

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки (специальность) 130501.65 «Проектирование, сооружение  
 и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ»  
 Кафедра Транспорта и хранения нефти и газа

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

| Тема работы                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Устройства, применяемые для резки и подготовки кромок под сварку на<br>магистральных трубопроводах» |

УДК 621.791.03:62.692.4.053-047.4

**Студент**

| Группа | ФИО              | Подпись | Дата |
|--------|------------------|---------|------|
| 3-2Т01 | Седельников А.Б. |         |      |

**Руководитель**

| Должность | ФИО         | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| доцент    | Лунева Е.Е. | к.т.н, доцент             |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и  
ресурсосбережение»

| Должность | ФИО        | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------|---------------------------|---------|------|
| доцент    | Вазим А.А. | к.э.н, доцент             |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО         | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| доцент    | Гуляев М.В. | к.т.н, доцент             |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО            | Ученая<br>степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| ТХНГ          | Рудаченко А.В. | к.т.н, доцент             |         |      |

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра ТХНГ

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студенту группы 3-2Т01 Седельникову Алексею Борисовичу

**1. Тема выпускной квалификационной работы** Устройства, применяемые для резки и подготовки кромок под сварку на магистральных трубопроводах.

**2. Срок сдачи студентом готовой работы:** 31.05.16г.

**3. Исходные данные к работе:** Произвести исследование в области устройства, которые применяются для резки и подготовки кромок под сварку на магистральных трубопроводах, рассмотреть способы их проведения и отличительные особенности.

**4. Содержание текстового документа (перечень подлежащих разработке вопросов):**

- **Назначение, состав и классификация магистральных трубопроводах;**
- **Конструктивные решения магистрального трубопровода;**
- **Режущие устройства и способы резки труб;**
- **Подготовка металла под сварку;**
- **Расчет параметров под сварку;**
- **Экономическая часть;**
- **Социальная ответственность.**

## **Реферат**

Дипломная работа выполнена на 88 листах.

Объектом дипломной работы является магистральные трубопроводы.

Предметом исследований дипломной работы является устройства, применяемые для резки и подготовки кромок под сварку, их особенности и назначение.

В результате работы проведен сбор, обобщение, переработка информации по устройству, применяемому для резки и подготовки кромок под сварку.

Для выполнения дипломной работы использовался текстовый редактор MicrosoftWord, таблицы и графики выполнялись в MicrosoftExcel; рисунки - графические программы AdobePhotoshop и MicrosoftPaint. Презентация подготовлена с помощью MicrosoftPowerPoint.

## Содержание

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Введение .....</b>                                                         | <b>6</b>  |
| <b>1.Назначение, состав и классификация магистральных трубопроводов .....</b> | <b>8</b>  |
| <b>1.1 Трубы для магистральных трубопроводов .....</b>                        | <b>11</b> |
| <b>1.2.1 Транспортировка трубных секций и труб .....</b>                      | <b>16</b> |
| <b>2. Конструктивные решения магистральных трубопроводов...</b>               | <b>19</b> |
| <b>3. Режущие устройства и способы резки труб .....</b>                       | <b>21</b> |
| <b>3.1 Основные способы ручной и полуавтоматической резки труб .....</b>      | <b>21</b> |
| <b>3.2 Нарезание и накатывание резьбы на трубах .....</b>                     | <b>28</b> |
| <b>3.3 Резка труб трубопровода .....</b>                                      | <b>31</b> |
| <b>3.3.1 Внутренние и внешние трубoreзы .....</b>                             | <b>39</b> |
| <b>3.3.2 Машина термической резки труб .....</b>                              | <b>50</b> |
| <b>3.3.3 Резка и обработка концов труб .....</b>                              | <b>54</b> |
| <b>4. Подготовка металла под сварку.....</b>                                  | <b>58</b> |
| <b>4.1 Предварительный подогрев .....</b>                                     | <b>59</b> |
| <b>4.2 Техника и технология ручной дуговой сварки .....</b>                   | <b>60</b> |
| <b>5. Расчет параметров пресс-ножниц .....</b>                                | <b>63</b> |
| <b>6. Экономическая часть .....</b>                                           | <b>65</b> |
| <b>6.1 Расчет заработной платы.....</b>                                       | <b>65</b> |
| <b>6.2 Расчет дополнительной заработной платы .....</b>                       | <b>67</b> |
| <b>6.3 Расчет отчислений на социальные нужды .....</b>                        | <b>68</b> |
| <b>6.4 Расчет стоимости электроэнергии .....</b>                              | <b>68</b> |
| <b>6.5 Расчет амортизации основных производственных фондов .....</b>          | <b>68</b> |
| <b>6.6 Расчет стоимости услуг .....</b>                                       | <b>70</b> |
| <b>6.7 Расчет прочих расходов .....</b>                                       | <b>71</b> |
| <b>7. Социальная ответственность .....</b>                                    | <b>73</b> |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.1 Основные правила техники безопасности при монтаже<br>трубопроводов..... | 73 |
| 7.2 Правила техники безопасности при обработке труб .....                   | 77 |
| 7.3 Мероприятия для обеспечения требований охраны<br>Труда .....            | 79 |
| 7.4 Промышленная безопасность .....                                         | 80 |
| Заключение.....                                                             | 86 |
| Список используемой литературы .....                                        | 87 |

## Введение

На сегодняшний день транспортировка нефти, газа и нефтепродуктов, играет большую роль в ТЭК и экономике России в целом, представляет собой разветвленную сеть магистральных трубопроводов. Большая роль ее дальнейшему развитию уделяется в Энергетической стратегии России до 2020 года, однако для этого первым делом приходится решать ряд вопросов.

В России за короткий промежуток времени для транспортировки газа, нефти и нефтепродуктов была создана уникальная по протяженности, производительности и сложности система магистральных трубопроводов. Одно из самых крупных инженерных сооружений XX века является эта трубопроводная система. Длина магистралей в общем достигла 220 тыс. км. Трубопроводы находящиеся на промыслах составляют еще большую величину – чуть более 300 тыс. км. В нашем столетии магистральный трубопроводный транспорт получил еще большее развитие для поставки углеводородного топлива и сырья для внутренних потребителей и на экспорт.

Неоспоримыми достоинствами обладают трубопроводы по сравнению с другими видами транспорта:

- они могут быть проложены в любом направлении и на любое расстояние,;
- их работа практически не зависит от внешних условий (состояния погоды, времени года и суток);
- они надежнее других видов транспорта энергоресурсов и в наибольшей степени автоматизированы;
- доставка грузов осуществляется практически круглый год, без холостого пробега, характерного для цистерн и судов, при использовании других видов транспорта.

Кроме того, использование трубопроводов позволяет ощутимо высвободить водный и железнодорожный транспорт для перевозки других грузов.

|      |      |          |         |      |          |      |
|------|------|----------|---------|------|----------|------|
|      |      |          |         |      | Введение | Лист |
|      |      |          |         |      |          | 6    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |          |      |

Роль трубопроводного транспорта в развитии нашей страны имеет колоссальное значение .

Целью данной работы является изучение теоретических основ по устройству, применяемому для резки и подготовки кромок под сварку на магистральном трубопроводе.

Актуальность данной работы заключается в том, что при монтаже магистральных и производственных (технологических) трубопроводов основным способом соединения труб является сварка, которая играет очень важную роль при строительно – монтажных работах трубопроводов. В подготовку металла под сварку входит правка, разметка и наметка, а само главное резка.

|      |      |          |         |      |          |      |
|------|------|----------|---------|------|----------|------|
|      |      |          |         |      | Введение | Лист |
|      |      |          |         |      |          | 7    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |          |      |

## Глава 1.

### 1. Назначение, состав и классификация магистральных трубопроводов

К магистральным трубопроводам относятся магистральные нефтепроводы, газопроводы и нефтепродуктопроводы.

В состав объектов магистрального трубопровода входят связанные в единый технологический процесс устройства, оборудование, строения, здания и другие сооружения с занимаемыми ими земельными участками.

Состав технических параметров и объектов на магистральном трубопроводе определяются в проектной документации.

Промысловые, технологические и другие трубопроводы, которые предназначены для транспортировки продукции не относятся к магистральным трубопроводам.

Протяженность магистральных трубопроводов, по которым осуществляется транспортировка продукции нефтегазового комплекса, составляет 219 тыс. км, в том числе к ним относятся газопроводные магистрали, включая газопроductопроводы, - 151 тыс. км, нефтепроводных магистралей - 48,6 тыс. км, нефтепродуктопроводных магистралей - 19 тыс. км. Важно отметить, что с помощью магистрального трубопроводного транспорта перемещается 100% добываемого газа, около 99% добываемой нефти, более 50% продукции, производимой подключенными к системе магистральных продуктопроводов нефтеперерабатывающими предприятиями. В общем объеме перемещаемой продукции по магистральным транспортным трубопроводам доля газа составляет 55,4%, нефти - 40,3%, нефтепродуктов - 4,3%. Трубопроводный транспорт включает в себя значительное количество технологических сооружений и агрегатов. В частности, на магистральных газопроводах и подземных хранилищах Единой системы газоснабжения (ЕСГ) эксплуатируется 247 газокompрессорных станций с газоперекачивающими агрегатами общей установленной мощностью более 42 млн. кВт, а подачу газа потребителям обеспечивают 3,3

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 8    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |



тыс. газораспределительных станций. В состав сооружений магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов входит 395 нефтеперекачивающих станций, 100 нефтепродуктоперекачивающих станций, резервуарные парки общей емкостью 17,5млн.м3. За последние годы резко возросла роль трубопроводного транспорта в российской экономике. Это связано с рядом факторов - увеличением налоговых поступлений в бюджеты различных уровней вследствие роста объемов транспорта нефти, созданием новых рабочих мест, развитием экономики регионов и других. Трубопроводный транспорт активно влияет на формирование и развитие ТЭК страны и отдельных регионов, являясь его неотъемлемой частью, и обеспечивает не только перекачку добытых и переработанных энергоресурсов, но и транспортировку энергоресурсов на экспорт в страны ближнего и дальнего зарубежья, а также выполняет роль распределительной системы комплекса. В этой связи системы трубопроводного транспорта являются эффективным инструментом реализации государственной политики, позволяющим регулировать поставки нефти, нефтепродуктов и газа на внутренний и внешний рынки. Ведь, как известно, экспорт газа, нефти и нефтепродуктов в основном осуществляется трубопроводным транспортом, в том числе через морские терминалы.

К магистральным трубопроводам относятся трубопроводы и ответвления (отводы) от них диаметром до 1420мм. включительно с избыточным давлением транспортируемого продукта не выше 10 МПа, предназначены для транспортировки:

- природного газа или нефтяного углеводородного газа из районов их добычи до мест потребления;
- искусственного углеводородного газа от мест производства до мест потребления;
- сжиженных углеводородных газов (пропана, бутана и их смесей) из мест производства до мест потребления;

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 9    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

➤ нефти из районов ее добычи (от головных перекачивающих насосных станций) до мест потребления (нефтебаз, перевалочных баз, нефтеперерабатывающих заводов или нефтехимических комплексов, пунктов налива, отдельных промышленных предприятий и портов);

➤ нефтепродуктов от мест их производства (нефтеперерабатывающих заводов и нефтехимических комплексов) до мест потребления (нефтебаз, перевалочных баз, пунктов налива, отдельных промышленных предприятий и портов);

➤ товарной продукции в пределах головных и промежуточных газокompрессорных, нефте- и нефтепродуктоперекачивающих насосных станций, станций подземного хранения газа, газораспределительных станций, замерных пунктов.

Нефть из скважин по индивидуальным нефтепроводам поступает на нефтесборные пункты, а оттуда по нефтесборным трубопроводам на головные сооружения – установку комплексной подготовки нефти, на которых она отстаивается, обезвоживается, очищается от различных примесей, отделяется от нефтяного газа и т.д. Отсюда нефть подается на головную насосную станцию, а затем в магистральный нефтепровод. Промежуточными насосными станциями нефть перекачивается до конечной насосной станции, а затем потребителю.

Состав магистрального нефтепровода аналогичен составу нефтепровода, отличие заключается в том, что нефтепродуктопровод имеет большее число отводов к нефтебазам. Магистральные нефте- и нефтепродуктопроводы в зависимости от условного диаметра подразделяются на четыре класса:

- I - от 1000 до 1400мм
- II - от 500 до 1000мм
- III - от 300 до 500мм
- IV - менее 300мм

## 1.2. Трубы для магистральных трубопроводов

В строительстве магистральных трубопроводов должны применяться трубы стальные бесшовные, электросварные прямошовные, спирально-шовные и других специальных конструкций, изготовленные из спокойных и полуспокойных углеродистых низколегированных сталей диаметром до 500 мм включ., из спокойных и полуспокойных низколегированных сталей диаметром до 1020 мм и низколегированных сталей в термически или термомеханически упрочненном состоянии для труб диаметром до 1420 мм.

Трубы бесшовные следует применять по ГОСТ 8731-87, ГОСТ 8732-78 и ГОСТ 8733-87, ГОСТ 8734-75 – группы В и при соответствующем технико-экономическом обосновании по ГОСТ 9567-75, трубы стальные электросварные - в соответствии с ГОСТ 20295-85 для труб диаметром до 800 мм включительной техническими условиями, утвержденными в установленном порядке, - для труб диаметром свыше 800 мм с выполнением при заказе и приемке труб требований.

Допускается применение импортных труб, соответствующих требованиям настоящего раздела.

Трубы должны иметь сварное соединение, равнопрочное основному металлу трубы. Сварные швы труб должны быть плотными, непровары и трещины любой протяженности и глубины не допускаются.

Отклонения от номинальных размеров наружных диаметров торцов труб на длине не менее 200 мм не должны превышать для труб диаметром до 800 мм включительно величин, приведенных в соответствующих государственных стандартах, по которым допускается применение труб для магистральных трубопроводов, а для труб диаметром свыше 800 мм  $\pm 2$  мм.

Овальность концов труб (отношение разности между наибольшим и наименьшим диаметром в одном сечении к номинальному диаметру) не должна превышать 1 %. Овальность труб толщиной 20 мм и более не должна превышать 0,8 %.

Трубы, которые имеют кривизну не должны превышать 1,5 мм на 1 м длины, а общая кривизна – не более 0,2 % длины трубы.

Длина поставляемых заводом труб должна быть в пределах 10,5 - 11,6 м.

Трубы должны быть изготовлены из стали с отношением предела текучести к временному сопротивлению не более: 0,75 - для углеродистой стали; 0,8 - для низколегированной нормализованной стали; 0,85 - для дисперсионно-твердеющей нормализованной и термически упрочненной стали; 0,9 - для стали контролируемой прокатки, включая бейнитную.

Трубы из листовой и рулонной стали, диаметр которых составляет 1020 мм и больше, прошедшей 100 % - контроль физическими неразрушающими методами.

Относительное удлинение металла труб на пятикратных образцах должно быть, %, не менее: 20 - для труб с временным сопротивлением до 588,4 МПа (60 кгс/мм<sup>2</sup>); 18 - для труб с временным сопротивлением до 637,4 МПа (65 кгс/мм<sup>2</sup>) и 16 - для труб с временным сопротивлением 686,5 МПа (70 кгс/мм<sup>2</sup>) и выше.

Ударная вязкость на образцах Шарпи и процент волокна в изломе основного металла труб со стенками толщиной 6 мм и более должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 1.

Ударную вязкость следует определять по ГОСТ 9454-78 на образцах типов 11-13.

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              | 12   |

Таблица 1.

| Условный диаметр труб, мм | Рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Ударная вязкость на образцах типов 11-13 ГОСТ 9454-78 при температуре, равной минимальной температуре стенки трубопровода при эксплуатации, Дж/см <sup>2</sup> (кгс.м/см <sup>2</sup> ), не менее | Процент волокна в изломе образца <i>DWTT</i> при температуре, равной минимальной температуре стенки газопровода при эксплуатации, %, не менее |
|---------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| До 500                    | 10,0 и менее                                 | 24,5 (2,5)                                                                                                                                                                                        | -                                                                                                                                             |
| 500-600                   | 10,0 и менее (100 и менее)                   | 29,4 (3,0)                                                                                                                                                                                        | -                                                                                                                                             |
| 700-800                   | 10,0 и менее (100и менее)                    | 29,4 (3,0)                                                                                                                                                                                        | 50                                                                                                                                            |
| 1000                      | 5,5 и менее (55 и менее)                     | 29,4 (3,0)                                                                                                                                                                                        | 50                                                                                                                                            |
| 1000                      | 7,5 (75)                                     | 39,2 (4,0)                                                                                                                                                                                        | 60                                                                                                                                            |
| 1000                      | 10,0(100)                                    | 58,8 (6,0)                                                                                                                                                                                        | 60                                                                                                                                            |
| 1200                      | 5,5 и менее (55 и менее)                     | 39,2 (4,0)                                                                                                                                                                                        | 60                                                                                                                                            |
| 1200                      | 7,5 (75)                                     | 58,8 (6,0)                                                                                                                                                                                        | 70                                                                                                                                            |
| 1200                      | 10,0 (100)                                   | 78,4 (8,0)                                                                                                                                                                                        | 80                                                                                                                                            |
| 1400                      | 7,5 (75)                                     | 78,4 (8,0)                                                                                                                                                                                        | 80                                                                                                                                            |
| 1400                      | 10,0 (100)                                   | 107,8 (11,0)                                                                                                                                                                                      | 85                                                                                                                                            |

**Примечание.** Для трубопроводов, транспортирующих жидкие продукты, требования по волокну в изломе не предъявляются.

Процент волокна в изломе следует определять для металла газопроводов на полно толщинных образцах: высотой 75 мм для номинальной толщины стенки труб 10 мм и более и высотой 50 мм – для номинальной толщины стенки труб менее 10 мм.

Ударную вязкость на образцах Менаже следует определять при температуре минус 40°С, для районов Крайнего Севера - при минус 60 °С и принимать в зависимости от толщины стенки труб.

Пластическая деформация металла в процессе производства труб (экспандирования) должна быть не более 1,2 %.

Трещины, рванины, расслоения длиной больше 80 мм в любых направлениях в металле трубы не допускается. Расслоения любого размера на торцах труб и в зоне шириной 25 мм от торца труб не допускаются.

Зачистка внешних дефектов труб (кроме трещин) допускается при условии, что толщина стенки труб после зачистки не выходит за пределы допусков на толщину стенки.

Сварные соединения труб должны иметь плавный переход от основного металла к металлу шва без острых углов, подрезов, непроваров, утяжин, осевой рыхлости и других дефектов формирования шва. Усиление наружного шва должно находиться в пределах 0,5 - 2,5 мм для труб со стенкой толщиной до 10 мм включительно и 0,5 - 3,0 мм для труб со стенкой толщиной свыше 10 мм. Высота усиления внутреннего шва должна быть не менее 0,5 мм. На концах труб на длине не менее 150 мм усиление внутреннего шва должно быть снято до высоты 0 - 0,5 мм.

Смещение наружного и внутреннего слоев заводского сварного шва не должно превышать 20 % толщины стенки при номинальной толщине до 16 мм и 15 % - при номинальной толщине свыше 16 мм.

Отклонение участка трубы длиной 200 мм со сварным соединением от окружности не должно превышать 0,15 % номинального диаметра трубы.

Смещение свариваемых кромок не должно превышать 10 % номинальной толщины стенки.

Концы труб должны быть обрезаны под прямым углом и иметь разделку кромок под сварку. Форма разделки кромок определяется техническими условиями, утвержденными в установленном порядке.

Косина реза торцов труб должна быть не более 2 мм.

Каждая труба должна проходить на заводах-изготовителях испытания гидростатическим давлением, в течение не менее 20 с, величина которого должна быть не ниже давления, вызывающего в стенках труб кольцевое напряжение, равное 95 % нормативного предела текучести.

Все сварные соединения труб должны быть полностью проверены физическими неразрушающими методами контроля (ультразвуком с последующей расшифровкой дефектных мест рентгеновским просвечиванием).

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 14   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

Сварные соединения на концах труб на длине 200 мм должны проходить дополнительный рентгеновский контроль.

Соединительные детали трубопроводов - тройники, переходники, отводы и днища(заглушки) - должны изготавливаться в соответствии с государственными или отраслевыми стандартами или техническими условиями, утвержденными в установленном порядке, из труб или листовой стали. Сталь в готовых соединительных деталях должна удовлетворять требованиям.

Ударная вязкость основного металла и сварных швов должна соответствовать требованиям. Требования к ударной вязкости для соединительных деталей диаметром 57 - 219 мм не регламентируются.

Для магистральных трубопроводов и коллекторов, обвязочных трубопроводов КС и НПС должны применяться следующие конструкции соединительных деталей:

- тройники горячей штамповки;
- тройники штампованные с цельноштампованными ответвлениями горячей штамповки;
- тройники сварные без специальных усиливающих элементов (ребер, накладок и т.д.) и тройники сварные, усиленные накладками;
- переходники конические, концентрические штампованные или штампованные;
- отводы гнутые гладкие, изготовленные из труб путем протяжки в горячем состоянии, гнутые при индукционном нагреве или штампованные из двух половин;
- отводы сварные секторные;
- заглушки эллиптические.

Соединительные детали должны удовлетворять следующим требованиям:

- длина сварных тройников должна быть равна не менее, чем двум диаметрам ответвления;

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 15   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

- длина ответвления не усиленных сварных тройников должна быть не менее половины диаметра ответвления, но не менее 100 мм;
- ширина накладки усиленного тройника на магистрали и на ответвлении должна быть не менее 0,4 диаметра ответвления, а толщина накладок приниматься равной толщине стенки усиливаемого элемента.

### 1.2.1. Транспортировка трубных секций и труб

При разгрузке и погрузке труб трубоукладчиками и кранами нужно применять траверсы, мягкие полотенца и канаты; разгрузка и погрузка труб увеличенной длины должны производиться с применением специальной оснастки. Только по лагам разрешается осуществлять перекатку труб и трубных секций.

Для перевозки труб и трубных секций выбор транспортных средств следует производить с учетом результатов технико-экономических расчетов в зависимости от дальности перевозок, объема грузов, местных условий и времени года.

Транспортные средства должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими сохранность как самих труб (секций, трубной арматуры), так и покрытий, нанесенных на них.

Перемещение труб и трубных секций волоком запрещается. Предельное количество труб и трубных секций перевозимых на автомобилях и тракторах, с учетом грузоподъемности машин и размеров труб определяется по табл. 2.

Таблица 2.

| Грузоподъемность,<br>т | Ø трубы, мм                       |  |    |         |    |    |         |    |    |       |    |    |        |    |    |    |
|------------------------|-----------------------------------|--|----|---------|----|----|---------|----|----|-------|----|----|--------|----|----|----|
|                        | 1420´17                           |  |    | 1220´13 |    |    | 1020´13 |    |    | 820´9 |    |    | 720´10 |    |    |    |
|                        | Длина трубы или трубных секций, м |  |    |         |    |    |         |    |    |       |    |    |        |    |    |    |
|                        | 12                                |  | 24 | 36      | 12 | 24 | 36      | 12 | 24 | 36    | 12 | 24 | 36     | 12 | 24 | 36 |
| 9                      | 1                                 |  | -  | -       | 2  | 1  | -       | 2  | 1  | -     | 3  | 2  | 1      | 5  | 3  | 1  |
| 18                     | 2                                 |  | -  | 1       | 3  | 2  | 1       | 5  | 2  | 2     | 5  | 3  | 2      | 7  | 5  | 4  |
| 30                     | -                                 |  | 2  | 1       | 3  | 3  | 2       | 5  | 3  | 2     | 5  | 5  | 3      | 9  | 9  | 5  |
| 50                     | -                                 |  | 2  | 2       | 3  | 3  | 3       | 5  | 5  | 5     | 6  | 6  | 6      | 9  | 9  | 9  |



Ширина дороги необходимая в зоне поворота исходя из вписываемости транспортных машин в прямоугольный поворот определяется по табл. 3.

Таблица 3.

| Ширина проезда на входе, м | Длина автопоезда, м              |    |      |    |    |
|----------------------------|----------------------------------|----|------|----|----|
|                            | 12                               | 16 | 20   | 24 | 28 |
|                            | Ширина дороги в зоне поворота, м |    |      |    |    |
| 5                          | 15                               | 18 | 22   | 26 | 28 |
| 10                         | 11,5                             | 14 | 17,5 | 20 | 23 |
| 15                         | 8                                | 12 | 14   | 17 | 19 |
| 20                         | 7,5                              | 9  | 12   | 14 | 17 |
| 25                         | 7                                | 8  | 11   | 13 | 15 |

Доставка секций и труб должна осуществляться на транспортных средствах (платформах), исключающих возникновение изгибающих нагрузок на тело трубы.

Транспортирование трубных секций длиной до 24 м в горных условиях на участках с уклонами 10-15° следует выполнять трубовозами на колесном ходу. На участках с уклонами более 15° следует применять машины на гусеничном ходу.

Для особо трудных участков трассы и пересеченной местности необходимо предусматривать дежурные тракторы-тягачи или тракторные самоходные лебедки.

При невозможности доставки труб и трубных секций автомобильными транспортными средствами непосредственно к месту монтажных работ на трассе следует предусматривать промежуточные пункты перегрузки трубных секций на гусеничные транспортные средства. Места размещения пунктов надо выбирать с учетом устройства разворотов транспортных средств и двустороннего проезда.

Пункты перегрузки должны быть обеспечены погрузочно-разгрузочными средствами.

При перевозке грузов через пустыни, полупустыни, тундру и тайгу у конечных станций железной дороги или пристаней, а также на трассе путей развозки материалов на расстоянии не более дневного перехода

транспортных средств должны быть организованы полевые опорные пункты, обеспеченные запасом питьевой и технической воды, пищи, топлива, передвижными ремонтными мастерскими, жильем и радиосвязью.

**2. Конструктивные решения магистральных трубопроводов**

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 18   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

Магистральные трубопроводы, как правило, прокладывают подземно. В исключительных случаях трубопроводы могут быть проложены по поверхности земли в насыпи (наземно) или на опорах (надземно). Такие прокладки допускаются в пустынях, горах болотах, на вечномёрзлых и неустойчивых грунтах, на переходах через естественные и искусственные препятствия.

Прокладка трубопровода осуществляется одиночно или в составе параллельных трубопроводов в общем техническом коридоре. Число ниток в техническом коридоре регламентируется предельным количеством суммарного объема транспортируемого продукта.

Глубина заложения трубопровода (от верха трубы) зависит от диаметра, характеристик грунтов местности и должна быть не менее (в м):

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| при условном диаметре менее 1000 мм                                                                         | 0,8 |
| при условном диаметре 1000 мм и более                                                                       | 1   |
| на болотах и торфяных грунтах подлежащих осуществлению                                                      | 1,1 |
| в песчаных барханах (считая от межбарханных впадин)                                                         | 1   |
| в скальных грунтах, болотистой местности при отсутствии проезда автотранспорта и сельскохозяйственных машин | 0,6 |
| на пахотных и орошаемых землях                                                                              | 1   |
| При пересечении искусственных каналов (от дна каналов)                                                      | 1,1 |

Расстояния от оси подземных и наземных (в насыпи) трубопроводов до населенных пунктов, отдельных промышленных и сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений должны приниматься в зависимости от класса и диаметра трубопроводов, степени ответственности объектов и необходимости обеспечения их безопасности.

Расстояния между параллельными нитками (при одновременном строительстве и строительстве параллельно действующему трубопроводу) следует принимать из условий технологии поточного строительства, гидрогеологических особенностей района, обеспечения безопасности при производстве работ и надежности трубопроводов в процессе эксплуатации.

|                                                   |      |          |         |      |      |
|---------------------------------------------------|------|----------|---------|------|------|
| Ширина траншеи по низу принимается не менее (мм): |      |          |         |      | Лист |
| Глава 1. Теоретическая часть                      |      |          |         |      | 20   |
| Глава 1. Теоретическая часть                      |      |          |         |      | 19   |
| Изм.                                              | Лист | № докум. | Подпись | Дата |      |
| Изм.                                              | Лист | № докум. | Подпись | Дата |      |

- для трубопроводов диаметром до 700 - D
- для трубопроводов диаметром 700 и более  $\sim 1,5D$
- при диаметрах 1200 и 1400 мм и при траншеях с откосом свыше 1:0,5, ширину траншеи допускается уменьшить до  $D+500$  мм.

### 3. Режущие устройства и способы резки труб

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 21   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

### 3.1. Основные способы ручной и полуавтоматической резки труб

Резка труб - одна из главных операций при выполнении монтажных работ. Как правило, резка производится механизированным способом с помощью специализированных роликовых и резцовых станков, либо станками общего назначения - приводные ножовки, станки с абразивными дисками (болгарки) и т. д.

Один из основных способов ручной и полуавтоматической резки стальных труб считается ручная ножовка. Этот способ считается самым долгим, утомительным, косо режущим и крайне медленным.

Ручная ножовка по металлу (рис.1) - инструмент, предназначение которого состоит в разрезании толстых листов профильного, круглого и полосового металла и в прорезании пахов, шлицев, вырезки/обрезки заготовок по контуру, а также прочих работ. Слесарная ручная ножовка включает ножовочное полотно и рамку (станок). На одном конце рамки расположена неподвижная головка с ручкой и хвостовиком. А на другом – подвижная головка с гайкой для натяжения полотна и натяжной винт. В головках ножовка по металлу имеет прорези: в них вставляется ножовочное полотно, прикрепляющееся с помощью штифтов.



*Рисунок 1. Ручная ножовка*

Ножовочное полотно – узкая и тонкая стальная пластина с 2 отверстия и с зубьями на одном ребре. Полотна могут быть изготовлены из стали таких

марок: Х6ВФ, Р9, У10А, твердость которых составляет HRC 61-64. В зависимости от своего назначения полотна могут быть машинными и ручными. Вставляются они в рамку зубьями вперед. Длина (размер) ручного ножовочного полотна может быть определена по расстоянию, имеющемуся между центрами отверстий, отведенных под штифты. Практически всегда используют ножовочные полотна, предназначенные для ручных ножовок толщиной  $h - 0,8$  и  $0,65$  мм, высотой – 16 и 13 мм, длиной  $L - 250-300$  мм.

С целью резки металлов в большинстве случаев пользуются ножовочными полотнами, шаг которых составляет 1,3-1,6 мм, а на длине 25 мм при нем насчитывается 17-20 зубьев. Чем разрезаемая заготовка толще, тем зубья должны быть крупнее, и напротив, чем заготовка тоньше, тем зубья ножовочного полотна должны быть мельче. Для металлов разной твердости используют полотна с таким количеством зубьев: угловая, полосовая и твердая сталь – 22, инструментальная сталь, чугун – 22, закаленная сталь средней твердости – 19, мягкие металлы – 16.

Самым простым и очень удобным инструментом так же считается ручная УШМ (рис.2). Режет камень, кафель, бетон и листовую сталь и конечно же стальную трубу.



*Рисунок 2. Ручная УШМ*

При всей простоте и удобстве, рез получается не ровным.

При диаметре трубы до 40 — 50 миллиметров практически идеальна. Единственный недостаток — трудно отрезать трубу точно под прямым углом к ее продольной оси.

Ручной труборез (рис.3) – удобное и эффективное, почти портативное устройство для разделки трубопрокатных изделий.

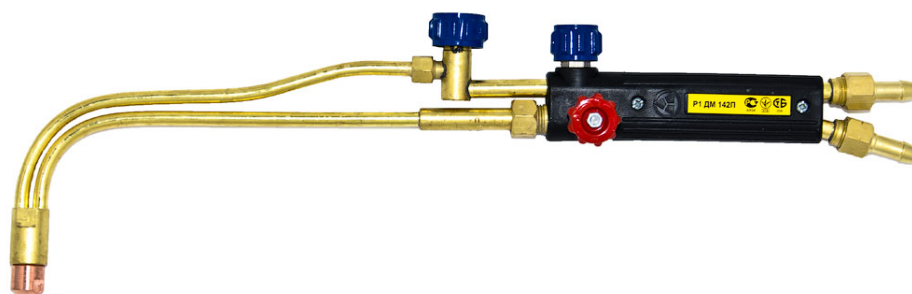


*Рисунок 3. Ручной труборез*

Ручной труборез для стальных труб или любого другого материала работает исключительно за счет силы человека. С одной стороны, возможно это и хорошо, что сам человек контролирует весь процесс, ведь контролирует все сам, и никакие нештатные ситуации не могут произойти, разве что может дернуть руку. В то время как у электрических машин имеется масса узлов, которые могут выйти из строя, постоянно требующие чистку и обслуживания технического состояния. Так же можно испортить трубу, за счет скачка напряжения или минутных неполадок мотора и т.д.

А с другой стороны, не каждая человеческая сила возьмет трубу, даже не смотря на то, что в ручном устройстве используется система рычагов для искусственного увеличения прикладываемой силы.

Газовый резак (рис. 4) относится к одной из разновидностей специального ручного агрегата для резки металлических изделий, которая производится с помощью их накаливания до высокой температуры.



|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

Рисунок 4. Газовый резак

В обиходе его называют автогеном или газовой горелкой.

Использование подобных аппаратов дает возможность разделять металлические листы на отдельные кусочки, как на большие, так и на маленькие (частицы могут быть и совсем мелкими, например, для ювелирной работы).

Аппараты при этом бывают специальными и универсальными, которые в свою очередь также делятся на безэжекторные и эжекторные и имеют разные характеристики.

Если говорить о способе резки, то здесь также существует несколько разновидностей: копьевая, поверхностная, разделительная и кислородно-флюсовая.

Та или иная разновидность назначается в зависимости от типа горючего раствора, который задействован в работе.

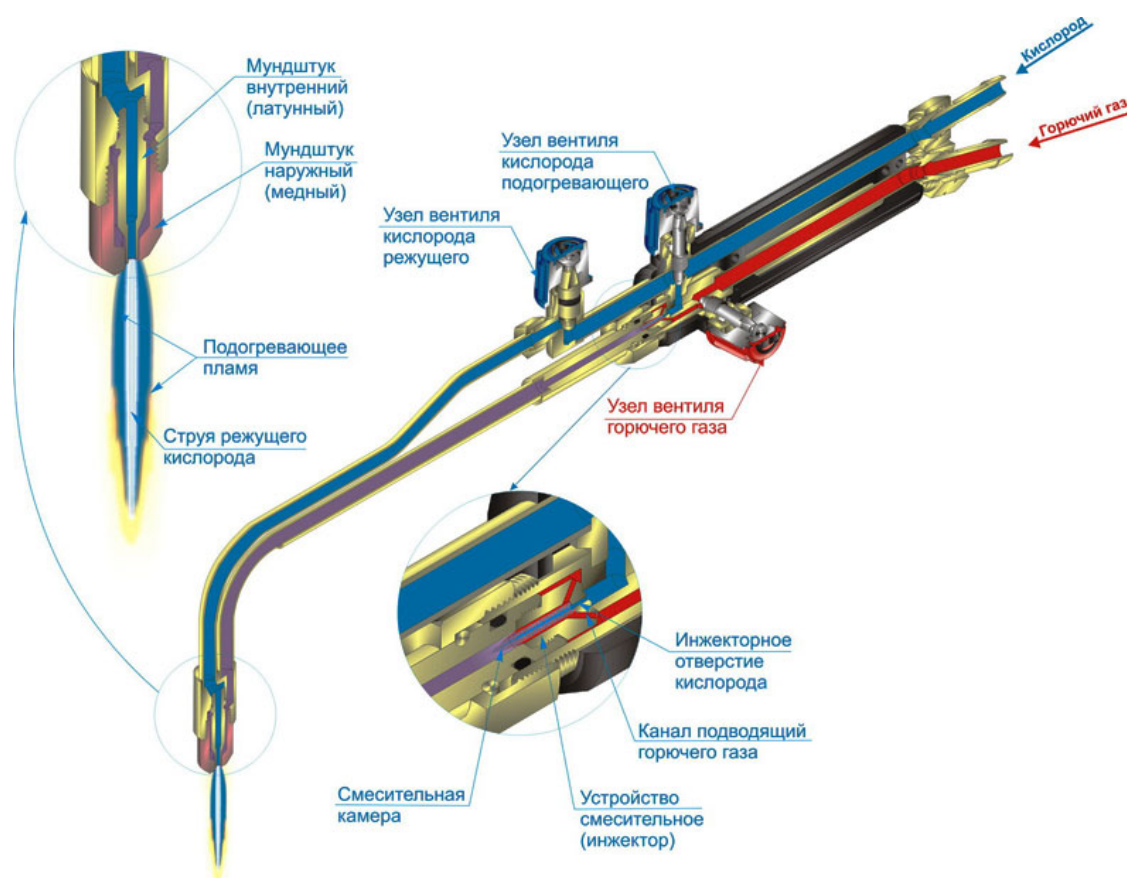


Рисунок 5. Газовый резак в деталях



Топливо для автогенов подается в газообразном состоянии и является источником их тепловой энергии.

Заправка может осуществляться пропаном, водородом, ацетиленом или даже парами керосина.

В основном газовые горелки применяют для монтажной работы на заводе или строительной площадке в промышленных целях, но для работы своими руками дома они тоже подходят (например, их применяют, производя ремонт машины).

В данном случае необходимо просто выбрать подходящий для вас тип горелки.

Так же газовый резак имеет разновидность резаков. Все они имеют разное устройство и характеристики.

Наиболее популярные из них:

➤ Кислородный аппарат представляет собой энжекторную установку, в которой горящую струю формирует поступающий под давлением кислород. Кислородный автоген считается одним из самых бюджетных аппаратов и вполне подходит для резки своими руками;

➤ Керосиновый резак, как понятно из названия, работает при помощи паров керосина. Как правило, им пользуются при разрезании углеродистой стали толщиной не более 20 см. Для резки своими руками он почти не применяется, так как отличается сложным устройством и применяется в основном в промышленных работах (характеристики горелки позволяют использовать ее в угольной или горнодобывающей промышленности, под землей, в то время как пропановый или ацетиленовый резак там использовать нежелательно);

➤ Пропановый аппарат применяется при резке изделий, в состав которых входят цветные и черные металлы разного состава (наиболее часто пропановый автоген используют при резке чугуна – батарей или труб). Профессионалы обращают внимание на безопасность и надежность, которые обеспечивает пропановый аппарат по сравнению с использованием других

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 25   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

агрегатов. Поэтому, именно пропановый автоген наиболее часто используют при выполнении работ своими руками. Кроме этого, если вы применяете пропановый метод резки, то можете быть уверены, что эффективность и производительность вам обеспечены;

➤ Ацетиленовой газовой горелкой пользуются, чтобы обрабатывать детали и листы, которые имеют большую толщину. На всех таких горелках стоят отдельные вентили, с помощью них можно ставить большую скорость и мощность подачи газа при работе. Существуют даже портативные резак, для работы которых нужна ацетиленовая смесь. Так как благодаря ацетилену пламя достигает наибольшей температуры, то, несмотря на компактный размер аппарата, им можно резать даже очень толстый металл. Такой портативный резак чрезвычайно удобен для использования своими руками и связи с этим пользуется большим спросом.

Но все же, наибольшей популярностью пользуются универсальные эжекторные аппараты. Универсальные автогены могут разрезать металл в любую сторону и под любым наклоном.

При этом они чрезвычайно удобны в эксплуатации и отличаются небольшим весом. Одной из последних разработок производителей считается газовый резак с пьезоподжигом.

Перед тем как начать пользоваться аппаратом, устройство необходимо подготовить.

Во-первых, смотрим, правильно ли подсоединены газовые шланги (шланг для подачи кислорода подсоединяется к штуцеру с правой резьбой, а шланг для подачи горючего газа к штуцеру с левой резьбой).

Во-вторых, подтягиваем все соединения и проверяем, насколько они герметичны, чтобы избежать утечки смеси во время выполнения работы.

Желательно провести смазку резиновых сальниковых уплотнителей вентилей с помощью специальной смазки или глицерина. Только после этого можно поджигать резак и начинать резать металл.

Последовательность чрезвычайно простая:

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              | 26   |

- открываем сначала вентиль с кислородом, потом вентиль с газом;
- поджигаем выходящую из устройства выпуска горючую смесь;
- регулируем струю пламени до необходимого размера и интенсивности с помощью вентиля;
- нагреваем металл, пока место нагрева не станет соломенного цвета;
- открываем вентиль с режущим кислородом и выполняем резку материала;
- завершив резку, перекрываем сначала газовый вентиль, затем кислородный;
- если наконечник сильно нагрелся, его можно опустить в холодную воду.

При работе следует быть чрезвычайно внимательными и не допускать ошибок.

Если вы выполняете резку своими руками, обязательно наденьте специальные перчатки и защитную маску.

Одежда при этом должна быть из натуральных материалов, желательно не надевать синтетику и легковоспламеняющиеся материалы при работе с огнем.

Следует производить резку металла только на специально подготовленной обезжиренной поверхности.

Если кислород вступит в контакт даже с небольшим количеством масла, то процент возникновения взрыва крайне высок.

Поэтому ни в коем случае нельзя касаться баллона масляными руками! Курить во время работы в помещении также строгойше запрещено!

Те, кто сталкивается с этим впервые, в большинстве случаев пугаются громкого звука, возникающего в этот момент.

В этом случае следует максимально быстро перекрыть сначала пропан, а потом кислород.

После использования газовый резак следует хранить в специально отведенном месте, исключающем попадание масла и жира.

Редукторы при этом хранятся отдельно, а резак и сварочную горелку можно класть вместе.

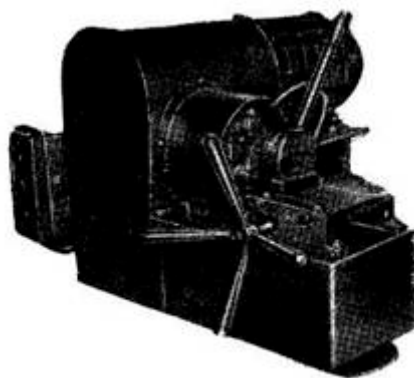
### 3.2. Нарезание и накатывание резьбы на трубах

Резьбовые соединения в технологических трубопроводах имеют ограниченное применение; их используют главным образом при прокладке систем густой смазки прокатных станов, коммуникаций контроля и автоматики, а также при монтаже обвязочных трубопроводов высокого давления условным диаметром от 6 до 200 мм.

В технологических трубопроводах наиболее распространены следующие виды резьбы: метрическая с крупным и мелким шагом; трубная цилиндрическая; трубная коническая. Метрическую резьбу с крупным шагом применяют для резьбовых соединений труб и деталей высокого давления с фланцами; трубную цилиндрическую для соединений труб (в том числе при соединении водогазопроводных труб диаметром до 150 мм с фланцами) арматуры и соединительных частей трубопроводов, работающих под давлением не более  $16 \text{ кгс/см}^2$ . Трубная коническая резьба предназначена для соединений труб, к которым предъявляются повышенные требования в отношении плотности (герметичности). Герметичность в этих соединениях достигается за счет плотного прилегания витков резьбы трубы и детали при затяжке без уплотняющих материалов. При прокладке коммуникаций контроля и автоматики такую резьбу применяют для условного давления не более  $160 \text{ кгс/см}^2$ .

Нарезку труб выполняют на специальных трубонарезных станках или вручную с помощью трубных клуппов (при незначительном объеме работ). Для машинной нарезки цилиндрических и конических резьб на концах труб предназначены трубонарезные станки С-225 и ВМС-2. Диаметр нарезаемой резьбы на этих станках составляет от 14 до 76 мм.

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              | 29   |



*Рисунок 6. Станок для нарезки конических трубных резьб*

Цилиндрические резьбы нарезают с помощью вращающейся резбонарезной головки с четырьмя тангенциальными плашками; конические резьбы нарезают плашками специальной конфигурации. Нарезаемую трубу закрепляют в подвижной каретке с ручным зажимом в станке (С-225) или пневматическим (в станке ВМС-2). Для нарезания трубных конических резьб от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{3}{8}$ " на трубах преимущественно систем маслосмазки прокатных станов применяют станок, показанный на рис. 6.

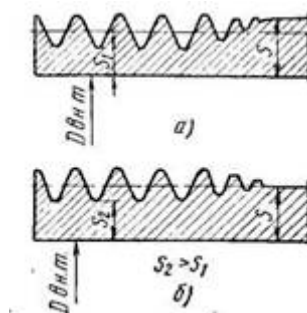
Для нарезания резьбы на трубах больших диаметров ( $D_H$  до 273 мм) могут быть использованы серийные трубонарезные станки ЭНН и 1983М, применяемые также для обработки труб коммуникаций высокого давления.

Выпускаемые в настоящее время водогазопроводные трубы обладают большим запасом прочности и теоретически могут выдерживать давления, во много раз превышающие испытательные. Однако в результате нарезания резьбы толщина стенки трубы 5 (рис. 7, а) резко уменьшается до  $S_1$  и, следовательно, нарезанный участок трубы становится наиболее слабым. Поэтому более толстая стенка на остальной длине трубы имеет излишние запасы прочности, что, по существу, приводит к перерасходу металла.

В последнее время при изготовлении резьбы на водогазопроводных и электросварных тонкостенных трубах получает все большее применение

способ накатывания. Особенность этого способа заключается в том, что резьба входит в стенку

трубы приблизительно на половину своего профиля, а полный профиль получается благодаря выдавливанию части металла из впадин между нитками резьбы (рис. 7,б). В результате наружный диаметр резьбы получается несколько больше наружного диаметра трубы, и тем самым значительно увеличивается толщина стенки трубы в месте накатки  $S_2$ .



*Рисунок 7. Трубная резьба, выполненная способом нарезки (а) и способом накатывания (б)*

Для машинного накатывания резьбы и ручного (при ремонтных и монтажных работах) применяются резьбонакатные плашки НПТ. Каждому типоразмеру плашек соответствует определенный размер или диапазон размеров накатываемых резьб. Плашки бесступенчато и точно можно регулировать в большом диапазоне, что обеспечивает получение требуемых классов точности резьбы при различных материалах. Для накатывания плашками НПТ на трубах резьбы от  $\frac{1}{2}$ " и до 2" применяются легкие и быстроходные полуавтоматические станки ВМС-5.

### **3.3. Резка труб трубопровода**

Резку труб при изготовлении и монтаже трубопроводов осуществляют газопламенным или механическим способом.

Газопламенный способ резки является наиболее распространенным и широко применяется для резки труб из углеродистой стали больших диаметров, для фасонной резки при изготовлении деталей и соединений

трубопроводов, а также при подгонке их в монтажных условиях. Применение газопламенной резки для труб из легированной стали ограничено.

Газопламенную резку труб выполняют вручную с помощью приспособлений и на специальных станках. Ручную резку осуществляют по разметке ручными ацетилено-кислородными, бензино- и керосино-кислородными резаками. Это весьма трудоемкий процесс, требующий высокой квалификации резчика. При ручной резке кромки труб и деталей получаются неровными, форма и углы фасок под сварку неправильными, в результате чего соединяемые трубы и детали плохо сопрягаются. После ручной резки требуется доводка кромки до требуемой формы и размеров. Доводку производят пневматическими зубилами, шлифовальными машинками и опиловкой напильником.

Более рациональна и эффективна машинная газопламенная резка с помощью специальных полуавтоматических приспособлений или станков. Особенностью таких приспособлений является простота конструкций, обслуживания и небольшой вес, вследствие чего они могут быть применены не только в стационарных, но и в монтажных условиях.

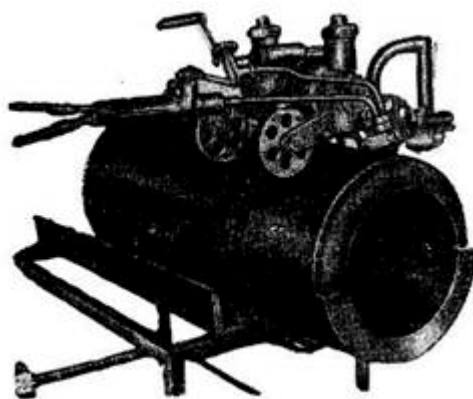
Для резки труб под прямым углом со снятием фаски под сварку используют труборезы ГРВ-2 и «Спутник».

Труборез ГРВ-2 (рис. 8) предназначен для резки труб диаметром от 108 до 450 мм с толщиной стенки до 38 мм. Труборез закрепляют непосредственно на трубе с помощью цепи. Четырехколесная каретка перемещает укрепленный на ней резак вокруг обрабатываемой трубы с помощью червячной передачи, вращаемой вручную за рукоятку. Цепь состоит из двух ветвей, соединенных между собой распорками. Натяжение или ослабление цепи осуществляется эксцентриковым устройством.

Машина «Спутник» предназначена для резки труб диаметром от 194 до 1100 мм. Конструкция ее аналогична конструкции трубореза ГРВ-2, но вместо ручного привода она имеет электрический, что облегчает работу и повышает производительность труда.

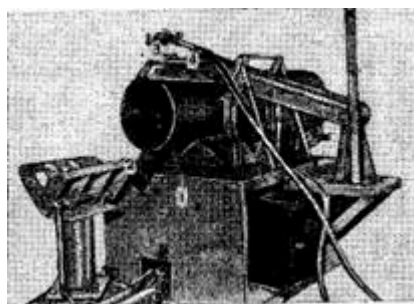
|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 31   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

На трубозаготовительных базах и заводах для газопламенной резки труб применяют преимущественно стационарные станки. На рис. 40 показан станок для газопламенной резки труб с условным проходом от 89 до 529 мм на патрубки длиной от 150 до 4000 мм под прямым углом с одновременным снятием фаски под сварку.



*Рисунок 8. Переносный труборез ГРВ-2*

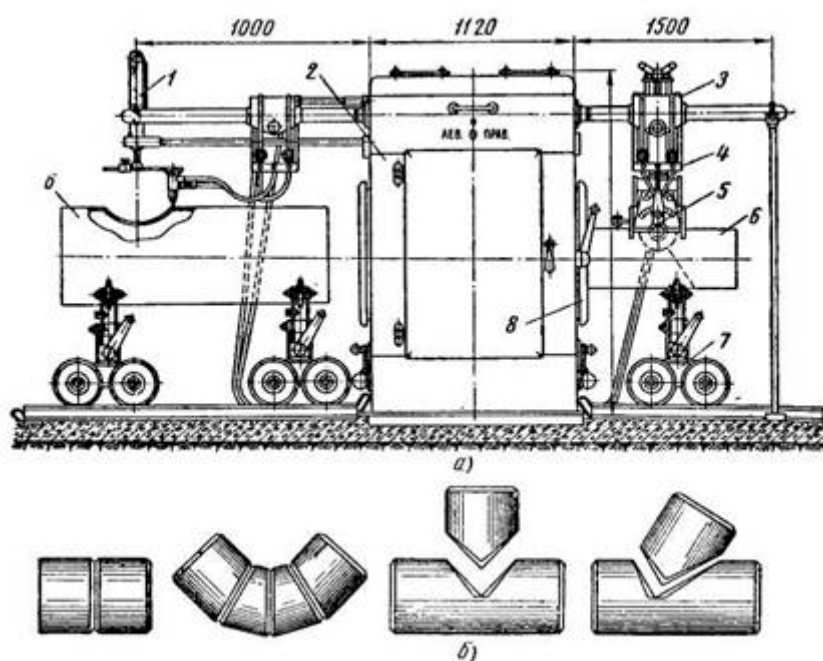
Станок работает следующим образом. К ведущим роликам 1 фрикционного вращателя 2 разрезаемая труба прижимается верхним роликом 4 с помощью пневмоцилиндра, что обеспечивает зажим труб разного диаметра без переналадки станка. Подвод и отвод резака 3 к трубе автоматический, так как его подвеска выполнена на одном рычаге с верхним прижимным роликом. Все основные и вспомогательные операции механизированы, в результате чего повышается производительность труда. Управляет станком рабочий-газорезчик с общего пульта.



*Рисунок 8. Станок для газопламенной резки труб на патрубки:  
1 — ведущий ролик, 2 — фрикционный вращатель, 3 — резак, 4 — прижимной ролик*



При значительном объеме фасонной резки труб диаметром от 108 до 529 мм целесообразно применять станок конструкции Н. М. Кудрявцева (рис. 9, а). На станке можно резать трубы под прямым углом, секторы сварных отводов, вырезать концы штуцеров под ответвления и отверстия в трубах для проходных и переходных тройниковых соединений без предварительной разметки и последующей механической обработки (рис. 9, б). Станок имеет станину 2, в которой размещен привод кулисы и механизм вращения трубы; узел правой стороны 3 для фасонной резки всех типов соединений труб (кроме вырезки отверстий для переходных ответвлений) и узел левой стороны для вырезки отверстий под переходные ответвления 1. Труба 6 находится на поддерживающей тележке 7 и при резке вращается, а резак 5 совершает возвратно-поступательное движение. При вырезке отверстий в трубах под ответвления труба неподвижна, а резак вращается вокруг вертикальной оси. Привод станка осуществляется от электродвигателя через конусный вариатор, червячный редуктор и пару цилиндрических шестерен. Труба зажимается в патроне 8 самоцентрирующимися кулачками с приводом от механизма вращения станка. Пульт управления станком расположен на передвижной штанге.



|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

*Рисунок 9. Общий вид станка для фасонной резки труб (а) и виды фасонных резов труб (б):*

*1 — механизм вырезки отверстий, 2 — станина, 3 — механизм фасонной резки, 4 — пульт управления, 5 — резак, 6 — обрабатываемая труба, 7 — тележка, 8 — патрон, 9 — привод*

Для вырезки отверстий под штуцера с условным проходом от 50 до 400 мм в трубах с условным проходом от 150 до 500 мм без предварительной разметки разработана переносная головка ПГР-2 (рис. 10).

Станина головки представляет собой призму, которая устанавливается на поверхности вырезаемой трубы и закрепляется с помощью цепи. На стойке станины имеется реечный механизм установки головки в нужное положение для разных диаметров, труб. При вращении рукоятки редуктор головки сообщает резаку вращательное движение с помощью дифференциала и возвратно-поступательное движение в вертикальном направлении. С помощью кривошипного механизма. Кривошипный механизм автоматически обеспечивает требуемый зазор между резак и поверхностью вырезаемого в трубе отверстия. Газораспределитель установлен на корпусе редуктора и имеет систему вентиля для регулирования подачи газа и кислорода к резаку. Головка имеет ручной привод, ее обслуживает рабочий-газорезчик. Все основные узлы головки выполнены из алюминиевого сплава, поэтому она легкая (ее вес 10 кг), и ее можно использовать в монтажных и стационарных условиях.



|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

*Рисунок 10. Переносное приспособление для вырезки отверстий под  
штуцера с  $D_y$  от 50 до 400 мм в трубах  $D_y$  от 150 до 500 мм*

Для механической резки труб на трубозаготовительных базах и заводах применяют отрезные, трубоотрезные станки, токарно-винторезные станки, выпускаемые серийно.

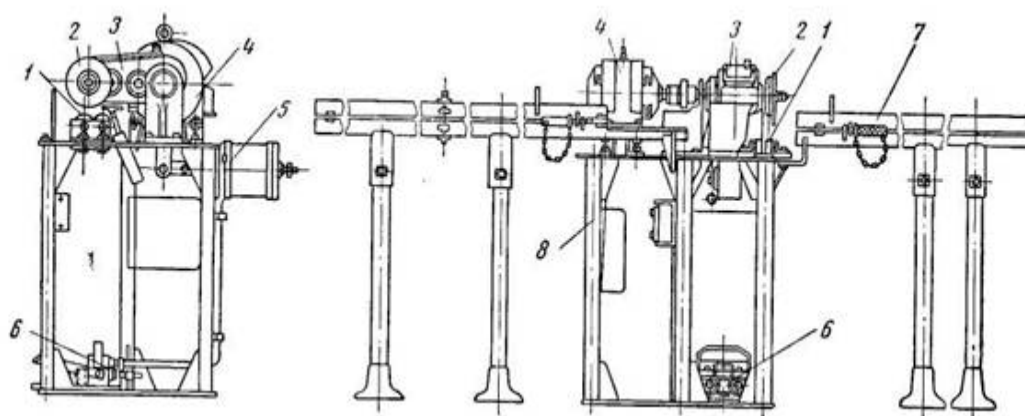
При механической резке получается ровный и чистый рез, и дополнительная обработка концов труб под сварку не требуется, снятие фасок на кромках под сварку осуществляется одновременно с резкой трубы.

Трубоотрезные станки обеспечивают резку труб с условным проходом от 10 до 400 мм. Эти станки выпускают четырех моделей: 9А151С5, 9152, 9Д153С1 и 9Д157. На этих станках стальные трубы разрезаются двумя отрезными резцами и с наружной поверхности снимаются фаски, а с внутренней заусенцы. Станки оснащены автоматическим упором. При отрезке труб большой длины возможна работа без упора.

На трубозаготовительных базах применяются также трубонарезные станки 9Н14 и 1983М. Данные станки предназначены для резки и обтачивания концов труб диаметром соответственно 30—190 мм и 70—290 мм и нарезания на них резьбы.

Для резки водогазопроводных и бесшовных труб диаметром от 10 до 76 мм гладким диском в условиях трубозаготовительных баз и заводов применяют трубоотрезной механизм ВМС-35 (рис. 11).

Опорой для трубы служат два вращающихся ролика 1, расположенных параллельно. При резке длинных труб устанавливается выносной роликовый штатив. При резке труба получает вращение непосредственно от режущего диска 2. После резки торцы труб не требуют снятия фаски под сварку, так как гладкий диск имеет конусную заточку и обеспечивает небольшой угол скоса кромок.



*Рисунок 11. Трубоотрезной механизм ВМС-35:*

*1 — опорные ролики, 2 —режущий диск, 3 — качающийся цилиндрический редуктор,  
4 — электродвигатель, 5 — пневмоцилиндр, 6 — педаль управления, 7 — защитный кожух для трубы,  
8 — станина*

Станок ПДМ-75 (рис. 12) предназначен для резки труб диаметром от 18 до 76 мм абразивным диском. Он состоит из качающейся рамы 3, на которой укреплен абразивный диск 1 диаметром 200 или 300 мм, защищенный кожухом. Абразивный диск приводится во вращение от электродвигателя 7 через клиноременную передачу шпинделя 5. Качающаяся рама с абразивным диском и приводом шарнирно связана со стойкой стола 2, на котором трубным зажимом 6 закрепляется отрезаемая труба. При резке, нажимая на рукоятку 4 качающейся рамы, осуществляют поперечную подачу режущего диска.

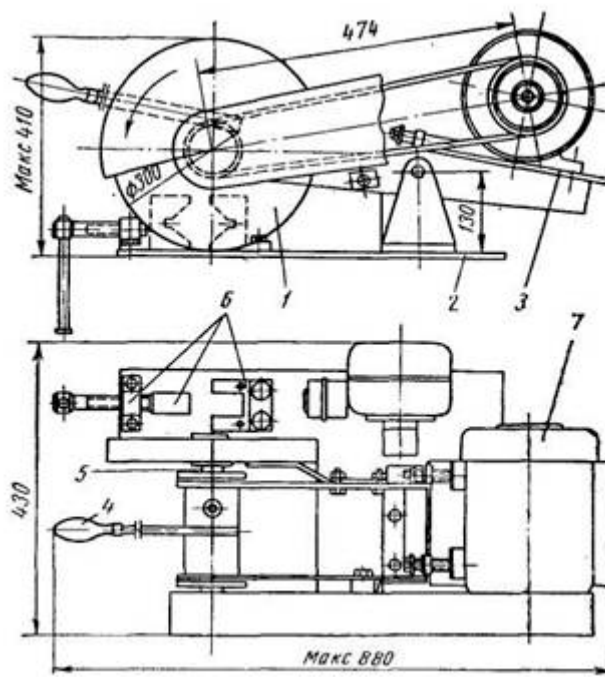


Рисунок 12. Станок ПДМ-75:

1 — абразивный диск, 2 — стол, 3 — качающаяся рама. 4 — рукоятка, 5 — шпиндель, 6 — трубный зажим, 7 — электродвигатель

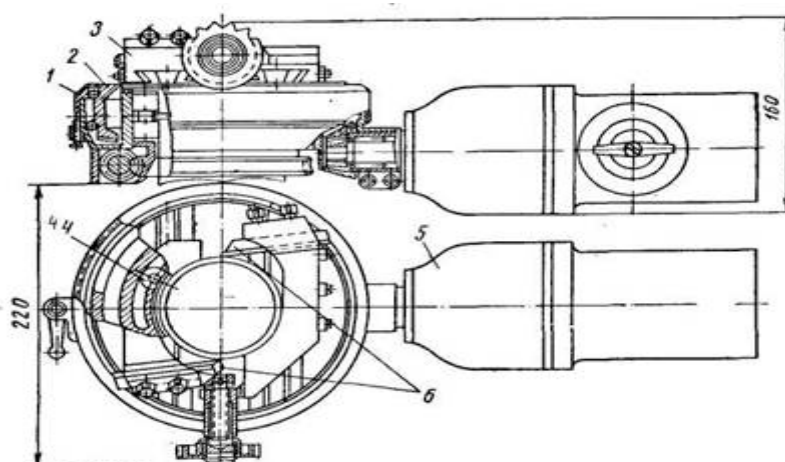


Рисунок 13. Переносной труборез типа ПТА:

1 — корпус, 2 — планшайба, 3 — суппорт с резцами, 4 — механизм крепления на трубе, 5 — привод, 6 — резцы

Для механической резки труб в монтажных условиях, в особенности для резки труб из легированной стали, широко применяют переносные труборезы. Как правило, они имеют небольшие габариты, что позволяет применять их на монтаже в стесненных условиях. Несмотря на многообразие

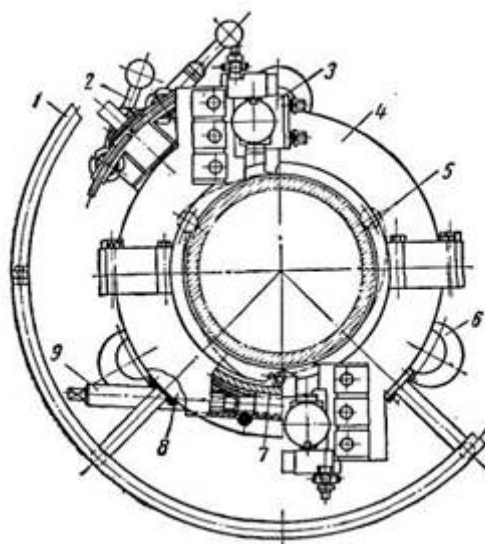
их конструкций, все труборезы в основном состоят из следующих узлов: корпуса, планшайбы, суппортов с резцами и механизмов для крепления станка на трубе, передачи вращения на планшайбу и управления суппортами (механизма подачи). Привод осуществляется от электро- или пневмосверлилки, а в некоторых случаях —от электродвигателя. С помощью труборезов можно разрезать трубы под прямым углом, снимать фаски под сварку, а также вырезать дефектные стыки на трубопроводах.

Труборезы переносные неразъемной конструкции (рис. 12) ПТА-42-32, ПТА-60-51, ПТА-83-76 и ПТА-108-89 (цифры указывают предельные диаметры перерезаемых труб) надеваются на трубу с обрезаемого конца.

Для перерезки труб диаметром от 133 до 299 мм и 550 мм применяют переносные труборезные станки 2Т-194, 2Т-299, Т-299 (рис. 14), Т-550.

Помимо отрезки труб и снятия фасок на этих станках можно обтачивать наружную и внутреннюю поверхности трубы на длину до 50 мм. Станки типа Т имеют разъемную конструкцию, что позволяет устанавливать их в любом месте трубы, типа 2Т — неразъемную; их устанавливают на трубу с торца.

Кроме вышеприведенных трубоотрезных станков и приспособлений в практике трубозаготовительных баз и заводов широко применяются различные конструкции труборезов, изготовленные новаторами производства. В перспективе большое применение найдет механизированный (электрический и пневматический) инструмент для резки труб абразивами в виде эластичных дисков. Резка таким инструментом дает очень точный и чистый рез.



*Рисунок 14. Переносной труборез Т-299:*

*1 — ограждение, 2 — механизм управления суппортом, 3 — суппорт с резцом, 4 — планшайба 5 — механизм зажима станка на трубе, 7 — сепаратор, 8 — корпус, 9 — червяк*

### **3.3.1. Внутренние и внешние труборезы**

Труборез представляет собой устройство или приспособление, используемое для обрезки труб согласно заданным размерам. Конструктивное исполнение труборезов заключается в следующем: упорный корпус, включающий режущие ролики. Через рычаг прилагается усилие на режущий ролик, которое преобразует давление, создаваемое на корпус трубореза, в его вращательные движения. Принцип приведения в действие механизма обрезки разный, он обуславливает подразделение труборезов на механические и электрические их виды. А материал, из которого изготавливаются трубы, также определяет типы труборезов.

Эти инструменты можно классифицировать следующим образом:

Труборезы, способные выдерживать большие нагрузки и резать трубы из стали и чугуна Ø макс. 12". Это универсальные труборезы, к классу которых относится также разновидность с хомутной защелкой. Это нестандартное инженерное решение, предоставляющее инструменту возможность обрезки труб Ø до 324 мм.

Следующая категория труборезов предназначена для обрезки труб из меди, латуни и труб из нержавейки с тонкой стенкой. Данный вид труборезов применяется также для резки труб из пластика и металлопластика. Пластмассовые трубы обрабатываются труборезами, когда необходимо соблюсти точные размеры и сделать прямолинейный срез.

К третьей группе труборезов относятся труборезы, предназначенные для резки и обрабатывания труб из керамики, чугуна и асбоцемента.

В бытовых целях и с целью выполнения ремонта применяются труборезы, оснащённые механическим приводом, а электрические приводы на труборезах чаще применяются для выполнения работ однотипного плана и массового характера. Чтобы работать с труборезами, оснащёнными электрическим приводом, необходимо иметь специальные профессиональные способности.

Прежде, чем начать обработку трубы в виде резки, необходимо предварительно смазать место реза маслом или смочить водой. Для пластиковых и металлопластиковых изделий в этом необходимости нет. Труборез насаживается на трубу в том месте, где предполагается резать; затем подвижный ролик подводится вплотную к поверхности при его вращении. После начала контакта ролика с материалом трубы труборез начинает делать вращательные движения по диаметру трубы, вращаясь туда-сюда (прямо и обратно). Прижимной механизм оказывает большое усилие на ролики, под воздействием которого ролики сжимаются. Данный процесс повторяется до тех пор, пока труба не будет полностью разрезана. Слишком сильное усилие давления на ролики приводит к тому, что они глубоко проникают в трубу, что приводит к быстрому износу режущей кромки трубореза. Режущие движения должны выполняться постепенно, без стопорных усилий. При подклинивании трубореза следует ослабить прижим роликов, достигнув тем самым свободного хода вокруг трубы. Далее можно снова попытаться усилить прижим роликов относительно трубы. Существуют труборезы в различном конструктивном исполнении и в



различной комплектации, которая объясняется количеством роликов, предназначенных для резки труб.

По конструкции труборезы бывают одно-, двух-, трех- и даже четырехроликовые. Самая простая конструкция включает один режущий ролик и две направляющие. В случаях, когда труборез не может сделать полный оборот вокруг трубы, применяют трёхроликовые устройства. В подобных случаях иногда применяют и новые модификации четырехроликовых труборезов. При использовании электрического привода труборез оснащается широкими опорными роликами, которые способствуют стабилизации вращательных движений приспособления.

Материалы, из которых изготавливаются трубы, имеют свои характеристики прочности, поэтому и труборезы должны иметь разную специфику, являясь незаменимым инструментом при установке труб отопления, водопроводной системы и системы снабжения, при монтаже газовых трубопроводов и труб канализационных систем.

По техническим характеристикам различают труборезы механические, ручные, электромеханические и электрические. Соответственно, на любой трубе, будь она из меди, чугуна, стали, пластика или керамики, можно отрезать любую длину. Важно, чтобы труборез в месте разреза плотно и надёжно обхватывал трубу. Плотность обхвата обеспечивает аккуратную и точную кромку. И все же каждый вид труборезов имеет свои особенности, которые и определяют необходимость приобретения того или иного вида инструмента. Ручной труборез режет трубу, благодаря физическому усилию мастера. При использовании электрического трубореза мастер выполняет ту же работу, но экономит свои силы и энергию. Однако каждый вид труборезов предназначается для резки труб в разных условиях и в определенных ситуациях.

По принципу действия труборезы также подразделяются на различные виды инструментов: ручные, электрические, гидравлические, пневматические.

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 41   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

Ручные, как самый простой и дешевый вид труборезов, применяются в основном для бытовых целей, используя для осуществления действия мышечную силу человека. Для работы данным инструментом нет необходимости в специфических навыках.

Электрический тип труборезов оснащается, соответственно, электрическим двигателем, который запускает труборез в действие.

Мышечной нагрузки человека они не требуют, трубы режут быстро и легко. Компактные модели используются в бытовых целях, а более громоздкие и массивные находят применение в производствах промышленного масштаба. Устройства электрического типа подключаются к обычной электрической сети 220. Труборезы с электрическим приводом используют роликовую систему удержания и вращения трубы. Режущий диск, изготавливаемый из твердого сплава, подается к зоне распила. Подача происходит вручную или при помощи пневматического привода. Такие труборезы применяют при работе с большими объёмами, они способны делать до 60 резов, обрабатывая трубу толщиной до 350 мм.

Труборезы гидравлического типа оснащены поршнем, штоком и гидравлическим насосом. Их не надо подключать к электрической сети, принцип их действия основан на давлении жидкости. Насосом создаётся давление на поршень, и труборез приводится в действие. При падении давления воды резцы приходят в исходное положение. Характеристики мощности у труборезов данного типа значительно ниже, чем у электрических.

Труборезы пневматического типа используют, как правило, при резании труб большого размера, их Ø может достигать 130 см. Они могут иметь различные резцы, в зависимости от материала труб, для которых их используют. Ими режут как пластиковые трубы, так и трубы из твёрдого чугуна. Модели труборезов пневматического типа довольно громоздкие, имеют большие размеры и массу. Для передвижения таких труборезов используются специальные тележки.

В отношении механических труборезов следует сказать пару слов о существовании их нескольких типов:

➤ о конструкции роликовых труборезов мы уже упоминали выше. Процесс резания происходит при проворачивании конструкции вокруг трубы, при этом происходит съём металлического слоя. Каретка, оснащённая направляющими роликами, время от времени подтягивается при поворачивании винтовой рукоятки, создавая необходимый прижим диска к поверхности обрабатываемой трубы.

➤ следующий тип механических труборезов – хомутные устройства, имеющие разъемную конструкцию, которая гарантирует в процессе резания полный обхват трубы. Пары режущих роликов размещаются в неподвижной и прижимной зонах трубореза, благодаря чему нагрузка распределяется равномерно. Хомутные труборезы находят применение при резании металлических труб в ограниченном пространстве.

➤ поворотные механические труборезы оснащены режущими элементами, размещёнными симметрично в двух областях полностью разъемной конструкции. Кольцо разъемной конструкции поворотного трубореза настолько большого диаметра, что позволяет резать металлические трубы Ø до 1000 мм.

➤ пистолетными труборезами механического типа режут, как правило, конструкции пластиковых труб. В качестве режущего элемента в таких труборезах используются обычные лезвия, изготавливаемые из закаленной стали.

Существует взаимосвязь между технологией резания материала и конструкцией используемого трубореза, которая позволяет классифицировать все режущие устройства на следующие типы режущих агрегатов:

➤ устройства, предназначенные для термической резки, они скорее испаряют, чем разрезают материал;

➤ гильотинный тип устройств, у которых для разделения применяется высокое давление, сосредотачиваемое на самом кончике режущего элемента;

➤ шлифовальные машинки, которыми стачивают слои разрезаемого материала;

➤ труборезы классического образца, которые для резания используют режущий инструмент.

Роль самого эффективного трубореза могут выполнять сразу несколько машин для резки:

➤ машиной безогневой резки труб можно обрабатывать материалы с высокой степенью горючести. Сюда можно отнести все полимерные материалы, большая часть которых плавится при температуре около 180-200 °С;

➤ лучшим вариантом для резки медных труб является труборез роликовый ручной, он великолепно режет тонкостенные трубы из таких дорогостоящих материалов, как латунь и бронза. А медь, имея высокие характеристики прочности, очень пластична и легко поддается резке ручным труборезом;

➤ газорезательной машиной для резки труб можно обрабатывать только трубы из стали, ибо перегрев чугуна в месте контакта резака и тела трубы плохо сказывается на свойствах материала и мешает должным образом выполнить процесс резки;

➤ трубы, изготовленные из многокомпонентных материалов, режутся, как правило, ручной гильотиной, т.е. ножницами. Усиленный слой из алюминия очень тонкий, а основа из полимерного материала – слишком мягка;

➤ для труб из бетона или керамики лучшим труборезом может служить обычная углошлифовальная машинка, так как ни керамика, ни бетон не реагируют на огонь, а ножницы просто разрушат трубу из таких материалов;

➤ крупногабаритные трубопроводы разделяются на элементы устройством для резки труб в цехе, на стройплощадке, или даже в траншее. Для резания трубопровода в траншее под обрезаемую трубу делается подкоп глубиной макс. 30-35 см, что позволяет режущему устройству перемещаться вдоль окружности в месте будущего реза даже без присутствия оператора (при наличии автоматики). Данные труборезы обеспечивают ровные и качественные разрезы, что очень важно при резке труб с большими диаметрами. Недостаток состоит в достаточно высокой стоимости подобного трубореза.

Широкое применение в нефтяной, газовой и горной промышленности при ремонте и ремонтно-восстановительных работах на трубопроводах, извлекаемых впоследствии из скважин, находят скважинные труборезы: механические внутренние и наружные, гидравлические внутренние.

Назначение внутренних труборезов состоит в частичном отрезании в скважине колонны бурильных, обсадных или насосно-компрессорных труб, которые впоследствии извлекаются на поверхность для выполнения ремонтно-восстановительных работ.

Труборезы скважинные внутренние включают в себя корпус, несколько (3-5) резцов, клиновое устройства подачи резцов (оснащено подшипником скольжения) и пружину, обеспечивающую лёгкую и плавную передачу усилия на резцы, плашки заякоряющего узла, шток, наконечник, блок фрикционных пружин с устройством фиксации, чтобы при транспортировке зафиксировать заякоряющий узел. Резцы устанавливаются на шарнирах в пазах корпуса, расположенных в продольном направлении. Плашки перемещаются по пазам, обеспечивая заякорение трубореза в разрезаемой трубе. Это возможно на любой заданной глубине скважины. Гидравлические скважинные труборезы включают в себя переводник, корпус, цилиндр, наконечник центратора и, соответственно, поршень. Резцы также размещаются в пазах корпуса. Клинья, размещённые на поршне, способствуют выдвиганию ножей и пружины. В полости выше дросселя,

установленного в наконечнике, образуется при промывке давление, толкающее поршень по направлению вверх. Из клиньев при этом выдвигаются режущие ножи. Останов промывки заставляет пружину вернуть поршень в исходное положение.

Стоит сказать несколько слов о существовании кумулятивных труборезов, служащих для поперечного деления труб в обсаженных и необсаженных скважинах, в нефтяных, газовых, геологоразведочных и других скважинах. Они перерезывают насосно-компрессорные, обсадные и бурильные трубы. После погружения трубореза на необходимую глубину на взрывной патрон подается электрический импульс. Взрывной патрон срабатывает, передавая иницирующий импульс на приемо-передаточное устройство детонации и на кольцевой кумулятивный заряд. Кумулятивный заряд детонирует, образуя кумулятивную струю в виде кольца, которая пробивает стенку корпуса и перерезает какую-либо трубу из выше названных видов труб. Наружная обсадная колонна, если таковая имеется в наличии, не повреждается при этом. Недостатком данного типа трубореза является значительное фугасное воздействие на трубу в месте реза, при котором образуются деформации и продольные трещины на теле трубы, препятствующие захвату аварийным инструментом.

В различных сферах производства активно применяются переносные труборезы, множество и разнообразие которых определяют области их применения и основное производственное назначение:

- переносные труборезы, оснащённые ручным приводом, предназначенные для обрезки труб и снятия фасок на концах труб (снаружи и внутри) газовым резаком; данные резаки находят применение при ремонтах, в процессе изготовления, а также монтаже трубопроводов;
- переносные труборезы для резки труб под сварку; два резца одновременно режут трубы под прямым углом и снимают фаски под сварку;
- для механизированной резки труб, изготовленных из стали;

➤ для резки труб, имеющих Ø 159 - 377 мм, применяются переносные труборезы, оснащенные газовым резаком и велосипедной цепью; имеют разъемную конструкцию, позволяющую размещать труборез в любом месте трубы и при любом её положении;

➤ для ацетиленокислородной разделительной резки труб из стали; резак используется в качестве режущего инструмента и имеет облегчённую конструкцию; этот вид труборезов имеет ручной привод, режет трубу перпендикулярно ее образующей, выполняет резку с односторонней разделкой под сварку, режет неподвижные трубы и может быть установлен в любом месте по всей длине трубы;

➤ для механической резки труб; данный труборез включает привод от электрической сверлильной машины, механизма зажима для фиксации трубы и отрезную головку, которая представляет собой неподвижный корпус с вращающимся суппортом.

Переносные труборезы различны по типу рабочего инструмента.

Трубы можно делить и резать с помощью токарных резцов, фрезами, посредством абразивных кругов, с помощью режущих роликов.

При механической резке труб переносными труборезами следует заранее укрепить отрезаемый и остающийся участки трубы, так во время обработки режущий инструмент может заедать и сдвинуть кусок трубы, что может привести к травме. При работе труборезом место реза следует смазывать машинным маслом или раствором мыльной воды, о чем уже упоминалось выше. Место обреза на трубе должно быть чистым, не иметь внешних и внутренних заусенцев, угол обреза должен быть прямым к оси трубы. Механическим способом трубы обрезают при помощи труборезов переносных газопламенным методом.

Продолжая разговор о промышленных труборезах, оснащенных достаточным количеством сменных режущих элементов (ножей, дисков, звёздочек) следует заметить, что при возникновении необходимости изменить на труборезе соотношение скоростей резания и подачи режущего

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              | 47   |

инструмента при переходе к резанию труб из другого материала, достаточно лишь изменить передаточное отношение на цепных передачах. Это достигается путем замены ведущих звездочек на сменные звездочки с другим  $\Phi$ , которые имеются в комплекте инструмента-трубореза. После замены различных сменных режущих элементов при обработке труборезом можно достичь:

- чистую обработку торцевых концов на трубах;
- ровные резы на разделенных участках;
- профильные резы (V- и U-образные канавки под процедуру сварку).

Итак, такой инструмент, как труборез промышленного исполнения, готов выполнять все операции по обработке труб: отрезку труб перед прокладыванием трубопроводов, образование фасок на торцевых концах труб перед свариванием, разрезание и иной вид обработки уже проложенных в траншеях труб. Независимо от того, о каких трубах идет речь (чугунных или стальных), предназначенных для нефти, газа или воды, применяемых для магистральных трубопроводов, в системах коммунальной сети питания, электростанций или технологических установок, или же для изготовления сосудов, промышленная эксплуатация трубореза должна обеспечивать высокую точность, отменное качество и высокую производительность процесса резания при достаточно невысоком потреблении энергии и в стесненных условиях ремонта или профилактических работ на трубопроводах.

Наряду с профессиональными труборезами, описанными нами выше, существует разное оборудование, с помощью которого можно порезать или поделить трубы. Это:

- дисковые пилы;
- отрезной станок дисковый;
- резка труб лазером;
- ленточнопильный станок.



Оборудование для резки стали лазером представляет собой стол с закреплённой на нём лазерной головкой. Во время процесса резки поверхность стальной трубы не повреждается, ибо нет контакта головки с трубой. Существует специальная оснастка, с помощью которой труба фиксируется и режется по всей длине. Пожалуй, лазерному способу деления труб присущи лишь одни преимущества: безотходный процесс деления труб, не требуются специалисты только высокой квалификации, способ безопасный, делаются разрезы минимальных размеров, нет термических воздействий, не образуются трещины в процессе резки.

Дисковыми пилами выполняют порезку труб при небольших объёмах работы. Пилы легко размещаются на полу или в маленьком помещении. Благодаря балансировке можно сделать рез под любым углом, поскольку оборудование проворачивается вокруг трубы без каких-либо усилий. Если трубы делят ручными дисковыми пилами, торцы труб имеют заусенцы и большую шероховатость. Минусом этого метода считается невысокая производительность, поэтому используют его редко и чаще в бытовых условиях.

Дисковый станок (автоматический) используется для точного разреза труб разной формы и под прямым углом, оставляя поверхность с ровной кромкой и незначительным количеством заусенцев. Труба режется перпендикулярно или под углом до 45 градусов. В зависимости от толщины стенки труб должны правильно подбираться отрезные диски. В противном случае будет нарушен технологический процесс, и вместо качественного деления можно получить сплошной брак. Ленточнопильный станок представляет собой труборез для труб, изготовленных из стали, и позволяет распиливать металлопрокат макс. Ø 33 см. Положительными моментами распила данным устройством являются: высокая точность при распиле, края труб не имеют заусенцев, ширина реза составляет макс. 1,5 мм, достаточно высокая производительность, распил возможен под углом до 60°.

Разнообразие труб, областей их использования, материалов на их изготовление порождает многообразие выбора труборезов для их обработки. Главное, чтобы инструмент имел подходящий вес, обеспечивал достаточную степень точности реза, был способен работать на высокой скорости, был безопасен в эксплуатации, портативен (если он бытовой), прост и легок в работе и управлении и имел большой диапазон возможностей.

### 3.3.2. Машина термической резки труб

Если к направляющим вальцам ручного трубореза вместо режущего колесика из твердого сплава приделать газовый резак, то получилась так называемая машина термической резки труб (рис.6).



*Рисунок 6. Машина термической резки труб*

В общем случае машины для резки труб представляют собой тележку, которая едет по поверхности трубы строго перпендикулярно ее оси, и газовый резак (или два резака), который на ней закреплен. Направляющей для тележки служит охватывающий трубу хомут или цепь.

Машина "Орбита-БМ" с электроприводом предназначена для кислородной точной резки труб с использованием насыщенного углеводорода (ацетилена). Машина "Орбита-БМ" также имеет функцию снятия фаски под углом 0—40 градусов. Машина зарекомендовала себя при строительстве магистральных нефтегазопроводов и в условиях промышленных предприятий при относительной влажности воздуха до 90% и температуре окружающей среды от -40°С до +40°С и.

*Таблица 4. Технические характеристики машины переносной ручной  
модифицированной для резки труб (Орбита-БМ)*

| Наименование показателя                                                                                                               | Норма                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Диаметр разрезаемых труб, мм                                                                                                       | 530, 720, 820, 1020, 1220, 1420 |
| 2. Толщина стенок труб, мм                                                                                                            | 5 — 75                          |
| 3. Диапазон регулирования скоростей перемещения<br>резака, мм/мин                                                                     | 100 — 1200                      |
| 4. Несовпадение начала и конца реза, мм, не более:                                                                                    | ±1                              |
| 5. Подводимое напряжение питания, В:                                                                                                  |                                 |
| - к ходовой части                                                                                                                     | 24                              |
| - к блоку питания                                                                                                                     | 220                             |
| 6. Частота питающей сети, Гц                                                                                                          | 50                              |
| 7. Потребляемая мощность, Вт, не более                                                                                                | 110                             |
| 8. Неравномерность скорости перемещения резака при<br>температуре окружающей среды 20°C и номинальном<br>напряжении сети, %, не более | ±15                             |
| 9. Качество поверхности реза по ГОСТ 14792-80 при<br>использовании кислорода чистотой не ниже 99,5%                                   | K0320                           |
| 10. Число одновременно работающих резаков, шт.                                                                                        | 2                               |
| 11. Наибольший расход газов на один резак, м³/ч                                                                                       |                                 |
| - кислорода                                                                                                                           | 12                              |
| - ацетилена                                                                                                                           | 0,55                            |
| 12. Рабочее давление газов перед резаком, МПа (кгс/см²)                                                                               |                                 |
| - кислорода                                                                                                                           | 1,2 (12)                        |
| - ацетилена                                                                                                                           | 0,08 (0,8)                      |
| 13. Масса нетто, кг, ± 5%                                                                                                             |                                 |
| - машина в комплекте                                                                                                                  | 33,5                            |
| - опора (бандаж)                                                                                                                      | 17,5                            |
| 14. Уровень звукового давления, дБ, не более                                                                                          | 80                              |
| 15. Коэффициент внутрисменной загрузки                                                                                                | 0,6                             |
| 16. Режим работы                                                                                                                      | двухсменный                     |
| 17. Габаритные размеры, мм, не более:                                                                                                 |                                 |
| - блока питания                                                                                                                       | 260 x 200 x 180                 |
| - ходовой части со штангой                                                                                                            | 344 x 518 x 447                 |
| 18. Наименьшее расстояние от оси резака до корпуса<br>машины, мм                                                                      | 100                             |

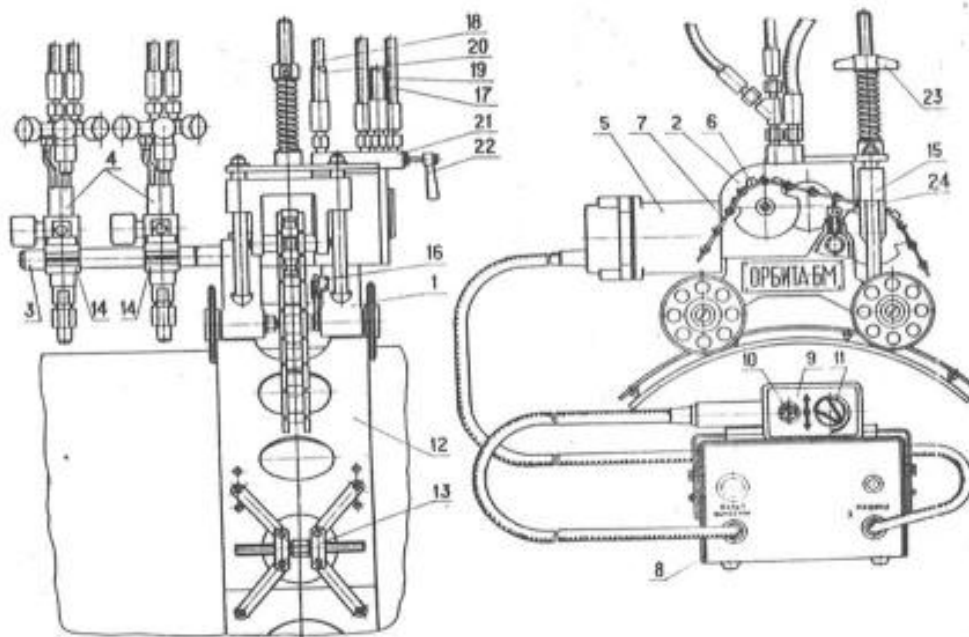


Рисунок 7. Машина «Орбита-БМ»

1 - Самоходная тележка, 2 - Ведущий механизм, 3 - Штанга, 4 - Резак, 5 - Электродвигатель, 6 - Звездочка, 7 - Цепь приводная, 8 - Блок питания, 9 - Переключатель скорости с напряжением 24V, 10 - Тумблер, 11 - Резистор, 12 - Опора (бандаж), 13 - Стальной замок, 14 - Блок резки, 15 - Натяжное устройство, 16 - Крючок, 17 - Рукав кислородный, 18 - Рукав ацетиленовый, 19 - Рукав кислородный, 20 - Рукав ацетиленовый, 21 - Коллектор газовый, 22 - Флажок, 23 - Маховик, 24 - Винт стопорный, 25 - Опора держатель под резак.

Машина (рис.7) состоит из следующих частей:

- самоходной тележки;
- блока питания;
- переключатель скорости с напряжением 24В;
- опора (бандаж);
- цепи;
- натяжного устройства;
- двух блоков резки.

Примечание: В связи с постоянно ведущейся работой по улучшению конструкции машины завод оставляет за собой право вводить в конструкции

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              | 52   |

изменения, не указанные в настоящем паспорте и не влияющие на технические параметры машины.

Самоходная тележка (1), с расположенным на ней ведущим механизмом (2), служит для перемещения штанги (3) с резаками (4) по окружности перпендикулярно оси трубы. Движение тележки осуществляется с помощью электропривода, состоящего из электродвигателя постоянного тока (5), редуктора с передаточным числом  $i = 540$ , звездочки (6) и приводной цепи (7).

Электрическая часть машины обеспечивает управление машиной:

- включение, выключение питания машины;
- движение машины вперед, назад;
- плавное бесступенчатое регулирование скорости перемещения.

При резке необходимо следить за правильной формой пламени и постоянством состава подогревающей смеси, постоянством скорости, неизменностью установленного расстояния мундштука резака от разрезаемого металла.

Газотокопроводящие шланги не должны мешать движению машины.

По мере передвижения машины необходимо время от времени подбрасывать шланги за движущейся машиной. Шланги нужно оберегать от попадания на них искр при резке. При прекращении реза закрыть вентиль режущего кислорода, выключить двигатель машины и погасить пламя, закрыв вентили режущего и подогревающего кислорода и горючего газа.

При прекращении работы на продолжительное время необходимо отключить машину от электросети и прекратить подачу газов от источников питания.

### 3.3.3. Резка и обработка концов труб

Трубы высокого давления изготавливают из сталей марок сталь 20, 15ХФ, 40Х, 15ХМ, 30ХМА, ЭИ-578 и ЭИ-579. Каждая партия труб должна иметь паспорт с приложением сертификата, удостоверяющим соответствие труб требованиям технических условий.

При разрезке труб на несколько патрубков на каждый из них наносят номер партии разрезанной трубы, марку и присвоенный трубе номер с добавлением номера патрубка, а также клеймо организации, производившей заготовку труб. У каждого патрубка проверяют наружный и внутренний диаметр, толщину стенки и поверхность торца (нет ли дефектов — расслоений, трещин, выходов волосовин).

Резьбы для соединений деталей трубопроводов выполняют по классу точности 2а. Все нитки резьбы должны быть полными, чистыми и без срывов, заусенцев и забоин. Нитки с сорванной резьбой бракуют. Проверять резьбу на трубе надо предельными резьбовыми калибрами или резьбовым микрометром. Расточку и шлифование конической уплотнительной поверхности на торце трубы под углом  $20^\circ$  необходимо выполнять с одной и той же установки трубы на станке после нарезки. Конус проверяют шаблоном. Качество обработки конической поверхности должно соответствовать классу чистоты 8, поэтому после обработки резцом ее шлифуют наждачным полотном и пастой ГОИ.

Готовые трубы полагается транспортировать с наваренными фланцами и защищенными уплотнительными поверхностями и внутренними полостями.

Трубы из легированных сталей разрезают преимущественно механическим способом (резцом или абразивным диском). Для легированных сталей 10Г2, 15М, 12МХ, 15ХМ допускается применение газопламенной резки. Для сталей Х5М, Х5ВФ и 30ХМА газопламенная резка возможна лишь в исключительных случаях. Перед газопламенной резкой этих сталей и им подобных места реза надо предварительно подогреть до  $200\text{—}250^\circ\text{C}$ ,

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              | 54   |

После резки кромки труб должны медленно охлаждаться. Затем кромки необходимо зачистить переносным шлифовальным кругом на глубину 1—2 мм (от максимальной впадины реза) и тщательно проверить, нет ли трещин. При наличии трещин кромки надо зачищать шлифовальным кругом до полного их удаления.

Для аустенитных сталей, например 1X18H10T, X18H11Б, X17H13M2T, можно применять кислородно-флюсовую и воздушно-дуговую резку.

Огневые способы резки аустенитных сталей вызывают нагрев металла у кромки, что приводит к неблагоприятным структурным изменениям. Поэтому после такой резки аустенитных сталей с поверхности реза необходимо удалять механическим путем слой металла (2—5 мм).

Гнутье толстостенных труб для трубопроводов высокого давления производят в холодном и горячем состоянии. Для гнутья отбирают трубы, прошедшие всесторонний контроль и имеющие плюсовой допуск по толщине стенки. Трубы, имеющие сварные стыки, для изготовления гнутых участков не допускаются.

Толстостенные трубы с условным проходом до 40 мм рекомендуется гнуть на станках в холодном состоянии, а свыше 40 мм — на станках с нагревом токами высокой частоты.

Трубы при соотношении  $D_H/S \leq 10$  разрешается гнуть в холодном состоянии без внутренних оправок и каких-либо наполнителей. При гнутье труб с нагревом ТВЧ при соответствующем регулировании режимов нагрева и охлаждения можно совместить гнутье с термообработкой. Термообработка достигается путем самоотпуска закаленной наружной поверхности труб за счет тепла внутренних слоев толстостенных труб. Радиус изгиба толстостенных труб на станках с нагревом ТВЧ рекомендуется принимать не менее  $4 D_H$ .

Независимо от способа гнутья места изгиба трубы должны быть тщательно очищены и осмотрены с помощью лупы с 5—10-кратным увеличением, а также проверены способом магнитной порошковой

дефектоскопии. Для этого может потребоваться изготовление магнитов. Внутреннюю поверхность в доступных местах проверяют прибором РВП-456. При радиусах изгиба труб менее  $5 D_B$  овальность допускается в пределах 5%, а при радиусах более  $5 D_u$  — в зависимости от диаметра, но не более 5%'. Волнистость (гофры) в местахгиба не допускаются. Толщина стенки изогнутой трубы должна составлять не менее 90% от номинальной толщины с учетом минусового отклонения. При обнаружении на поверхности трубы надрывов, мелких трещин и других дефектов трубы бракуют. Принятую после внешнего осмотра изогнутую трубу подвергают повторному гидравлическому испытанию по режиму для прямых труб. Изогнутые трубы, передаваемые для монтажа, должны быть снабжены соответствующей документацией.

Особенностью труб из высоколегированных нержавеющей сталей (X18H10T, X17H13M2T и др.) является их склонность к межкристаллитной коррозии во время длительного нагрева в интервале температур 500—850° С. Поэтому гнутье труб из нержавеющей сталей возможно только в холодном состоянии или с нагревом ТВЧ до 1050—1200° С на станках с последующим охлаждением трубы за индуктором водой без термообработки. При таком режиме процесс гнутья трубы совмещается с их термической обработкой.

Трубы мартенситного (X5M, X5BФ и др.) и перлитного (15ХМ, 30ХМА и др.) класса рекомендуется гнуть на станках с нагревом ТВЧ и последующей термообработкой.

При отрицательных температурах наружного воздуха можно гнуть трубы, заполненные водой и затем замороженные. Для заполнения водой трубу устанавливают наклонно, нижний конец трубы закрывают деревянной пробкой, а верхний оставляют открытым.

При гнутье легированных труб с нагревом ТВЧ индукторы в зависимости от диаметра изгибаемых труб изготавливаются с одной или двумя камерами для подачи охлаждающей воды, а также с камерой для подачи инертного газа при нагреве с газовой защитой. Двухкамерный индуктор

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              | 56   |



применяют для нагрева толстостенных труб из нержавеющей стали, так как однокамерный индуктор может расплавиться при высоких температурах нагрева этих труб и медленной продольной подаче трубы через индуктор. В качестве защитного газа используют аргон, азот, углекислый газ. При гнутье труб из нержавеющей стали особое внимание следует обращать на соблюдение температуры нагрева, учитывая, что при понижении температуры нагрева ниже 900° С резко понижается пластичность металла, а это может привести к образованию трещин.

Индуктор относительно трубы рекомендуется устанавливать так, чтобы зазор на внешней стороне погиба был на 2—3 мм больше, чем на внутренней стороне погиба, учитывая, что в сжатой зоне приходится прогревать утолщенную стенку.

В тех случаях, когда нет отработанных режимов, трубы из легированных сталей и толстостенных труб следует гнуть после предварительного экспериментального гнутья этих труб с лабораторной проверкой свойств металла согнутых труб. Эти свойства не должны уступать требованиям к исходному металлу трубы до гнутья.

#### 4. Подготовка под сварку

В подготовку металла под сварку входит правка, разметка и наметка, резка и обработка кромок, холодная и горячая гибка. Правка производится преимущественно на станках, а иногда бывает и вручную. Листовой, полосовой и профильный прокат правят на вальцах, которые имеют семь или девять валков.

Вальцы оборудуются двумя роликовыми столами для загрузки и выхода металла в процессе правки. При правке листы пропускают через вальцы от 3 до 5 раз.

Наряду с машинной правкой иногда применяют ручную правку. Последнюю производят на чугунных или стальных правильных плитах ударами молота, кувалды и при помощи винтового пресса.

Правку угловой стали производят на углоправильных вальцах или на ручных винтовых прессах, а двутавров и швеллеров — на приводных или ручных правильных прессах.

Разметка и наметка. При индивидуальном производстве выправленный металл поступает на разметку, а при массовом и серийном производстве поступает для наметки. Перед разметкой и наметкой поверхность металла грунтуется меловой краской на клею.

При разметке однотипных деталей для массового и серийного производства пользуются металлическими или фанерными шаблонами. Разметка при помощи шаблонов называется наметкой. Инструментами для выполнения разметки и наметки служат чертилка из закаленной стали, кернеры, стальные линейки и угольники, стальные циркули и рейсмусы, молотки, клямеры, струбцины, стальные рулетки и др.

Резка. Резка металла на заготовки производится механическим способом на ножницах и пилах или газокислородным пламенем. Механическая резка производится в основном на ножницах и применяется преимущественно для прямолинейного реза листов толщиной до 20 мм.

Наибольшее применение имеют гильотинные ножницы с ножами длиной от 1 до 3 м и пресс-ножницы с длиной ножей до 700 мм.

Для криволинейного реза толщин до 6 мм применяются роликовые ножницы с дисковыми ножами. Для прямолинейного реза больших толщин и для криволинейного реза толщин свыше 6 мм применяется преимущественно газокислородная резка ручная, полуавтоматическая и автоматическая. Для холодной резки стержней круглого и других сечений применяются круглые (циркульные) зубчатые и фрикционные пилы.

Обработка кромок под сварку. Обработка и скос кромок под сварку производятся механическим путем на кромкострогальных и продольно-строгальных станках или газокислородным пламенем. При небольшом объеме работ иногда применяют рубку пневматическим зубилом. Гибка. Гибка листового, полосового и широкополосового металла производится на листогибочных трехвалковых и четырехвалковых вальцах. На холодную гибку поступают листы с подготовленными кромками и вырезанными отверстиями малых диаметров. Гибка профильного металла производится на правильно-гибочных прессах и роликовых гибочных станах. Наименьший допустимый радиус гибки стали в холодном состоянии рекомендуют брать равным 25-кратной толщине листа или высоте симметричного профиля. Если радиус холодной гибки меньше 25 толщин деформируемой стали, то возможны надрывы наружных волокон.

Гибка больших толщин и гибка обечаек малого диаметра, при средней толщине листа, производится горячим способом в кузнечно-прессовых цехах. Нагрев деталей производится до температуры 1000—1100°C, при которой металл легко поддается деформированию. Подготовку кромок под сварку и вырезку больших отверстий производят после горячей гибки.

#### 4.1. Предварительный подогрев

Предварительный подогрев считается одной из наиболее важных технологических операций, при помощи которых регулируют термический

|      |      |          |         |      |                              |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Глава 1. Теоретическая часть | Лист |
|      |      |          |         |      |                              | 59   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                              |      |

цикл процесса сварки. Свойства и структура сварного соединения значительно зависят от скорости охлаждения металла в промежутке температур 500-800°C.

При высокой скорости охлаждения могут возникать закалочные структуры, обладающие низкой пластичностью и высокой прочностью. Регулировать скорость охлаждения места сварки можно изменением начальной температуры кромок посредством предварительного подогрева при заданной толщине стенок труб.

Предварительный подогрев, помимо уменьшения вероятности образования закалочных структур, создает благоприятные условия для активной эвакуации из указанной зоны и из металла шва диффузионного водорода, что повышает стойкость сварного соединения от образований холодных трещин.

Для того, чтобы правильно подобрать температуру предварительного подогрева, необходимо учесть несколько факторов, таких как химический состав стали, толщина стенки трубы, вид электродного покрытия и температура окружающего воздуха.

Предварительный и сопутствующий подогрев обеспечивается нагревательными устройствами (электрическими и газовыми), которые поддерживают равномерный нагрев металла по периметру сварочного стыка. Ширина зоны нагрева труб в обе стороны от шва составляет не меньше 75 мм.

## **4.2. Техника и технология ручной дуговой сварки**

При строительстве трубопроводов больше половины объема сварочных работ приходится на ручной тип дуговой сварки. Это соединение и отдельных труб и секций в непрерывную нить, и сварка переходов сквозь искусственные и естественные преграды, и сварка захлестов, крановых узлов, катушек, отводов и прочего.

Расход электродов при сварке труб рассчитывается в зависимости от массы наплавленного электродом металла и зависит от марки применяемых электродов.

Технологию такой сварки определяет материал труб, подлежащих соединению. В зависимости от условий эксплуатации и марки стали труб подбирают сварочные материалы.

Затем устанавливают технику и технологию сварки, а также план организации работ, руководствуясь при этом темпами строительства трубопровода. При определенных материалах для сварки технология зависит от толщины стенки и диаметра трубы.

Для трубы, имеющей толщину стенки в пределах до 6 мм включительно требуется наложение минимум 2-х швов, более 6 мм – не менее 3 слоев. Основным считается корневой слой шва.

Им следует надежно проплавить кромки соединения труб и образовать обратный валик с усилением и равномерной толщиной, равной 1-3 мм, на внутренней поверхности шва.

Сварка водопроводных труб диаметром свыше 1020 мм, после наложения корневого шва, предполагает производство подварки слоя внутри трубы в местах непроварки корня, а также подваривают нижнюю четверть окружности стыка.

Заполняющие слои шва должны быть надежно сплавлены между собой и проплавить кромки свариваемых труб. По окончании наложения каждого слоя шва обязательно следует очищать от шлака поверхность шва.

Лицевой шов должен иметь плавные очертания и сопряжение с поверхностью труб, без подрезов и прочих видимых дефектов. Шовное усиление должно быть толщиной 1-3 мм. Ширина разделки должна перекрываться шириной шва на 2-3 мм с обеих сторон.

Существует 3 вида, в большинстве случаев применяемых схем сварки в зависимости от типа используемых электродов:

- сварка стыка электродом с основным покрытием;

- сварка стыка электродом газозащитного типа;
- сварка горячего прохода и корня шва электродом газозащитного типа, а облицовочного и заполняющего слоев – электродом с основным покрытием.

Теперь, немного о том, как правильно варить трубы.

Сварка электродом с основным покрытием производится с поперечными колебаниями снизу вверх. Амплитуда колебаний зависит от ширины разделения стыка. Поточно-расчлененный метод сварки предполагает выполнение определенного участка шва каждым отдельным сварщиком.

Положение участка шва зависит от числа сварщиков, задействованных на одном стыке одновременно. При сварке труб большого диаметра количество сварщиков может достигать 4-х человек. Если их двое, то сварка должна выполняться снизу от надира вверх по периметру в противоположные стороны.

Последующий слой сварки должен быть смещен от нижней точки окружности трубы на 5-6 см, и так каждый последующий слой относительно начальной точки сварки предыдущего.

При применении электродов газозащитного типа, сварка корня шва выполняется без колебательных движений сверху вниз, при этом конец электрода следует опереть на кромки труб, которые необходимо сварить.

Сварка труб электросваркой выполняется постоянным током прямой или обратной полярности холостого хода в источнике питания не меньше 75 В.

Значение силы тока при сварке электродом диаметром 3,25мм не должно превышать 110 А, электродом 4 мм – 120-160 А в полувертикальном и нижнем положении, в других положениях – 100-140 А.

Скорость сварки должна поддерживаться на уровне 16-22м/ч.

Сварка труб встык, при соблюдении всех выше изложенных правил и советов, не составит большого труда.

## 5. Расчет параметров пресс-ножниц

В таблице 5 приведены технические данные пресс – ножниц, применяемых для резки труб с небольшим радиусом, применяемые в основном на промысловых нефтепроводах.

Таблица 5. Технические данные и характеристика пресс-ножниц

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| Р кривошипа, м                   | R=0.125             |
| Длина шатуна, м                  | l=1.2               |
| Перекрытие ножей, м              | h <sub>0</sub> =15  |
| Зазор между ножами, мм           | h <sub>3</sub> =110 |
| Угол наклона ножа, град          | β=4°                |
| Передаточное число редуктора,    | i=37                |
| Толщина разрезаемого металла, мм | h=10                |
| Число резов в минуту             | z=4                 |

Для последующих расчетов, нужно рассчитать соотношение между углом α и линейным перемещением ножа.

Угловая скорость кривошипа при установившемся движении для заданной скорости двигателя рассчитывается по формуле 1:

$$W_k = \frac{\pi * n_{дв}}{30 * i}; \quad (1)$$

При данных n<sub>дв</sub>=500 об/мин, можно рассчитать скорость вращения двигателя:

$$W_k = \frac{3,14 * 500}{30 * 37} = 1,698 \frac{1}{с}$$

В полный оборот средней скорости кривошипа определяется:

$$W_{ксп} = \frac{W_k}{2} = \frac{1,698}{2} = 0,849 \frac{1}{с}$$

Из расчета выше, можно определить расчет времени работы кривошипа:

$$t_p = \frac{2 * \pi}{\omega_{\text{Кср}}} = \frac{2 * 3,14}{0,849} = 7,4 \text{ с.}$$

Скорость перемещения ножа рассчитывается по формуле 2:

$$v_n = v_1 * \sin(\alpha) = \omega_{\text{Кср}} * R * \sin(\alpha) = \omega_{\text{Кср}} * R * \sin(\omega_{\text{Кср}} * t); \quad (2)$$

Перемещение ножа определяется по формуле 3:

$$L_H(t) = v_n * t; \quad (3)$$

Определяем время перемещения ножа, на расстояние  $h_3 - h = 110 - 10 = 100$  мм,  $t_1 = 0.83$  с.

Рассчитаем время цикла по формуле 4:

$$t_{\text{ц}} = \frac{60}{z} = \frac{60}{4} = 15 \text{ с}; \quad (4)$$

Определим время паузы по формуле 5:

$$t_o = t_{\text{ц}} - t_p = 15 - 7,4 = 7,6 \text{ с}; \quad (5)$$

Рассчитаем относительная продолжительность включения по формуле 6:

$$\text{ПВ} = \frac{t_p}{t_{\text{ц}}} * 100 = \frac{7,4}{15} * 100 = 49,33; \quad (6)$$



## Заключение

При написании дипломной работы были изучены теоретические навыки о резки труб, а так же подготовки кромок под сварку на магистральных трубопроводах. Были изучены литературные источники и практические материалы по резки трубопроводов.

По результатам работы можно сделать следующие выводы, что основным способом соединения труб является сварка, которая считается неотъемлемой частью строительно–монтажных работ на магистральном трубопроводе.

В общей части дипломной работы охарактеризованы основные виды режущих устройств, способов резки, подготовки под сварку, их сущность и способы применения.

В экономической части произведен расчет заработной платы в целом, а так же расчет стоимости услуг и прочих расходов.

Выполняя дипломную работу, закрепил теоретические и практические знания.

|      |      |          |         |      |            |      |
|------|------|----------|---------|------|------------|------|
|      |      |          |         |      | Заключение | Лист |
|      |      |          |         |      |            | 65   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |            |      |

### Список использованной литературы

1. СНиП III-42-80\*.Магистральные трубопроводы / Госстрой СССР – М.: Стройиздат, 1981.- 75с.
2. Андреев В.П., Основы электропривода. / В.П. Андреев, Ю.А. Сабинин – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 749 с.
3. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. / С.Н. Вешеневский – М.: Энергия, 1977. – 432 с.
4. Сим Б. М. Выбор мощности электроприводов производственных механизмов: Учебн. пособие. / Б. М. Сим– Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 1997. – 127 с.
5. Сим Б. М. Теория электропривода в примерах и расчётах: Учебн. пособие./ Б. М. Сим – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 1998. – 137 с.
6. Сим Б. М. Теория электропривода: Курс лекций: Учебн. пособие. / Б. М. Сим – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2006. – 187 с.
7. Агапкин, В. М. Справочное руководство по расчетам трубопроводов Текст. / В. М. Агапкин, С. Н. Борисов, Б. Л. Кривошеин. М. : Недра, 1987,- 190 с.
8. Бородавкин, П. П. Прочность магистральных трубопроводов Текст. / П. П. Бородавкин, А. М. Синюков М. : Недра, 1984. - 243 с.
9. Методика расчета тарифов на транспортировку нефти по магистральным трубопроводам Республики Казахстан. КазТрансОйл: Тарифная методология, 2003.
10. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. Москва, Экономика, 2000.

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | Список используемой литературы | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                | 66   |

11. Иванов Е.А., Мокроусов С.И. Обеспечение промышленной безопасности функционирования объектов магистральных трубопроводов. Безопасность труда в промышленности. 2001.
12. Богданов Е.А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования. М.: Высшая школа, 2006.- 279 с.
13. Трубопроводный транспорт нефти / Под ред. С.М.Вайнштока. В 2 т. М.: Недра, 2004. — Т. 2. – 621 с.
14. Котляревский В.А., Шаталов А.А., Ханухов Х.М.. Безопасность резервуаров и трубопроводов - М., изд-во «Экономика и информатика», 2000
15. Источники из интернета