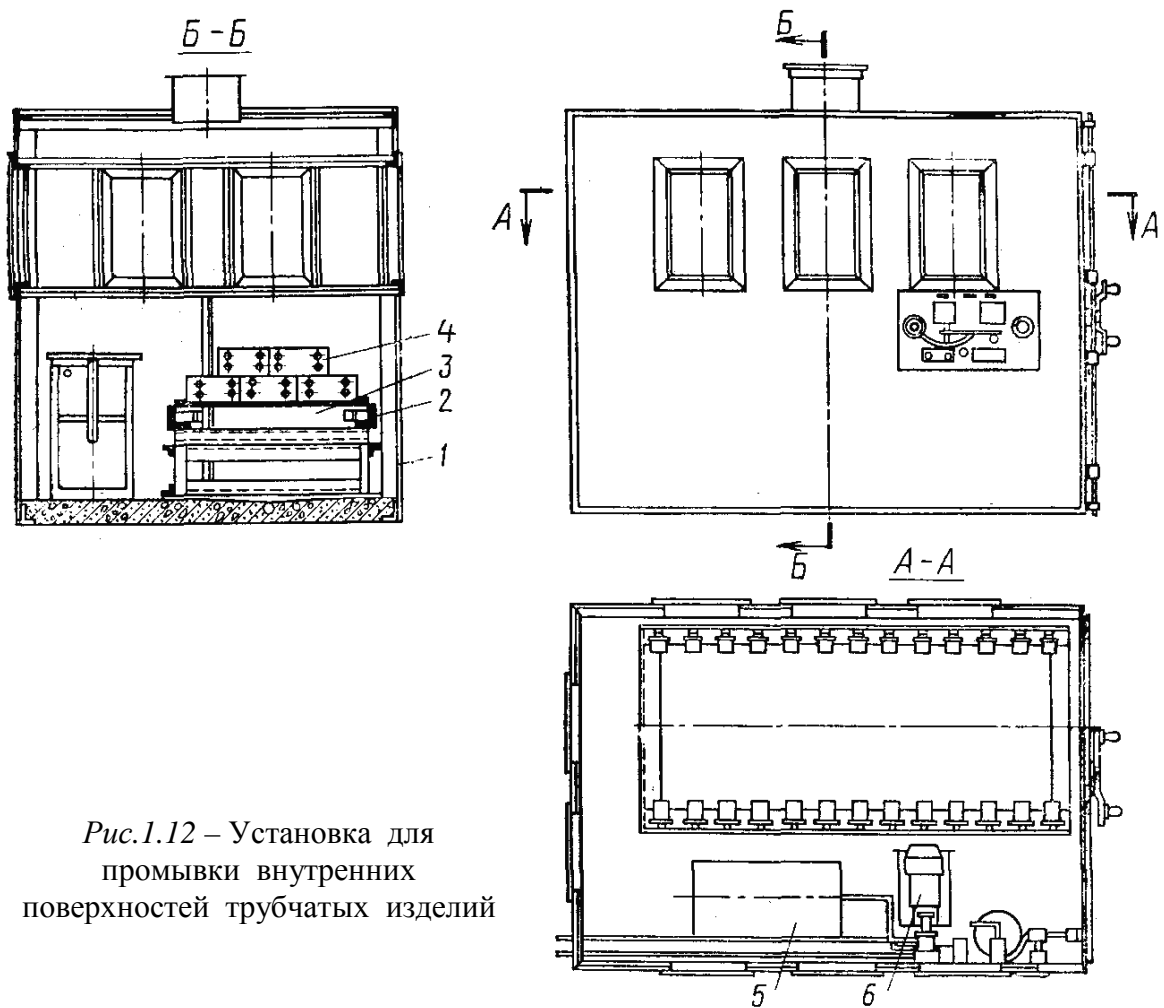


Рис.1.12 – Установка для промывки внутренних поверхностей трубчатых изделий

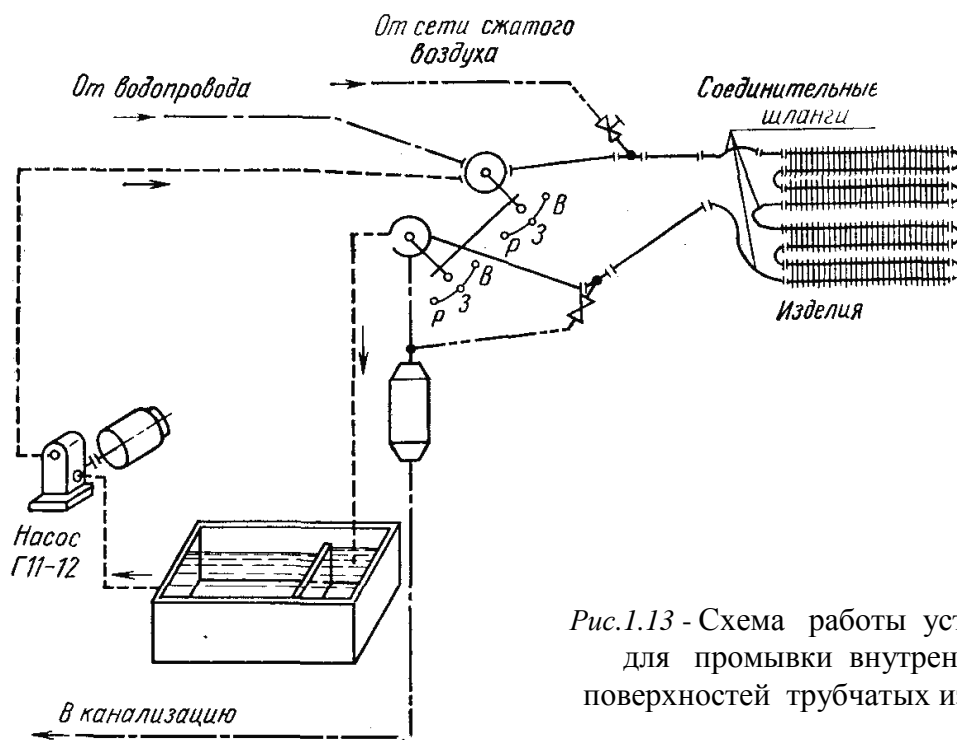


Рис.1.13 - Схема работы установки для промывки внутренних поверхностей трубчатых изделий

Для сушки очищаемых изделий жидкость вытесняется сжатым воздухом из системы и осушает внутренние полости изделий.

### Контрольные вопросы

1. Назовите характерные виды загрязнений твердых поверхностей.
2. Какие способы применяются для очистки заготовок и деталей в металлообработке?
3. Чем отличаются моечно-очистные установки от другого металлообрабатывающего оборудования?
4. Какую роль выполняет рабочая очистка среда в процессе мойки-очистки?
5. В каких случаях используются водные рабочие растворы на основе ТМОК-6ПУ?

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛА К ИЗГОТОВЛЕНИЮ ДЕТАЛЕЙ

### 2.1. ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПОЛУФАБРИКАТОВ К ОБРАБОТКЕ

Перед механической обработкой почти весь металл заготовки подвергается предварительной обработке. У литых заготовок удаляют литники и выпоры, производят очистку, и в отдельных случаях - термическую обработку. Штампованные заготовки после удаления облоя и пленки очищают и калибруют. Прокат в виде прутков правят, осуществляют съем (мойку-очистку) консервационных смазок, а затем размечают и разрезают на штучные заготовки. Заготовки для деталей типа «вал» центруют. Все эти технологические операции выполняют на заготовительных участках или в заготовительных цехах.

Литники и выпоры у отливок удаляют различными способами. У чугунных литых заготовок небольших размеров их отбивают молотком или кувалдой. У крупных чугунных отливок, а также у отливок из легированных сталей в зависимости от конструкции заготовки литники и выпоры отрезают на дисковых пилах, токарных и фрезерных станках. Заготовки из углеродистой стали освобождают от литников и прибылей с помощью газовой резки.

На предприятиях серийного производства процесс обрубки и снятие случайных неровностей у литых заготовок механизированы: эти операции выполняются на специализированных обдирочных станках.

При ручной очистке литых заготовок применяют стальные щетки и ручные зубила.

На механообрабатывающих заводах широкое распространение получила механизированная очистка.

В настоящее время для гидроабразивных работ применяется установка с подачей рабочей смеси насос-форсункой (рис.2.1). Рабочая камера 8 представляет собой металлический шкаф, форма и размеры которого определяются в зависимости от количества, размеров и конфигурации одновременно обрабатываемых деталей, а также от количества устанавливаемых насос-форсунок. В потолке камеры 8 монтируются насосфорсунка 2, закрепленная неподвижно или качающаяся, вытяжное вентиляционное устройство 1, отводящее водяную пыль, и герметически закрытый стеклом осветительный фонарь 6 для местного электрического освещения камеры. На боковой стенке камеры расположено отверстие для загрузки деталей и смотровое окно 7 для наблюдения за процессом обработки деталей.

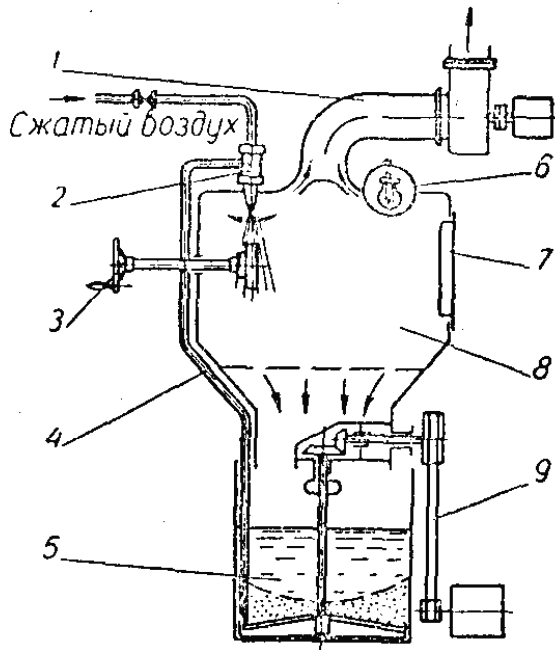


Рис.2.1 – Установка для гидроабразивной обработки

Детали устанавливают в камере для гидроабразивной очистки на вращающемся столе или в специальных приспособлениях в зависимости от формы, размеров обрабатываемых деталей и назначения обработки. В установке имеется оправка для обработки деталей с ручным приводом 3. Смеситель 5 - цилиндрический железный бак, расположенный под рабочей камерой установки, служит для перемешивания и поддержания циркулирующей рабочей смеси в рабочем состоянии.

Размешивание рабочей смеси производится мешалкой лопастного типа, которая приводится во вращение посредством вала с

зубчатой передачей от привода 9.

При скорости вращения мешалки 100—120 об/мин обеспечивается полное перемешивание быстро отделяющейся рабочей смеси. Насос-форсунка 2 обеспечивает необходимую скорость и направление рабочей смеси на обрабатываемую деталь.

Выбор угла наклона гидроабразивной струи и обрабатываемой поверхности также определяется характером обработки. Струя рабочей смеси, направленная на обрабатываемую поверхность под углом  $45^\circ$ , обладает наибольшей интенсивностью в отношении съема металла, поэтому грубую очистку деталей производят под углом наклона струи  $45^\circ$ . При угле наклона струи меньше  $45^\circ$  снижают интенсивность съема металла, но повышают чистоту обработки поверхности. Для повышения класса чистоты угол наклона струи рабочей смеси принимают от  $35$  до  $15^\circ$ .

Смесь непрерывно подсасывается насос-форсункой через всасывающую трубу 4. Нижний конец всасывающей трубы 4 на высоте 25—30 мм от верхней кромки лопасти мешалки должен быть плавно изогнут под углом  $90^\circ$  и направлен по окружности навстречу круговой рабочей смеси в баке. Верхний конец всасывающей трубы 4 герметически соединяется с форсункой резиновым шлангом.

Технологический процесс гидроабразивной очистки состоит из следующих основных операций:

- составления и приготовления рабочей абразивной смеси;
- подготовки деталей к гидроабразивной очистке;



- установки и гидроабразивной очистки деталей;
- промывки и сушки деталей после гидроабразивной очистки.

Литые заготовки из стали, чугуна и цветных металлов подвергают термической обработке, при этом снимаются внутренние напряжения и улучшается обрабатываемость металлическими инструментами.

Перед сваркой поверхности металл, в местах сварки очищаются от лакокрасочных покрытий, удаляются окислы, а затем производится подготовка кромок заготовок к сварке (рис.2.2).

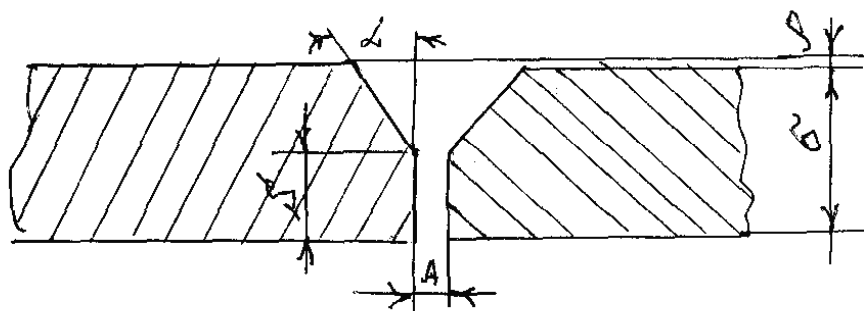


Рис.2.2 - Положение кромок труб перед сваркой встык:

$a$  — толщина стенки трубы;  $b$  — величина притупления;  $\alpha$  — угол скоса кромок;  $A$  — зазор между кромками труб;  $\rho$  — допустимое смещение кромок труб

Заготовки из горячеобработанной стали вследствие своего волокнистого строения могут иметь неодинаковые механические свойства в разных направлениях: вдоль волокон они значительно выше, чем поперек волокон (как у дерева). Для частичного устранения этого недостатка при ковке заготовки переворачивают и последовательно подвергают проковке все части заготовки.

Во всех случаях при подготовке заготовок к обработке, как правило, должны быть обезжирены путем их промывки.

## 2.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРАВКИ ПРУТКОВОГО МАТЕРИАЛА

Перед началом механической обработки прутковый материал и заготовки с целью устранения искривления осей, правят в холодном состоянии. Заготовки в виде поковок и штамповок при значительных их диаметре и длине правят в нагретом состоянии под молотами.

Прутки и заготовки для деталей типа «вал» можно править на прессах ручных, винтовых, эксцентриковых, Гидравлических, пневматических и фрикционных; последние три вида прессов применяют главным образом в автотракторостроении. Перед правкой валы проверяют в центрах и при этом определяют места, подлежащие правке; после этого их правят на прессах с помощью призм.

При изготовлении деталей из прутков горячекатаной стали кривизна заготовок перед механической обработкой допускается в пределах от  $1/16$  до  $1/4$  припуска на диаметр детали. Для устранения большой кривизны и сохранения ее в указанных пределах заготовка подвергается правке. На заготовительных предприятиях производят правку изгибом (холодная правка) и в некоторых случаях местным нагревом.

В настоящее время на предприятиях применяются следующие способы холодной правки: ручная, на прессах, на правильных машинах, на правильно-отрезных и правильно-калибровочных станках.

Ручная правка является малопроизводительным способом исправления кривизны и применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства. Правка производится на плите с помощью ударов молотка непосредственно по выпуклой части заготовки. Точность такой правки невысокая — местные неровности могут достигать  $2—3$  мм.

Ручная правка в центрах с помощью струбцин, рычагов, домкратов или специальных нагрузочных устройств используется для исправления зацентрированных заготовок. На рис.2.3, а показана правка в центрах с помощью струбцин. Этот способ правки позволяет достичь высокой точности — биение составляет  $0,1—0,3$  мм на  $1$  пог. м.

Для правки прутка и штучных заготовок диаметром до  $30$  мм используют ручные винтовые прессы. Местная кривизна прутка выдерживается в пределах  $0,15$  мм на  $1$  пог. м.

Правка на прессах более производительна и менее трудоемка по сравнению с ручной правкой. Она производится на механических, пневматических и гидравлических прессах. Заготовки диаметром  $30—50$  мм правятся на пневматических прессах, диаметром  $60—100$  мм — на механических и диаметром до  $150$  мм — на гидравлических.

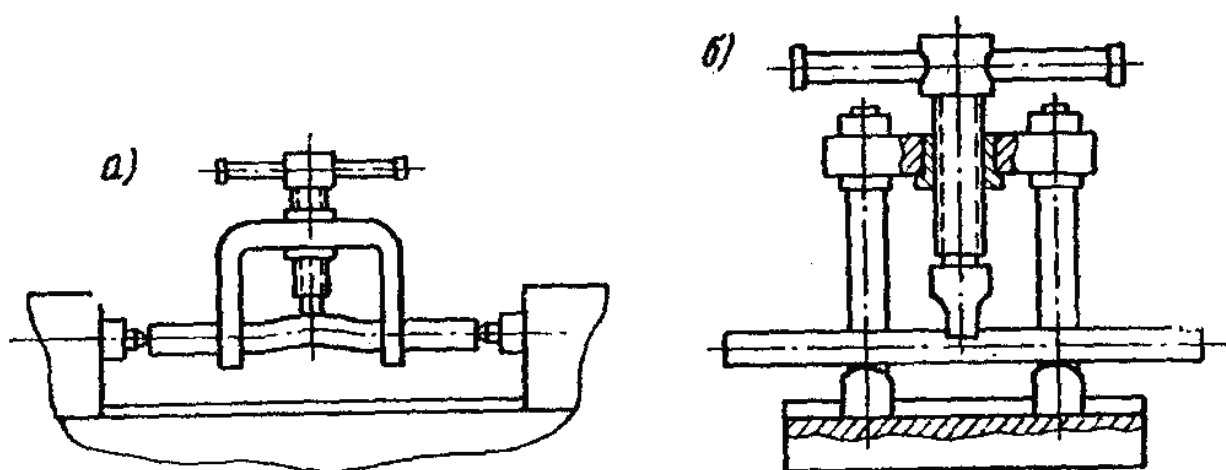


Рис.2.3 - Правка в центрах с помощью струбцин (а) и винтового пресса (б)

Точность правки на прессах примерно такая же, как и на ручных прессах.

Промышленность выпускает несколько моделей механических и гидравлических прессов. Схема пневматического пресса для правки холодно-тянутых прутков диаметром 20—30 мм приведена на рис.2.4. С помощью крана управления 1 по воздухопроводам 2 через распределительную головку 3 воздух подается либо в верхнюю, либо в нижнюю полость пневмоцилиндра 4. При рабочем ходе поршень, опускаясь, давит штоком 5 на выпуклую часть прутка 6, установленного на двух призмах 7. Эта операция повторяется до тех пор, пока кривизна на прутке не исчезнет либо не будет в пределах допустимой величины. Затем пруток перемещается — производится правка нового участка, и т.д.

**Правка на станках** — наиболее производительный способ; здесь процесс правки совмещен с процессом транспортировки или подачи заготовки (рис.2.5, а). Схема такого станка изображена на рис.2.5, б. На таких станках правка осуществляется тремя парами роликов 1, 2 и 3 с вогнутой поверхностью (формы гиперболоидов вращения), расположенных в шахматном порядке, причем у первой пары роликов 1, подающих выпрямляемый пруток 4, один ролик расположен над другим. Все шесть роликов расположены в барабане 5 под углом  $\alpha=70^\circ$  к оси барабана, который вращается вокруг прутка. При вращении барабана ролики также вращаются и, обкатываясь при этом вокруг прутка, осуществляют процесс его правки. Скорость поступательного движения прутка — подача — лежит в пределах 5—30 м/мин в зависимости от скорости вращения барабана, приводимого в действие электродвигателем через коробку скоростей. Перед поступлением в барабан пруток закрепляется в специальных стойках 5, передвигающихся на роликах 7.

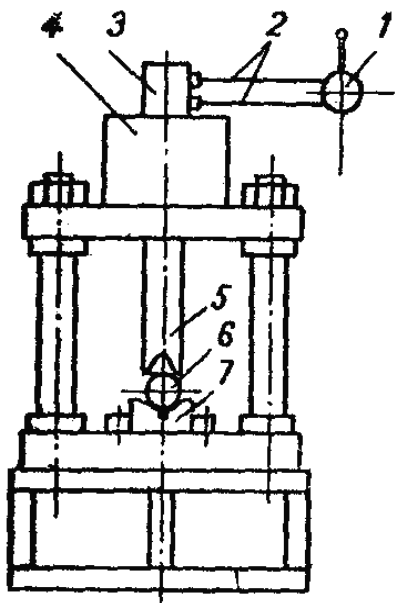


Рис.2.4 - Схема пневматического пресса для правки и рихтовки прутков.

В зависимости от степени искривления оси прутка и требуемой прямолинейности поверхности прутки пропускают через барабан от 1 до 6 раз. Точность правки достигает 0,1—0,2 мм на 1 м длины

Правильно-отрезные и правильно-калибровочные станки широко распространены на машиностроительных заводах.

Для правки и резки круглого стального проката диаметром от 0,25 до 6 мм, поставляемого в мотках или бухтах, используют правильно-отрезные станки-автоматы.

Станки моделей ИО35В, ИО35Г и другие предназначены для правки и отрезки круглых, квадратных и шестигранных прутков из цветных металлов и сплавов диаметром от 3 до 16 мм.

Остаточная кривизна прутков после правки на автоматах составляет 0,5—0,7 мм на 1 пог. м длины. Правильно-калибровочный станок (рис.2.5) является наиболее совершенным оборудованием для правки прутка до механической обработки и калибровки после нее.

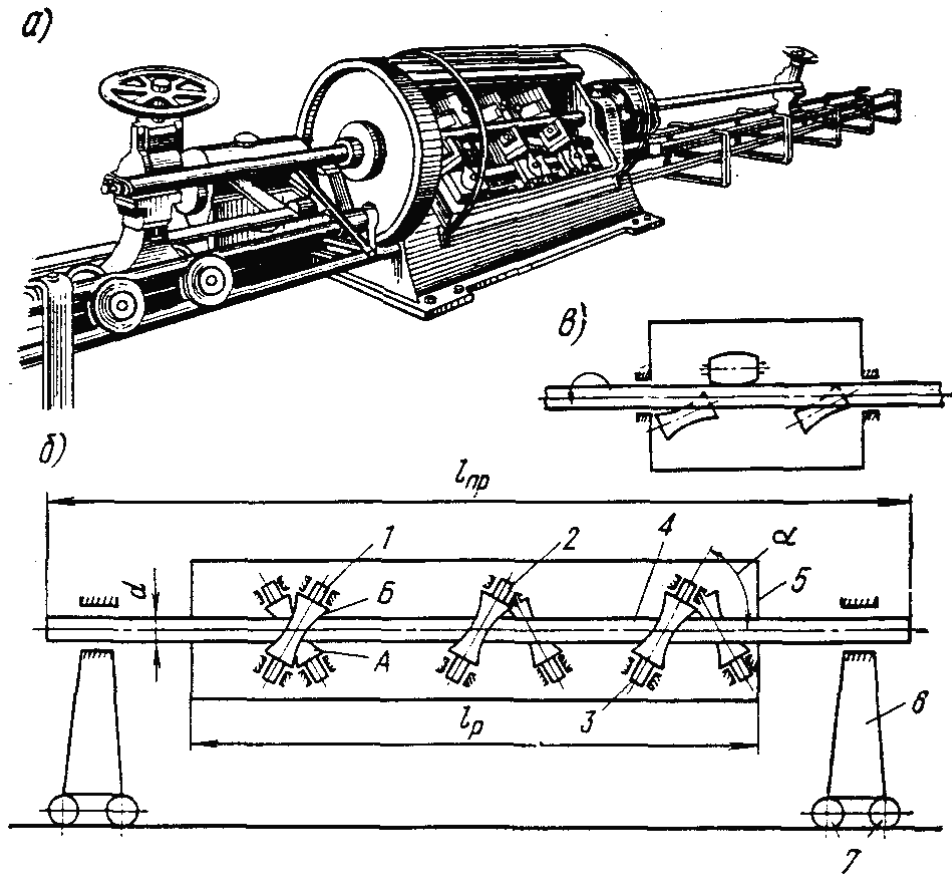


Рис.2.5 - Общий вид и схемы правильных станков:  
 а — общий вид; б — схема станка с тремя парами роликов; в — схема станка с неподвижным барабаном

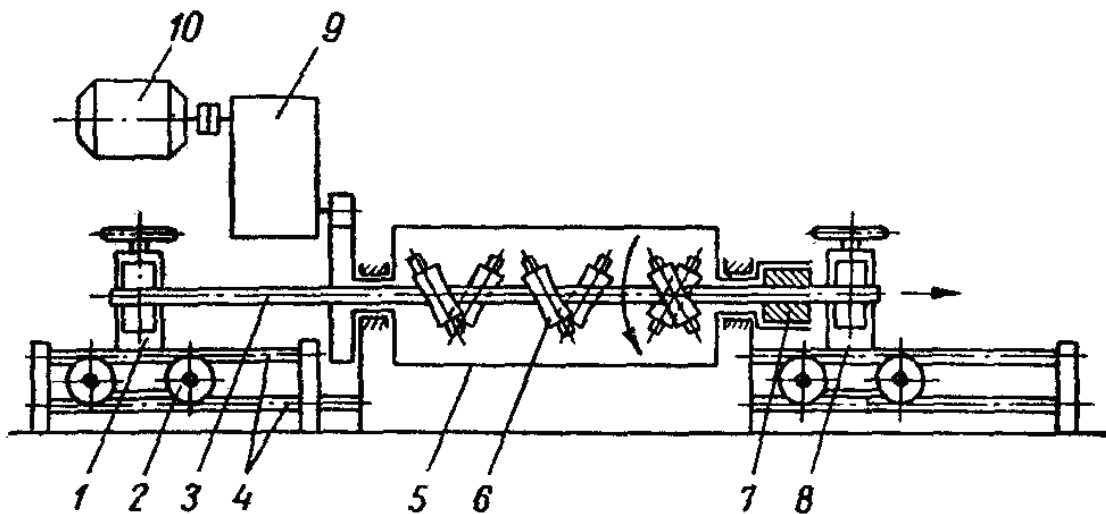


Рис.2.6 – Схема правильно-калибровочного станка

В этом станке пруток 3 не вращается. Концы его закреплены в тележках 1, 7 и 8, которые передвигаются на роликах 2 по направляющим 4. В процессе правки пруток проходит сквозь правильное устройство в виде вращающейся рамы 5, которая приводится в движение электродвигателем 10 через коробку скоростей 9. С рамой связаны три пары роликов 6, имеющих форму однополостного гиперболоида. Ролики наклонены к оси прутка под углом 20—25°. Вращение рамы вызывает вращение роликов 6 и обкатывание их вокруг невращающегося прутка 3, что обеспечивает продольное перемещение его вместе с тележками 1 и 8 без какого-либо специального механизма.

Черный прокат правится за 1—2 прохода, калибровка детали выполняется за 3 прохода. Точность правки черной заготовки — 0,5—0,9 мм на 1 пог. м; точность калибровки — 0,1—0,2 мм на 1 пог. м.

На многих заводах встречаются также правильные станки с тремя роликами, находящимися в неподвижном барабане и передающими вращение прутку. Ввиду наличия всего лишь трех роликов производительность таких станков меньше, чем станков с шестью роликами.

Для прутков диаметром от 3 до 20 мм применяются небольшие правильные станки с одной парой роликов.

### **2.3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ОТРЕЗКИ МАТЕРИАЛА**

В условиях заготовительно-монтажного производства отрезные работы выполняются на станках, на газовых, плазменных установках и режут вручную.

Отрезные станки служат для разрезания по длине круглых и шестигранных прутков, а также труб. У этих станков на прочной станине расположена передняя бабка с пустотелым шпинделем, по обоим концам которого размещены самоцентрирующие зажимные приспособления. Резка на фрезерно-отрезных станках проката диаметром до 500 мм широко осуществляется не только в единичном, но и в серийном производстве, так как этот способ резки универсален, точен, прост и высокопроизводителен.

На фрезерно-отрезных станках в зависимости от их размеров используются пилы диаметром от 350 до 2000 мм и выше и шириной соответственно от 4 до 14,5 мм.

Наибольшее применение находят фрезерно-отрезные станки моделей 866, 8А66, 8Б66, 8А68 и 8631.

Фрезерно-отрезные станки старых моделей автоматизированы лишь в части ускоренного подвода и отвода пильной бабки и переключения ее на рабочую подачу. Закрепление же прутка и подача его до упора при резке следующей заготовки осуществляются вручную со значительными затратами физических усилий. Поэтому на многих заводах произведена модернизация

некоторых моделей фрезерно-отрезных станков с целью автоматизации всего цикла резки заготовок.

У модернизированного фрезерно-отрезного станка мод. 8А66 весь цикл резки, в том числе и подача прутка, полностью автоматизирован. Станок (рис.2.8) оснащен дополнительными узлами: механизмом подачи 2 прутка, поджимным роликом 4, упором 7 и системой конечных выключателей и упоров.

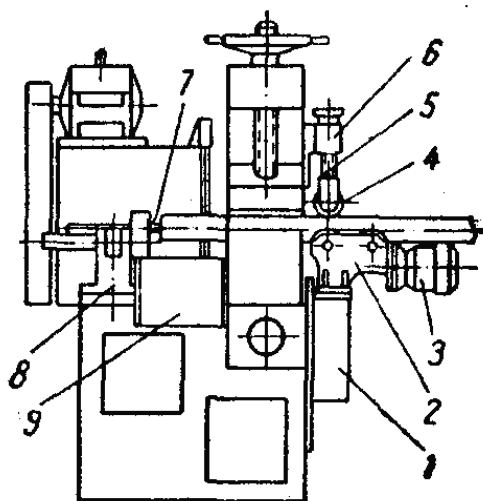


Рис.2.8 - Схема модернизации фрезерно - отрезного станка мод. 8А66

Механизм подачи 2 состоит из двух рифленых роликов в виде двойных конусов. Ролики получают вращение от электродвигателя 3 через червячную и зубчатую передачи со скоростью 18 об/мин. Механизм подачи 2 смонтирован на 8 ползунке / и с помощью гидропривода может подниматься или опускаться по направляющим, расположенным на вертикальной стенке станины. Поджимной ролик 4 установлен на кронштейне 6 в верхней части станины и служит упором при подаче прутка, исключая пробуксовывание его на роликах механизма подачи.

Ленточные пилы имеют форму бесконечной ленты толщиной 1,0—1,5мм. Они бывают вертикальные (рис.2.9), горизонтальные и наклонные. Потери на прорез при разрезании ленточной пилой незначительны, так как толщина ленты малая. Ленточные пилы применяются главным образом для разрезания пруткового материала из цветных металлов (латуни, красной меди, алюминия и др.). Они применяются также для вырезания кривошипов коленчатых валов, шатунов и других подобных деталей. Широкого распространения ленточные пилы не получили ввиду сравнительно высокой цены инструмента, т.е. пильной ленты.

Фрикционной (или беззубой) пилой называется тонкий стальной диск, вращающийся от электродвигателя (со скоростью 100—140 м/сек). При подаче и вращении диск вследствие возникающего трения нагревает частицы металла в прорезе до температуры, при которой начинается плавление. Расплавленный металл удаляется из прореза самим же диском, который охлаждается воздухом и водой. Для увеличения трения поверхность круга снабжают частой насечкой, что несколько увеличивает ширину пропила. Подача диска бывает ручная и механическая. Фрикционные пилы разрезают материал очень быстро, но требуют для привода электродвигатель большой

мощности. Фрикционными пилами можно разрезать закаленные стальные детали, не поддающиеся разрезанию обыкновенными пилами.

Электрическая фрикционная пила разрезает материал путем совместной работы фрикционной (беззубой) пилы с вольтовой дугой. Вращающийся диск соединен с одним полюсом источника электроэнергии, а разрезаемый материал — с другим; при этом образуется вольтова дуга. Металл в прорезе плавится, а вращающийся диск только удаляет расплавленный металл. Поверхность металла в прорезе получается довольно ровной и чистой.

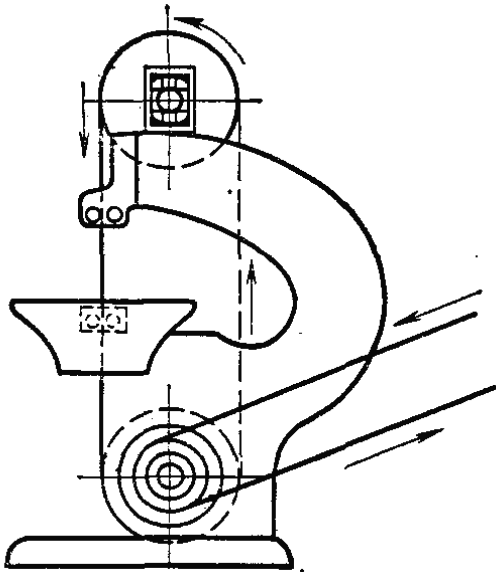


Рис.2.9 - Схема вертикальной ленточной пилы

Имеются отрезные станки, снабженные двумя суппортами - передним и задним — и работающие одновременно двумя резцами, благодаря чему их производительность повышается.

Увеличение производительности отрезных станков достигается также устройством, регулирующим и поддерживающим постоянную скорость резания. При резании прутка (или вала) по мере приближения резцов к его продольной оси скорость резания при одинаковом числе оборотов шпинделя станка вследствие уменьшения диаметра прутка в месте разреза постепенно убывает.

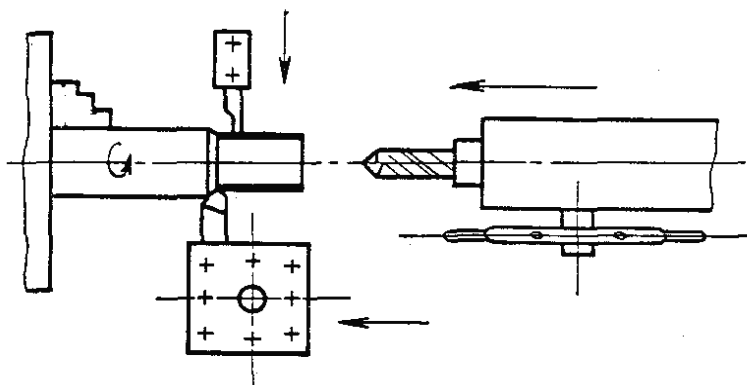


Рис.2.10 - Схема обработки на токарно-сверлильно-отрезном станке

В станках же с постоянной скоростью резания по мере приближения резцов к оси прутка число оборотов шпинделя станка все время повышается, что ускоряет выполнение операции.

**Вертикальные отрезные автоматы** приспособлены для разрезания калиброванных по диаметру и ровных (не изогнутых) по всей длине прутков. У этих станков пруток закладывается сверху, благодаря чему они занимают малую площадь в цехе. Пруток под действием своего веса опускается на подставку и зажимается; затем к разрезаемому прутку подходит суппорт с резцом. Несколько таких станков обслуживаются одним рабочим.

**Токарно-сверлильно-отрезные станки** применяются в заготовительных цехах для предварительной обдирки, растачивания, сверления, отрезания как прутков, так и поковок и штамповок. В подвижной задней бабке станка крепится спиральное сверло для сверления отверстия. Передний суппорт служит для обдирки и растачивания, задний — для отрезания заготовки от прутка. Схема обработки на станке представлена на рис.2.10.

**Станки, работающие тонким абразивным кругом,** служат для разрезания прутков и труб. Абразивные круги применяются эластичные, толщиной 2—3 мм, благодаря чему потеря металла на прорез незначительна. При разрезании труб большого диаметра их необходимо поворачивать вокруг оси. Производительность разрезания абразивным кругом довольно высока; например, пруток диаметром 40—50 мм разрезается за 5—6 сек.

**Разрезание на других станках.** Кроме указанных выше способов прутки, трубы и заготовки (штамповки, поковки, отливки) можно разрезать на обычных токарных, горизонтально-фрезерных станках, газовой резкой и т.д.

Резание на горизонтально-фрезерных станках отрезными фрезами применяется несколько чаще.

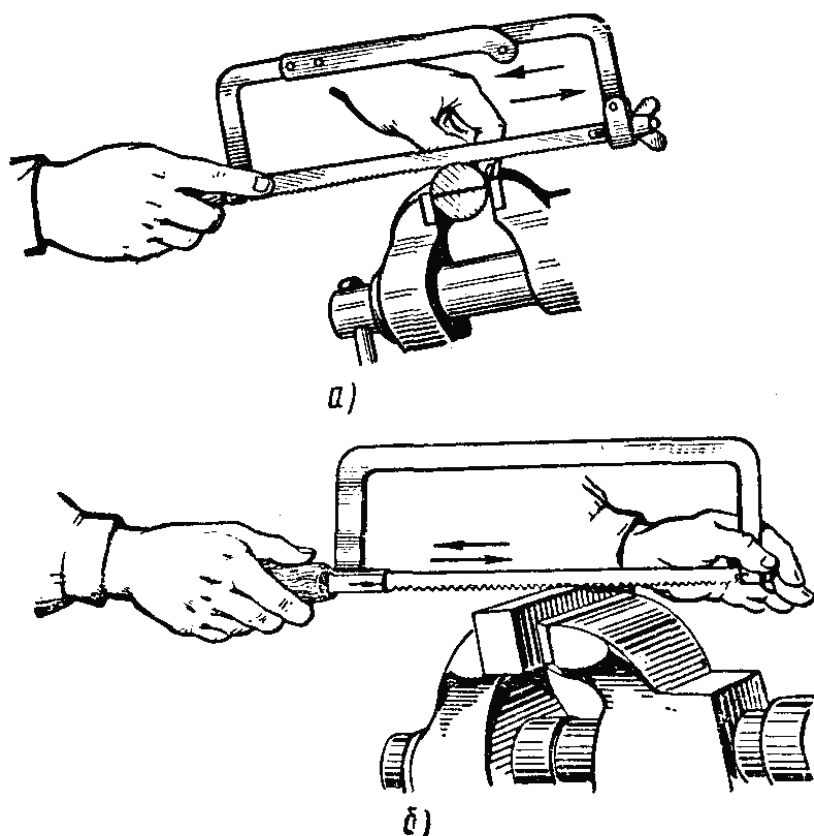
В отдельных случаях разрезание прутков, труб и других производится следующими новыми методами: анодно-механическим, электроискровым, ультразвуковым, электролитическим, электронно-лучевым, с помощью лазера, взрыва и плазменной струей, газовой сваркой и др.

Круглый металл небольших (до 50 мм) сечений режут ручными ножовками, а заготовки больших диаметров — на отрезных станках, приводных ножовках, дисковых пилах и других станках. На заготовку предварительно наносят разметочную риску, затем заготовку зажимают в слесарных тисках в горизонтальном положении и трехгранным напильником по разметочной риске делают неглубокий пропилен для лучшего направления ножовочного полотна.

Предварительно полотно смазывают кисточкой вареным маслом.

Установив в пропилен ножовку, производят отрезку без отламывания отрезаемой части. Отламывание допускается в том случае, если торцы заготовки будут подвергаться обработке (опиливанию). В этом случае в прутке делают надрезы с двух — четырех сторон, а затем его отламывают, или зажав в тисках, или при помощи молотка, которым наносят удары по прутку (заготовку при этом устанавливают на подкладки).





*Рис.2.11* – Резка ножовкой металла:  
*а*- круглого; *б* - полосового

Для правильного начала реза на неразмеченной заготовке у места реза ставят ногтем большой палец левой руки и полотно ножовки примыкают вплотную к ногтю (рис.2.11, *а*), ножовку держат только правой рукой. Указательный палец этой руки вытягивают вдоль ручки сбоку. Этим обеспечивается устойчивое положение ножовки во время резания.

Резка полосового и квадратного металла. Заготовку закрепляют в тисках и в месте будущего реза трехгранным зубилом производят резку-рубку.

## **2.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕНТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ В ВАЛАХ**

Центровые отверстия в деталях типа валов являются базой для ряда операций: обтачивания, нарезания резьбы, шлифования, нарезания шлицев и др., а также для правки и проверки изготавливаемых деталей. Центровке отверстия в таких режущих инструментах, как сверла, зенкеры, развертки, метчики и т.д., нужны не только для обработки, но и для проверки заточки и переточки их во время эксплуатации.

При ремонтных работах сохранившимися центровыми отверстиями пользуются как базами для обтачивания изношенных или поврежденных поверхностей шеек валов, для правки, шлифования, контроля и при других операциях.

Ввиду такого значения центровых отверстий центрование необходимо производить весьма тщательно: центровые отверстия должны быть правильно засверлены и иметь достаточные размеры, конусность их должна точно совпадать с конусностью центров станка. При несоблюдении этих требований центровые отверстия быстро теряют форму и размеры и повреждают центры станка.

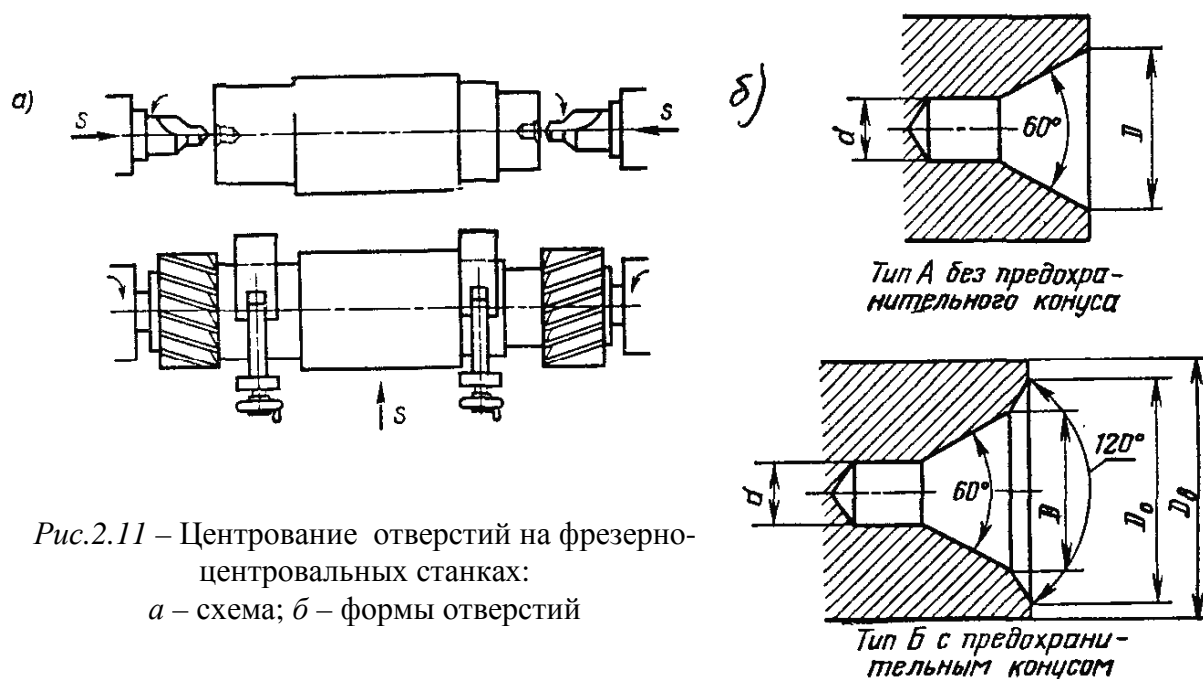


Рис.2.11 – Центрование отверстий на фрезерно-центровальных станках:  
а – схема; б – формы отверстий

На практике чаще всего применяют центры у станков, а значит, и центровые отверстия у заготовок (деталей) с углом конуса  $60^\circ$ . Иногда при обработке крупных, тяжелых деталей этот угол увеличивают до  $75^\circ$ ,  $90^\circ$ . Центр станка должен соприкасаться с центровым отверстием заготовки (детали) лишь по поверхности конуса. В центровом отверстии вершина центра не должна упираться в заготовку. Поэтому центровые отверстия (рис.2.12) всегда имеют цилиндрическую часть малого диаметра  $d$  и коническую поверхность с наибольшим диаметром  $D$  и углом конуса  $60^\circ$  (тип А). Иногда центровое отверстие имеет еще вторую коническую поверхность с большим диаметром  $D_0$  и углом при вершине конуса  $120^\circ$  (тип Б), которая делается с целью избежать появления на торцах вала заусенцев при небольшом износе центровых отверстий, предохранить их при случайном повреждении торцов вала или, наконец, иметь возможность подрезать эти торцы без уменьшения опорной поверхности центровых отверстий. Такая конструкция центровых отверстий применяется главным образом для оправок и режущего инструмента.

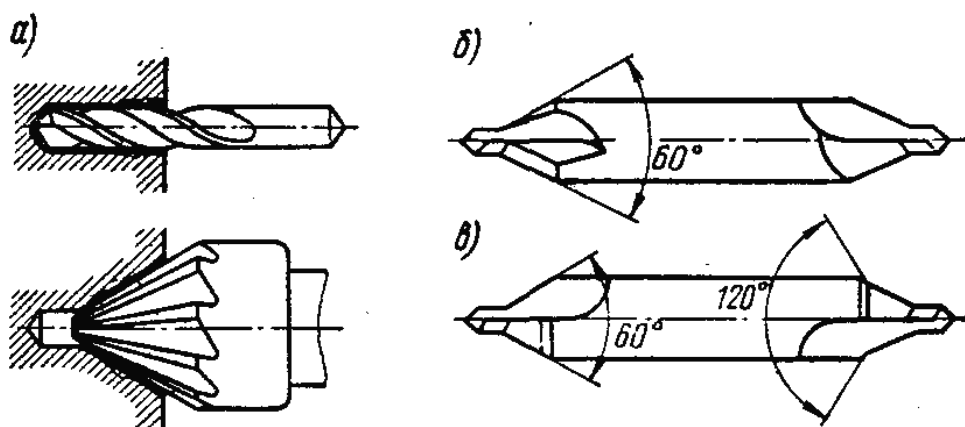


Рис.2.13 - Центрование и центровочные сверла

Центрование заготовок производится на вертикально- и горизонтально-сверлильных, токарных и револьверных станках, а в серийном и массовом производствах — на специальных одно-или двусторонних центровочных станках, а также на фрезерно-центровочных станках. На горизонтально-сверлильных станках производят центрование крупных заготовок.

Центрование заготовок производят двумя инструментами: спиральным сверлом, которым сверлится цилиндрическое отверстие малого диаметра, и зенковкой, которая образует коническую поверхность (рис.2.13).

Центрование заготовок часто производится специальными комбинированными центровочными сверлами (рис.2.13, б, в), которые производят сверление и зенкование; двусторонние центровочные станки центруют оба конца вала одновременно.

На фрезерно-центровочных станках (рис. 0Ч<sup>а</sup>-а-) у заготовки сначала фрезеруют торцовые поверхности одновременно с обоих концов, после чего комбинированными центровочными сверлами сверлят отверстия.

В настоящее время все большее применение находит метод обработки торцов и центрование заготовок с помощью одного или двух широких твердосплавных резцов, установленных вместе со стандартным комбинированным центровочным сверлом в специальной инструментальной головке, а также другие способы центрирования валов.

## 2.5. ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СВАРНЫХ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ

При изготовлении стальных фасонных частей трубопроводов должно уделяться особое внимание разметочным работам. *Разметка* – это слесарная операция, предназначенная для нанесения на поверхность заготовки разметочных линий (рисок), определяющих контуры детали или места обработки (рис.2.14). Разметка бывает плоская и объемная.

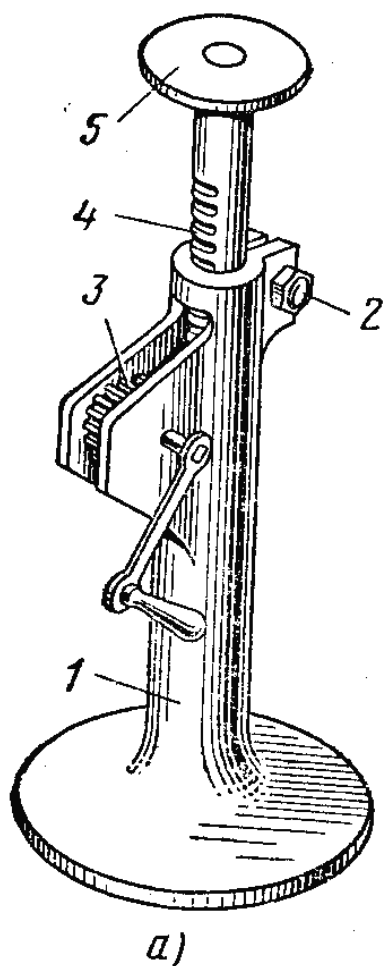
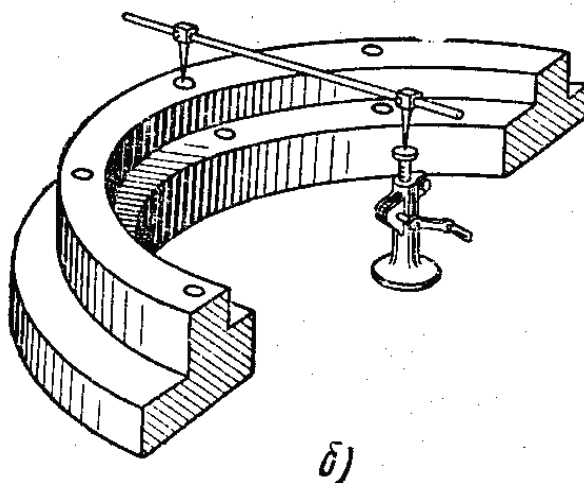


Рис.2.14 – Разметка при помощи выдвигного центра:  
*а* – устройство; *б* – применение; 1 – основание, 2 – болт, 3 – зубчатое колесо, 4 – рейка, 5 – площадка



В зависимости от количества изготавливаемых изделий, назначения и материала применяют следующие способы разметки: по чертежу; по шаблону; разметка по образцу; разметка по месту и точечная разметка. В практике заготовительно-монтажного производства широко используется разметка по шаблону. Для примера рассмотрим графическое построения развертки линии косога среза трубы под углом для изготовления шаблона секции сварного отвода (рис.2.15,а).

На разметочной плите или листе картона в натуральную величину выполняют вспомогательный чертеж, по которому определяют все размеры, образующие секцию. Для этого из произвольно выбранной точки  $O_1$  циркулем проводят полуокружность, радиус которой равен половине наружного диаметра трубы. Полуокружность трубы разбивают на  $n/2$  равных частей (обычно  $n=12$ ). Из точек 1, 2, 3 и т.д, проводят прямые, параллельные оси цилиндра, до пересечения с линией косога реза в точках 1', 2', 3' и т.д. Далее из точки  $O$  проводят прямую, перпендикулярную оси трубы. Пересечение этой прямой с проведенными параллельными прямыми обозначают  $1_0, 2_0, 3_0$  и т.д. Полученные длины отрезков  $1_0-1, 2_0-2, 3_0-3$  и т.д. соответствуют значению высот развертки.

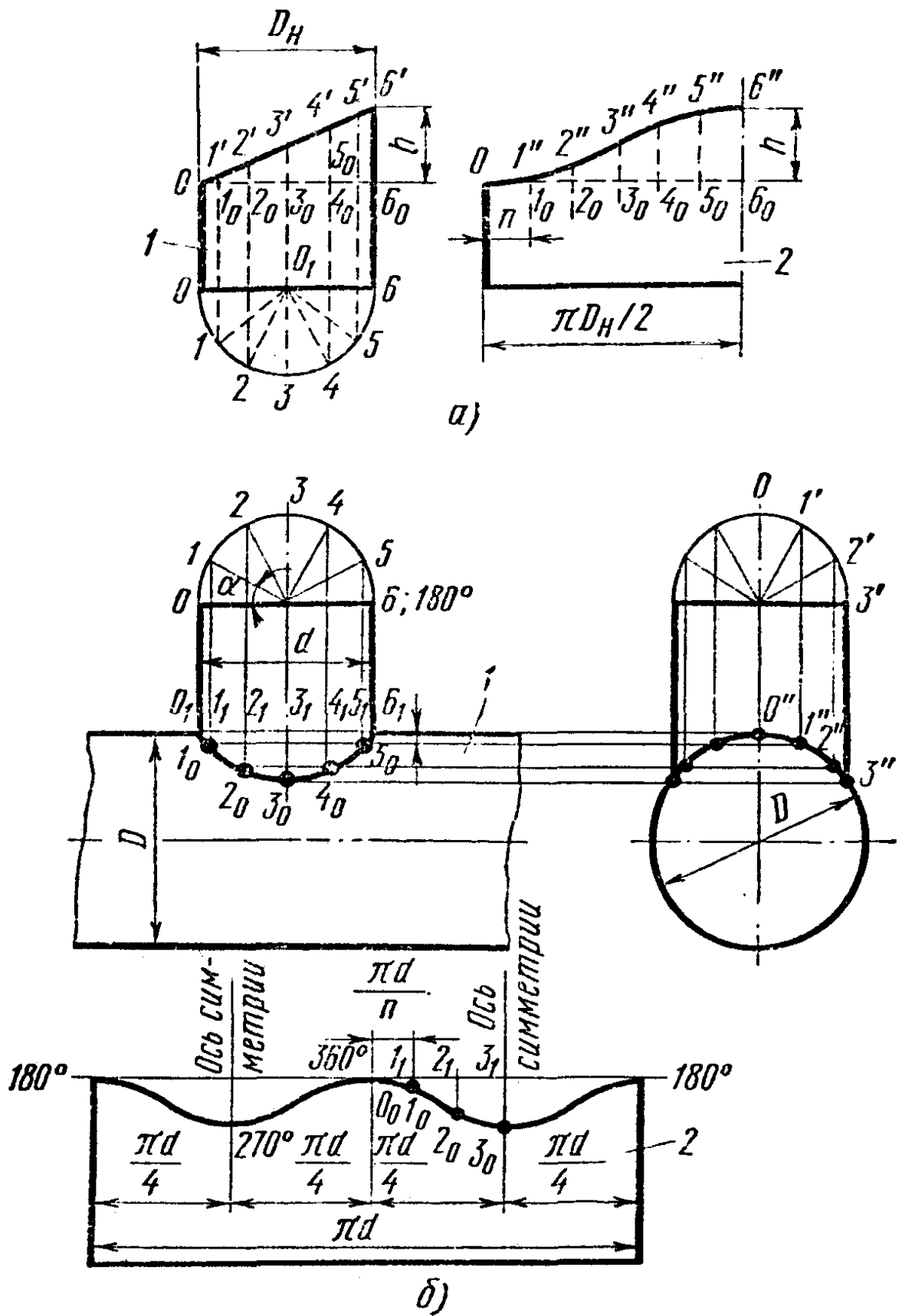


Рис.2.15 - Построение развертки:  
а — сварного секционного отвода, б — врезаемого штуцера; 1 — вспомогательный чертеж. 2 — развертка шаблона

После построения вспомогательного чертежа на материале, используемом для изготовления шаблона, наносят прямую, равную длине окружности трубы ( $\pi D_n$ ), и разбивают ее на  $n$  равных частей (точки  $1_0, 2_0, 3_0$  и т.д.). Восстановив перпендикуляры в каждой точке деления, откладывают на них соответствующие значения высоты развертки. Полученные точки  $1'', 2'', 3''$  и т.д. соединяют с помощью лекала плавной кривой, являющейся кривой развертки. Вторую половину развертки выполняют аналогично. Графическое построение развертки линии среза при пересечении двух труб под прямым углом, т.е. разметка установки штуцера показано на рис.2.15, б.

До начала изготовления штуцера из листа картона или рубероида шаблон. Для этого вычерчивают в натуральную величину проекции тройника. Радиусом, равным половине наружного диаметра штуцера, вычерчивают вспомогательную полуокружность, которую делят на  $n/2$  равных частей. Из точек  $1', 2', 3'$  и т.д. проводят прямые, параллельные оси штуцера. На пересечении этих прямых с окружностью большой трубы диаметром  $D$  получают точки  $1'', 2'', 3''$  и т.д. Через них проводят линии построения, параллельные оси большой трубы, до пересечения с соответствующими перпендикулярными линиями на первой проекции. Искомые значения высот развертки будут равны длине соответствующих отрезков  $1_0-1, 2_0-2, 3_0-3$  и т.д.

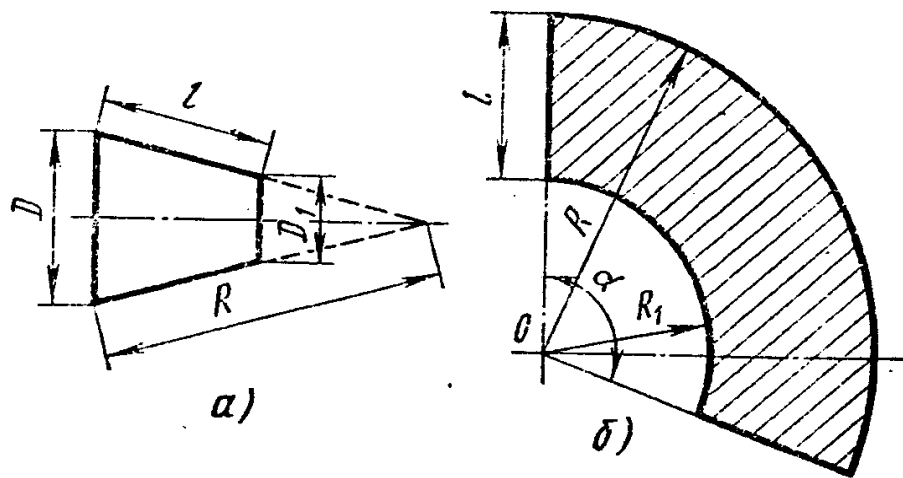


Рис.2.16 - Построение развертки сварного концентрического перехода:  
 а — вспомогательный чертеж, б — развертка шаблона

Для построения линии развертки штуцера на листе картона, жести или толя проводят прямую, длина которой равна длине окружности трубы с диаметром  $D$ , и делят ее на  $n$  равных частей. В точках деления прямой  $1, 2, 3$  восстанавливают перпендикуляры, на которых откладывают соответствующие высоты. Полученные точки с помощью лекала соединяют

плавной кривой. Затем вырезают шаблон, надевают его на трубу и по нему делают разметку для последующей вырезки.

Графическое построение раскроя листовой заготовки для изготовления сварного концентрического перехода приведено на рис.2.16.

До начала изготовления перехода на листе картона или рубероида вычерчивают в натуральную величину его проекцию Радиусом  $R$ , равным расстоянию от вершины конуса  $O$  до основания, по боковой образующей вычерчивают наружную дугу развертки, а радиусом  $R_1 = R - l$  вычерчивают внутреннюю дугу развертки. Затем определяют центральный угол развертки  $\alpha = 180^\circ \frac{D}{R}$ , который откладывают с помощью транспортира из центра  $O$ .

Разметка фасонных соединений труб и деталей — трудоемкая операция, и, как правило, ее выполняют только в единичных случаях. В условиях трубозаготовительных цехов и мастерских фасонную резку труб стремятся выполнять без разметки с помощью специальных приспособлений и станков, снабженных механизмом для их настройки.

Для изготовления переходов от одного диаметра к другому берут трубу большого диаметра и на одном из концов вырезают клинья, как это показано на рис.2.17, в. Количество резанных клиньев (4—12) зависит от величины разности диаметров перехода. Чем больше разность, тем большее количество клиньев необходимо вырезать.

Размер вырезаемого клина можно определить по формуле:

$$b = \frac{\pi(d_1 - d_2)}{n} - C, \quad (2.2)$$

где:  $b$  — наибольшая длина вырезаемого клина по дуге круга, мм;

$d_1$  — наибольший наружный диаметр перехода, мм;

$d_2$  — наименьший наружный диаметр перехода, мм;

$n$  — число клиньев;

$C$  — величина, равная 4—5 мм при электродуговой сварке и 6—8 мм — при газовой.

После подгонки невырезанных частей трубы для окончательной сварки должны оставаться зазоры между клиньями.

Если разница между диаметрами перехода невелика — до 50 мм, а наибольший диаметр трубы — до 200 мм, можно прибегнуть к обсадке одного из концов без вырезки клиньев.

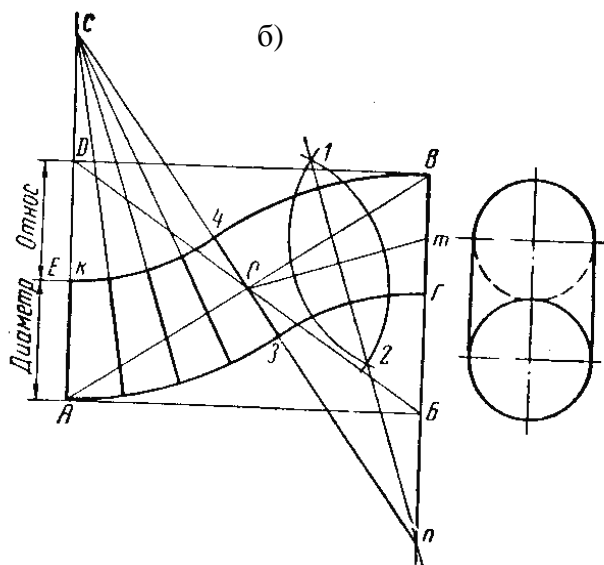
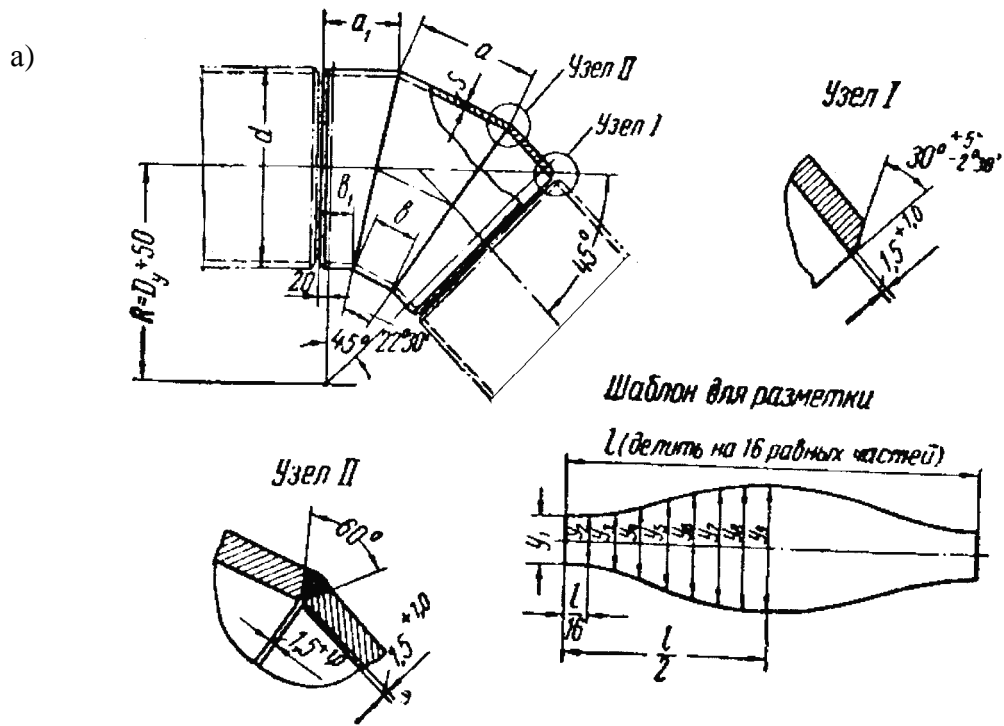
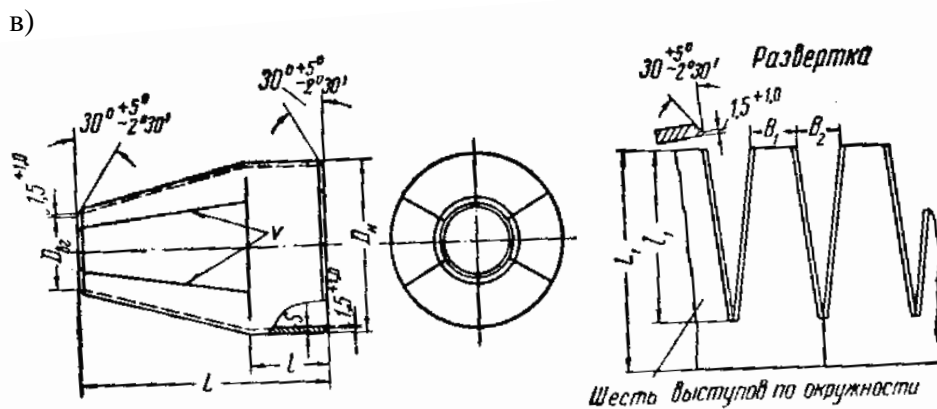


Рис.2.17 – Характерные технологии работ при предварительной обработке сварных трубозаготовок:

$a$  – разметка отводов 450;  $b$  – разметка «улитки»;  $в$  – переход сваркой-расширитель





Для этого конец, подлежащий обсадке, подогревают до вишнево-красного цвета, надевают на болванку и ударами кувалды осаживают, то есть производится стыковка секторов под будущую сварку.

***Контрольные вопросы:***

1. Каково назначение подготовительных операций в заготовительном производстве?
2. Охарактеризуйте более распространенные подготовительные операции, применяемые в заготовительном производстве газотеплоэнергетики.
3. Для каких целей и в каких случаях необходимо править исходный материал?
4. Какова особенность правки труб?
5. Обдирочные работы и их разновидности. Поясните.
6. Разрезные операции и их назначение.
7. Чем отличается разрезание материала режущим инструментом от газовой резки?
8. Порядок подготовки стального листа к изготовлению фасонных отводов.

### 3. ТЕХНОЛОГИЯ ГИБОЧНЫХ РАБОТ

#### 3.1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ГИБКЕ МЕТАЛЛА

В процессе гибки металл подвергается одновременно действию растягивающих и сжимающих усилий. На наружной стороне детали в месте изгиба волокна металла растягиваются, длина их увеличивается; на внутренней, наоборот, волокна сжимаются, длина их уменьшается. Нейтральный слой, или, как принято называть, нейтральная линия, в момент сгиба не испытывает ни сжатия, ни растяжения. Длина нейтральной линии после изгиба детали не изменяется. Удлинение может быть пластическое или упругое (пружинное).

Получение нужных размеров детали после гибки обеспечивается правильным определением длины заготовки, если она не указана на чертеже. Длину заготовки находят, подсчитав по чертежу детали длину средней линии. С этой целью определяют размеры прямых участков, подсчитывают длины закруглений и суммируют результаты.

Общая длина заготовки при гибке с закруглением

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n + \frac{\pi r_1 \cdot \alpha_1}{180} + \dots + \frac{\pi \cdot r_k \cdot \alpha_k}{180}, \quad (3.1)$$

где  $l_1, l_2, \dots, l_n$  — длины прямых участков, мм;

$r_1, r_2, \dots, r_k$  — радиусы соответствующих закруглений, мм;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$  — углы загиба.

Когда после гибки внутренний угол должен быть без закругления, длина заготовки определяется по формуле

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n + (0,5 \div 0,8)S \cdot k, \quad (3.2)$$

где  $l_1, l_2, \dots, l_n$  — длины прямых участков, мм;

S - толщина изгибаемого металла, мм;

k - число загибов без закругления.

#### 3.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ГИБКИ ЗАГОТОВОК ИЗ ЛИСТОВОГО И ПОЛОСОВОГО МЕТАЛЛА

Гибку прямоугольной скобы из полосовой стали выполняют в следующем порядке:

- определяют длину заготовки (рис.3.1, а), складывая длину сторон скобы с припуском на изгиб от 0,5 до 0,8 толщины полосы

$$l = 17,5 + 1 + 15 + 1 + 20 + 1 + 15 + 1 + 17,5 = 89 \text{ мм}$$

- отмечают длину и зубилом отрубают заготовку;
- выправляют вырубленную заготовку на плите;
- опиливают в размер по чертежу; намечают и наносят риски загиба;
- зажимают заготовку 1 (рис.3.1, б) в тисках между угольниками-нагубниками 2 на уровне риски и ударами молотка загибают конец 3 скобы;
- переставляют заготовку в тисках, зажимая ее между угольником 4 и большим бруском-оправкой 6;
- загибают второй конец 5 (рис.3.1, в);
- снимают заготовку и вынимают брусок-оправку 6;
- размечают длину лапок на загнутых концах;

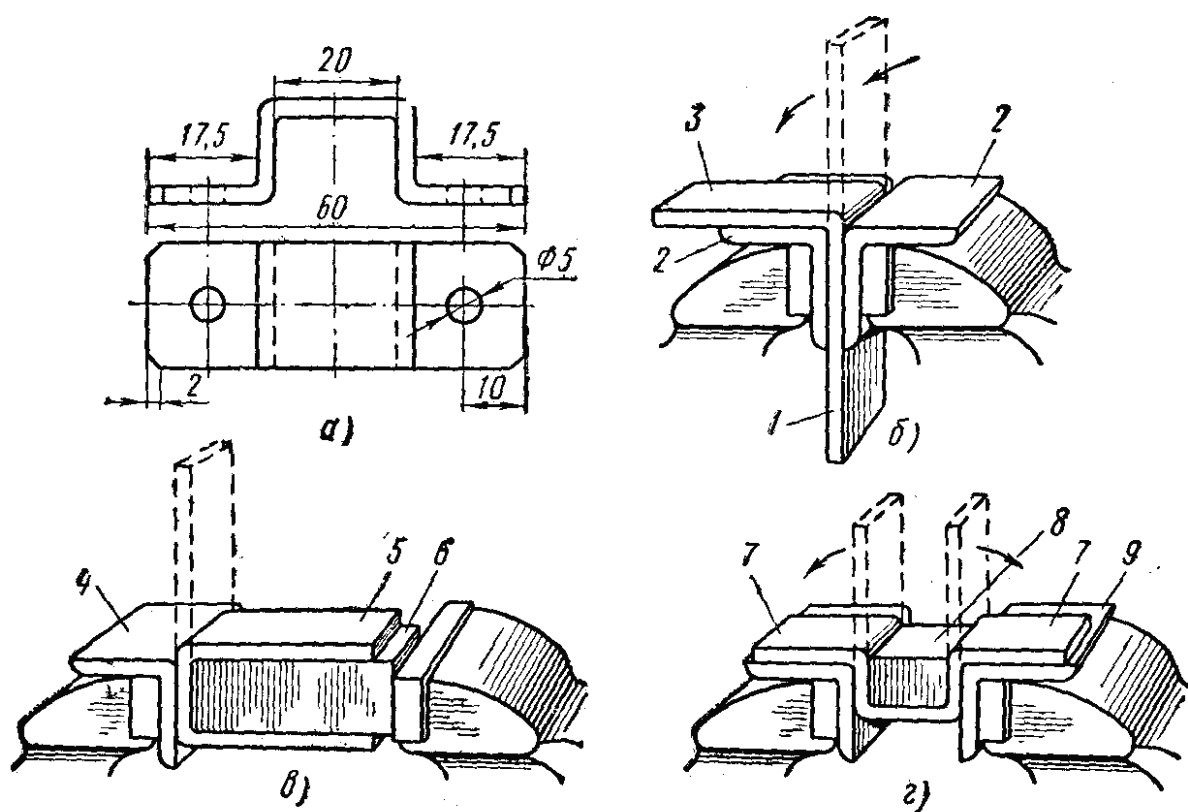


Рис.3.1 - Гибка прямоугольной скобы:

а — определение длины заготовки, б — гибка одного конца, в — гибка второго конца, г — формирование скобы; 1-заготовка, 2-нагубники, 3, 5-концы скобы, 4, 9-угольники, 6 — брусок-оправка, 7 — лапки, 8 — меньший брусок-оправка

- надевают на тиски второй угольник 9 (рис.3.1, г), и, вложив внутрь скобы меньший брусок-оправку 5, зажимают скобу в тисках на уровне рисок;

- отгибают первую и вторую лапки 7;
- проверяют и выправляют загибы по угольнику;
- опиливают концы лапок в размер и снимают заусеницы с острых ребер.

**Гибка двойного угольника в тисках** (рис.3.2) производится после разметки листа, вырубки заготовки, правки на плите и опиловки по ширине в размер по чертежу. Подготовленную таким образом заготовку 1 зажимают в тисках 3 между угольниками-нагубниками 2 и загибают первую полку угольника, а затем заменяют один нагубник бруском-подкладкой 4 и загибают вторую полку угольника. По окончании гибки концы угольника опиливают напильником в размер и снимают заусеницы с острых ребер.

**Гибка хомутика** (рис.3.3, а). После расчета длины заготовки и ее разметки в местах изгиба зажимают в тисках оправку 1 в вертикальном положении. Диаметр оправки должен быть равным диаметру отверстия хомутика 2. При помощи двух плоскогубцев 3 по разметочным рискам изгибают хомутик по оправке. Окончательное формирование хомутика выполняют на той же оправке металлическим молотком (рис.3.3, б).

**Гибка ушка круглогубцами.** Ушко со стержнем из тонкой проволоки изготовляют при помощи круглогубцев. Длина заготовки должна быть на 10—15 мм больше, чем требуется по чертежу.

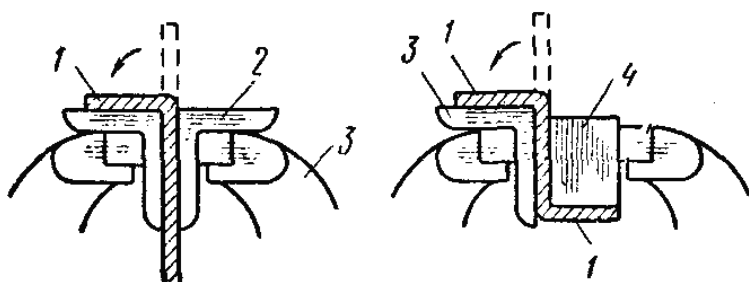


Рис.3.2 - Гибка двойного угольника:  
1— заготовка, 2 — нагубники,  
3 — тиски, 4 — брусок-подкладка

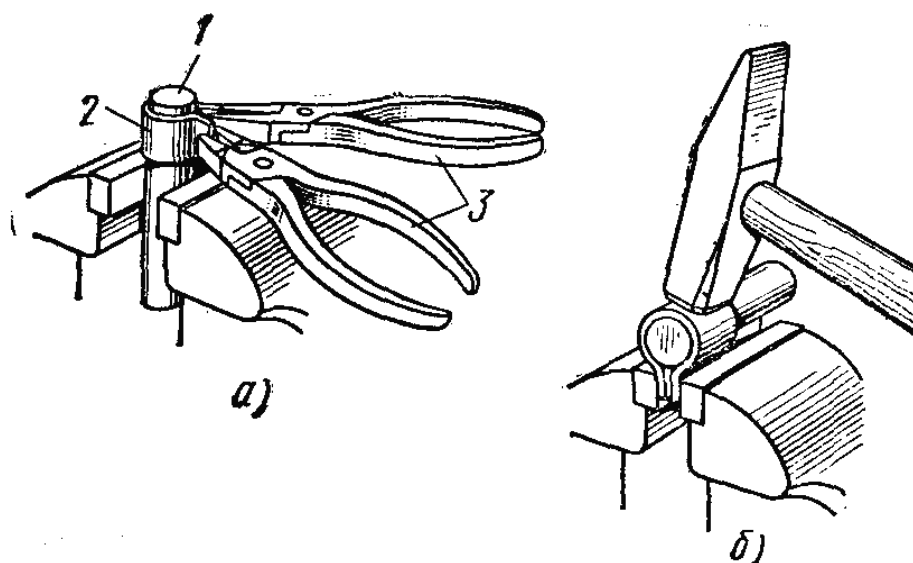


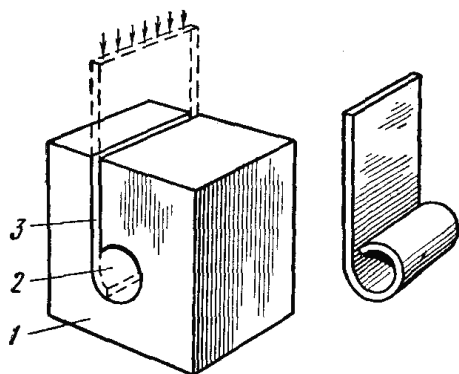
Рис.3.3 - Гибка хомутика:

а — изгибание плоскогубцами на оправке, б — формирование хомутика;  
1 — оправка, 2 — хомутик, 3 — плоскогубцы

Удерживая заготовку за один конец, второй конец изгибают, постепенно переставляя круглогубцы в местах изгиба. После того как ушко будет загнуто соответственно заданным размерам, ему придают нужную форму при помощи плоскогубцев. После этого лишний конец стержня удаляют кусачками.

**Гибка втулки.** Последовательность переходов при гибке цилиндрической втулки на оправке такая: сначала изгибается одна сторона детали по втулке, а потом удары наносятся по второй, затем соединяют оба конца.

**Гибка в приспособлениях.** На рис.3.4 показано приспособление для гибки шарнирной петли.



В стальном кубике высверливают отверстие 2 диаметром, равным наружному диаметру петли, и пропиливают паз 3 по толщине материала петли. Вставив заготовку в паз, ударами молотка или нажимом губок тисков загибают ее в отверстие, образуя петлю.

Рис.3.4 - Гибка в приспособлении (кубике):  
1 — кубик, 2 — отверстие, 3 — паз

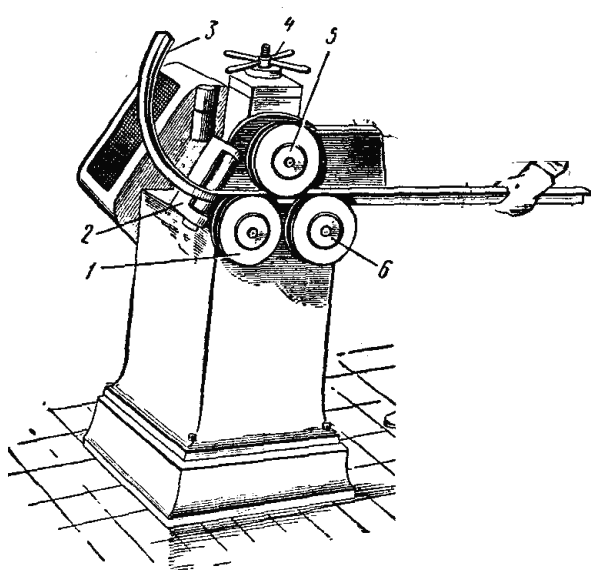
### 3.3. ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ГИБКИ МЕТАЛЛА

Профили с разными радиусами кривизны гнут на трехроликовых и четырехроликовых станках. На рис.3.5 показан трехроликовый станок для гибки профилей, изготовленных из листов толщиной до 2,5 мм алюминиевых сплавов. Предварительно налаживают станок. Наладку верхнего ролика 5 относительно двух нижних роликов 7, 6 осуществляют вращением рукоятки 4. При гибке заготовка 3 должна быть прижата верхним роликом к двум нижним. Прижим 2 устанавливают так, чтобы по нему свободно скользила полка профиля, чтобы профиль скручивался при гибке.

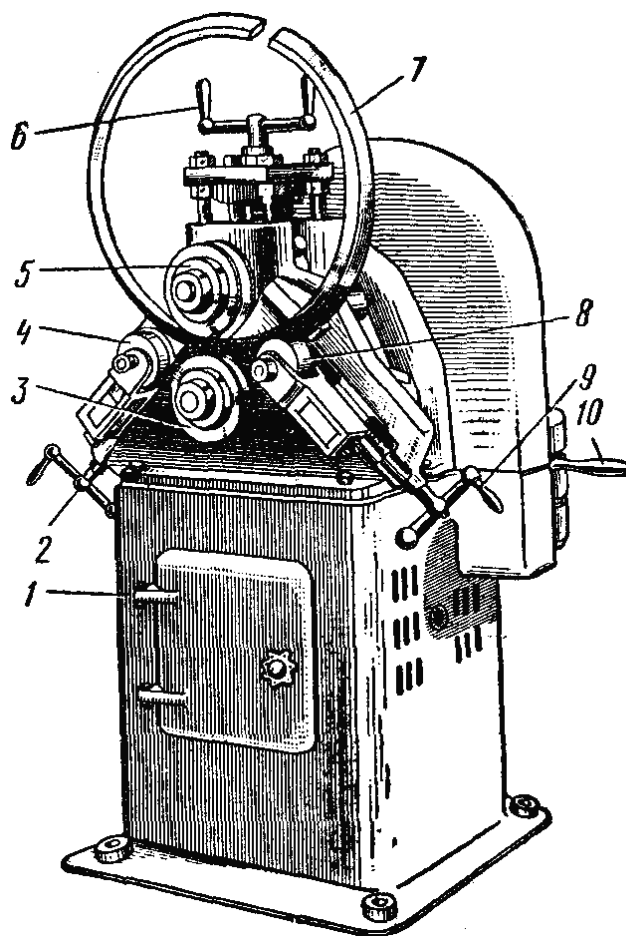
Профили с большим радиусом гибки получают на трехроликовом станке в несколько переходов. Профили, имеющие форму кругов, спирали или другой кривизны, изготавливают на четырехроликовых станках.

Четырехроликовый станок (рис.3.6) состоит из станины 7, внутри которой смонтирован приводной механизм, двух ведущих роликов 3 и 5,

подающих заготовку, и двух нажимных роликов 4 и 8, изгибающих заготовку 7. Нужный радиус гибки устанавливается поворачиванием рукояток 2 и 9.



*Рис. 3.5* - Гибка на трехроликовом станке:  
 1— нижние ролики, 2 — прижим,  
 3 — заготовка; 4 — рукоятка,  
 5— верхний ролик



*Рис.3.6*- Гибка на четырехроликовом станке:  
 1 — станина, 2, 5, 9, 10 — рукоятки, 3, 6 —  
 ведущие ролики, 4,8 — нажимные ролики,  
 7 — заготовка

Четырехроликовый станок налаживают в следующем порядке: вращая рукоятку 6 против часовой стрелки, поднимают ведущий верхний ролик 5 относительно ведущего нижнего ролика 3 на величину, несколько большую толщины обрабатываемого профиля. После этого, вращая рукоятку 6 по часовой стрелке, опускают ведущий ролик 5 и прижимают обрабатываемый профиль к ведущему нижнему ролику 3. Затем включают электродвигатель и производят гибку под нужным радиусом. Включают и тормозят ведущие ролики при помощи рукоятки 10.

### 3.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ГИБКА ТРУБ

Трубы изгибают по дуге различного радиуса или другой кривой под различными углами и в различных плоскостях. Гнутые трубы широко применяют для изготовления бензиновых, масляных, воздушных трубопроводов, в автомобилях, тракторах, самолетах, металлорежущих станках и других машинах.

Трубы гнут ручным и механизированным способами; в горячем и холодном состоянии; с наполнителями и без наполнителей. Способ гибки зависит от диаметра трубы, размера угла загиба и материала труб.

Гибка труб в горячем состоянии. При горячей гибке с наполнителем трубу отжигают, размечают, а затем один конец закрывают деревянной или металлической пробкой. Для предупреждения смятия, выпучивания и появления трещин при гибке трубу наполняют мелким сухим, просеянным через сито с ячейками размером около 2 мм песком, так как наличие крупных камешков может привести к продавливанию стенки трубы, а слишком мелкий песок для гибки труб непригоден, так как при высокой температуре спекается и пригорает к стенкам трубы.

Для механизации наполнения (набивки) труб песком применяют молотковые или вибрационные установки. Если установок нет, трубу наполняют песком через воронку, а уплотняют обстукиванием трубы молотком; удары молотка наносят снизу вверх при одновременном ее поворачивании до тех пор, пока при ударе по трубе не будет слышаться глухой звук.

После заполнения песком второй конец трубы забивают деревянной пробкой, у которой должны быть отверстия или канавки для выхода газов, образующихся при нагреве.

Диаметры пробок (заглушек) зависят от величины внутреннего диаметра трубы. Для труб малых диаметров заглушки делают из глины, резины или твердых пород дерева в виде конусной пробки длиной, равной 1,5 — 2 диаметрам трубы, с конусностью 1 : 10. Для труб больших диаметров заглушки изготавливаются из металла.

Для каждой трубы, в зависимости от ее диаметра и материала, должен быть установлен минимально допустимый радиус изгиба. Радиус закругления при гибке труб берется не меньше трех диаметров трубы, а длина нагреваемой части зависит от угла изгиба и диаметра трубы. Если трубу изгибают под углом 90°, то нагревают участок, равный шести диаметрам трубы; если гнут под углом 60°, то нагревают участок, равный четырем диаметрам трубы; если под углом 45° — трем диаметрам и т.д.

Длина нагреваемого участка трубы определяется по формуле

$$L = \frac{\alpha \cdot d}{15} \quad (3.3)$$

где  $L$  — длина нагреваемого участка, мм;  
 $\alpha$  — угол изгиба трубы, град;  
 $d$  — наружный диаметр трубы, мм;  
 $15$  — постоянный коэффициент ( $90 : 6 = 15$  мм). Тонкостенные трубы диаметром 30 мм и больше с малым радиусом изгиба гнут только в нагретом состоянии с наполнителями (рис. 3.7).

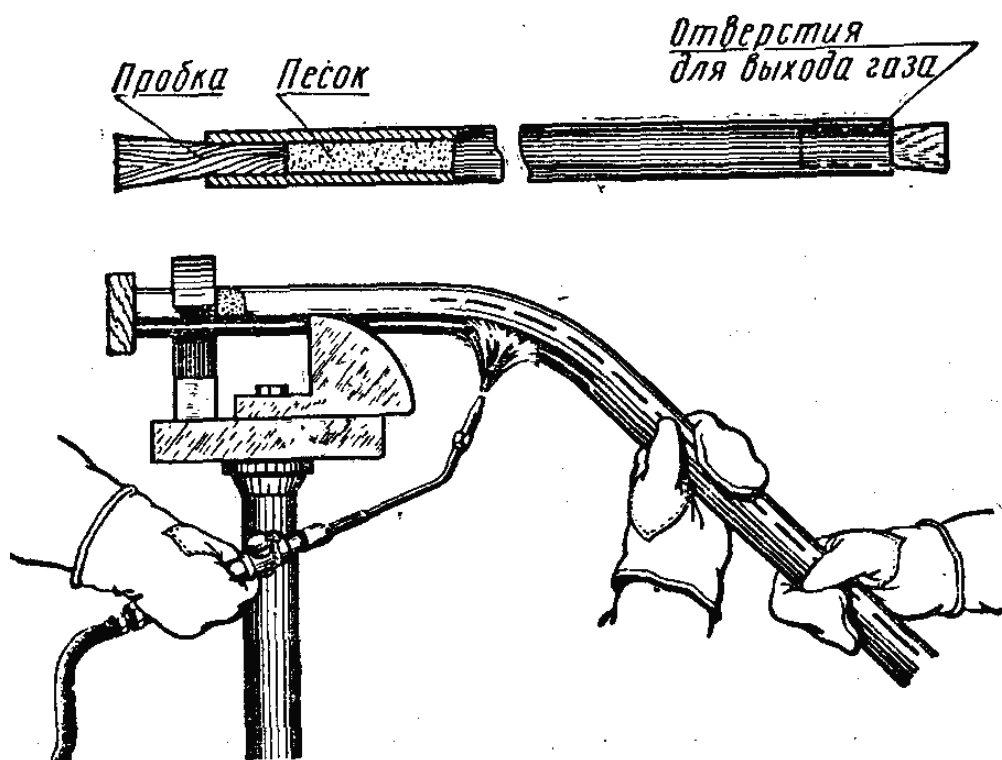


Рис.3.7 - Гибка труб в горячем состоянии

Выполняется эта операция по заранее заготовленным шаблонам. В процессе гибки трубу проверяют по месту или по изготовленному из проволоки шаблону.

При гибке труб в горячем состоянии работают в рукавицах.

Трубы нагревают паяльными лампами в горнах или пламенем газовых горелок до вишнево-красного цвета на длине, равной шести диаметрам. Топливом в горнах может быть древесный уголь и дрова. Лучшим топливом является древесный уголь, который не содержит вредных примесей и дает более равномерный нагрев.

В случае перегрева трубу до гибки охлаждают до вишнево-красного цвета. Трубы рекомендуется гнуть с одного нагрева, так как повторный нагрев ухудшает качество металла.



При нагреве обращают особое внимание на прогрев песка. Нельзя допускать излишнего перегрева отдельных участков; в случае перегрева трубу охлаждают водой. От достаточно нагретой части трубы отскакивает окалина. После нагрева трубу изгибают по шаблону или копиру вручную.

По окончании гибки выколачивают или выжигают пробки и высыпают песок. Плохое неплотное заполнение трубы, недостаточный или неравномерный прогрев перед гибкой приводят к образованию складок или разрыва. Изгиб трубы проверяют шаблоном.

Гибка труб в холодном состоянии выполняется при помощи различных приспособлений. Простейшим приспособлением для гибки труб диаметром 10—15 мм в свободном состоянии является плита с отверстиями, в которой в соответствующих местах устанавливаются штыри (рис.3.8, а), служащие упорами при гибке.

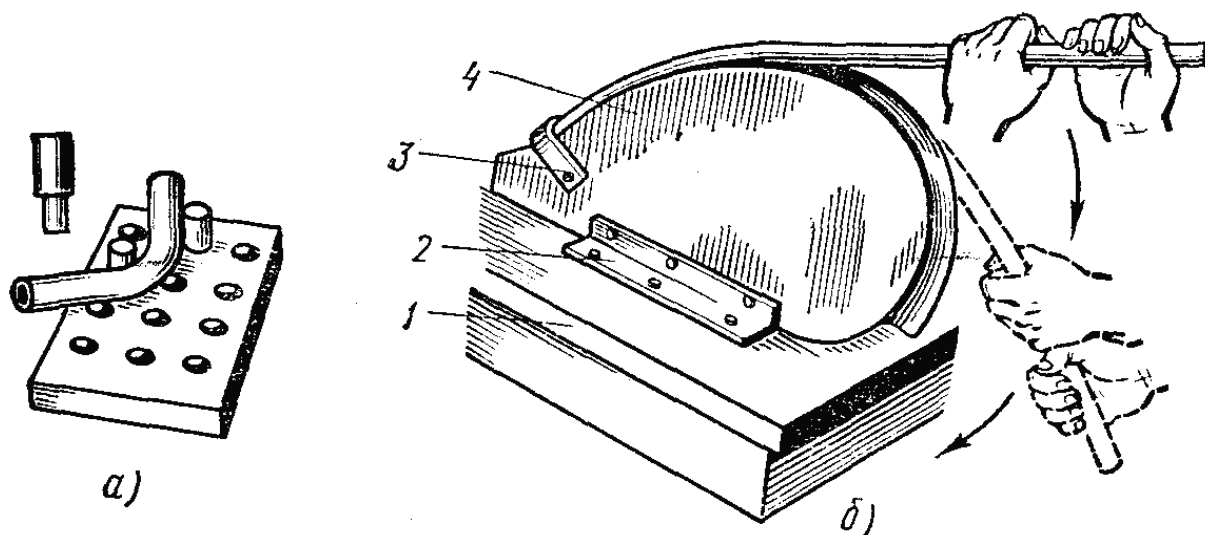


Рис. 3.8 - Гибка труб в холодном состоянии:  
а — на штырях, б — в неподвижной оправке

Трубы небольших диаметров (до 40 мм) с большими радиусами кривизны гнут в холодном состоянии, применяя простые ручные приспособления с неподвижной оправкой (рис.3.8, б). Гибочная оправка 4 крепится к верстаку 1 с двух сторон скобами 2. Трубу для гибки вставляют между гибочной оправкой и хомутиком 3, зажимают: и руками гнут по желеобразному углублению гибочной оправки.

Трубы диаметром до 20 мм изгибают в приспособлении (рис.3.9). Приспособление крепится к верстаку при помощи ступицы и плиты 1. На одной оси ступицы и плиты находится неподвижный ролик-шаблон 6 с хомутиком 7. Подвижный ролик 2 закреплен в скобе 4 с рукояткой 3.

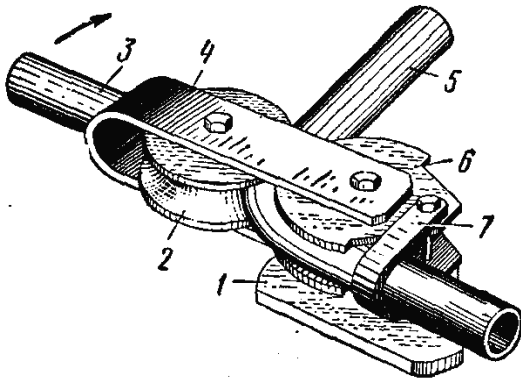


Рис.3.9 - Гибка труб в холодном состоянии в приспособлении:

1 — плита, 2 — подвижный ролик, 3 — рукоятка. 4 — скоба, 5 — труба, 6 — ролик-шаблон, 7 — хомутик

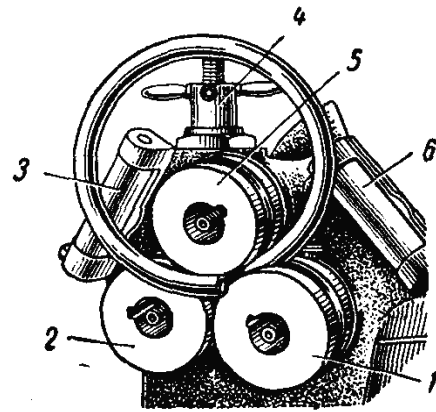


Рис.3.10 - Гибка трубы в кольцо:

1,2 — нижние ролики, 3, 6 — прижимы. 4 — рукоятка, 5 — верхний ролик

Трубу 5 для изгиба вставляют между роликами так, чтобы конец ее вошел в хомутик 7. Затем рукояткой 3 поворачивают скобу 4 с подвижным роликом 2 вокруг неподвижного ролика-шаблона 6 до тех пор, пока труба не изогнется на требуемый угол,

Гибка медных и латунных труб. Подлежащие гибке в холодном состоянии медные или латунные трубы заполняют расплавленной канифолью. Порядок гибки аналогичен описанному ранее. Канифоль после гибки выплавляют, начиная с концов трубы, так как нагрев середины трубы, наполненной канифолью, разрывает трубу.

Медные трубы, подлежащие гибке в холодном состоянии, отжигают при 600—700°C и охлаждают в воде. Наполнитель при гибке медных труб в холодном состоянии — канифоль, а в нагретом — песок.

Латунные трубы, подлежащие гибке в холодном состоянии, предварительно отжигают при 600—700°C и охлаждают на воздухе. Наполнители те же, что и при гибке медных труб.

Дюралюминиевые трубы перед гибкой отжигают при 350—400°C и охлаждают на воздухе.

Гибка труб в кольцо производится на трехроликовом гибочном станке (рис.3.10) показан момент гибки в кольцо трубы диаметром до 25 мм без наполнителя.

Перед гибкой налаживают станок — регулируют положение верхнего ролика 5 относительно двух нижних роликов 1 и 2 вращением рукоятки 4. При вращении рукоятки по часовой стрелке верхний ролик опускается вниз и, наоборот, при вращении против часовой стрелки идет вверх.

Механизация гибки труб. При изготовлении деталей из труб небольших диаметров применяются ручные трубогибочные приспособления и рычажные

трубогибы, а для гибки труб больших диаметров (до 350 мм) — специальные трубогибочные станки и прессы.

Широко используются новые способы гибки труб — гибка с растяжением заготовки и гибка с нагревом токами высокой частоты. Первый способ заключается в том, что заготовку подвергают совместному действию растягивающих (превышающих предел текучести металла) и изгибающих усилий. Этот процесс осуществляется на гибочно-растяжных машинах с поворотным столом. Гнутые этим способом детали имеют высокую прочность и значительно меньшую массу. Такой способ применяют при изготовлении труб для теплообменных аппаратов, газовых горелок и т.д.

При гибке труб с нагревом токами высокой частоты нагрев, гибка и охлаждение происходят непрерывно и последовательно в специальной высокочастотной установке типа трубогибочных станков, пускает гибку труб диаметром от 95 до 300 мм. Она состоит из двух частей: механической и электрической; механическая часть представляет собой станок для гибки труб, а электрическая состоит из электрооборудования и высокочастотной установки. Указанный способ имеет ряд преимуществ: обеспечивается меньшая овальность в месте изгиба трубы, высокая производительность (4—5 раз выше других способов), процесс механизирован.

Правильно изогнутыми считаются трубы, не имеющие вмятин, выпучин и складок.

При гибке труб необходимо соблюдать следующие условия:

- тщательно следить за равномерностью вытягивания внешней стенки и посадки внутренней стенки трубы; учитывать, что внешняя стенка трубы легче вытягивается, чем происходит посадка внутренней стенки трубы;

- трубу гнуть плавно, без рывков; появившиеся складки правят молотком. Для предупреждения складок трубу сначала гнут несколько больше, чем следует по шаблону, а затем отгибают в соответствии с шаблоном;

- во избежание разрыва нельзя гнуть трубу и выправлять складки, если труба охладилась до светло-вишневого цвета (800° С). Поэтому трубы больших диаметров гнут с многократным нагревом.

Перед началом работы на гибочных станках знакомятся с инструкцией; работу выполняют осторожно, чтобы не повредить пальцы рук. Работают в рукавицах и застегнутых халатах.

#### ***Контрольные вопросы:***

1. Какие и как гнут трубы в холодном состоянии?
2. Какие и как гнут трубы в горячем состоянии?
3. Как гнут трубы в кольцо?
4. В чем особенности гибки труб из цветных металлов?