



#### Аннотация

Аношкин Н.Г. «Разработка схемы  
технологического производства  
бесшовных труб»– Челябинск: ЮУрГУ,  
П-438, 47 с., 3 листа граф.материала,  
библиог. список – 6 наим.

Работа выполнена с целью разработки технологической схемы производства бесшовных труб, анализа существующих способов изготовления труб и расчёта параметров валка калибровочного стана, определение качества бесшовных труб. В выпускной квалификационной работе описаны основные технологические операции на станах, выполнен расчёт валка на прочность.

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 10 |
| 1.Обзор методов производства труб.....                                 | 11 |
| 1.1. Прошивка заготовки .....  | 12 |
| 1.2 Раскатка заготовки .....   | 13 |
| 1.2.1 Продольная прокатка (раскатка) гильзы на автомат-стане. ....     | 13 |
| 1.2.2 Раскатка гильзы в трубу на непрерывном многоклетьевом стане..... | 14 |
| 1.2.3 Пилигримовая (пильгерная) прокатка.....                          | 15 |
| 1.3 Технология волочения труб .....                                    | 16 |
| 2.Способы и технологии получения заготовок для производства труб.....  | 17 |
| 2.1 Исходные продукты .....  | 20 |
| 2.2 Непрерывная разливка стали .....                                   | 25 |
| 3.Разработка схемы технологического процесса .....                     | 26 |
| 3.1. Сортамент производства бесшовных труб .....                       | 26 |
| 3.2. Методы технологических схем производства труб. ....               | 27 |
| 3.3 Получение полой заготовки .....                                    | 31 |
| 3.3.1 Получение полой заготовки прессованием.....                      | 31 |
| 3.3.2 Получение труб прокаткой.....                                    | 33 |
| 4.Выбор технологического оборудования. ....                            | 38 |
| 4.1Двухвалковые станы поперечно-винтовой прокатки .....                | 42 |
| 4.4 Расчёт валка на прочность двухвалкового стана .....                | 46 |
| 4.5 Техничко-экономические показатели .....                            | 48 |
| 4.6 Охрана труда в трубных цехах.....                                  | 49 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 51 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:.....   | 52 |

## Введение

Работа посвящена комплексному анализу технологических схем производства бесшовных труб и выбору оборудования для изготовления коррозионностойкой трубы для опреснительных установок.

Актуальность темы. Значение этой отрасли в современном мире определяется прежде всего тем, что количество пресной воды с каждым годом уменьшается, всё большее количество стран нуждается в этом виде ресурса. В этом качестве коррозионностойкая труба является необходимой продукцией для ряда государств.

Целью работы является разработка технологической схемы для изготовления труб с повышенной коррозионной стойкостью и устройство для его осуществления.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Проведён анализ существующих способов изготовления бесшовных труб.
2. Проведён расчёт параметров вала прошивного стана.

## 1. Обзор методов производства труб

В начале процесса изготовления бесшовных труб лежит две операции .

Первая операция – прошивка заготовок в полулю гильзу осуществляется на прошивных станах поперечно - винтовой прокатки - двухвалковых , трёхвалковых , с тремя типами валков : с бочкообразными валками , с грибовидными и с дисковыми. Валки вращаются в одну сторону и наклонены к оси прокатки . Благодаря этому задаваемая в стан заготовка получает вращательное и поступательное движение. Заготовка , двигаясь вперёд по оси прокатки , встречается с оправкой – пробкой , устанавливаемой между валками , на которой осуществляется процесс прошивки заготовки сплошного сечения в полулю гильзу.

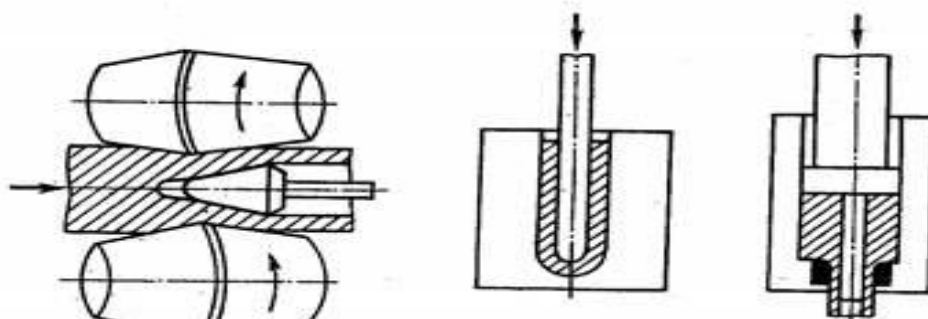


Рисунок 1- Схема получения гильзы

Заготовка в виде гильзы в ряде случаев получается прессованием на гидравлических прессах.

Вторая операция - раскатка гильзы в тонкостенную трубу происходит на станах: трёхвалковом-поперечно-винтовом , автоматическом, пилигримовом , непрерывном и речном.

Каждый трубопрокатный агрегат должен иметь два стана – прошивной и раскатной. Кроме указанных станов, на современных агрегатах устанавливают станы для калибровки труб по диаметру, а при изготовлении труб малого диаметра – редуционные станы.

Применяемые способы раскатки гильзы в трубу определяют принципиальные особенности той или иной технологической схемы, согласно которой трубопрокатный агрегат носит наименование. Кроме того, оно дополняется еще цифровым обозначением, соответствующим сортаменту стана – максимальному и минимальному или только максимальному диаметру труб. Горячей прокаткой изготавливают трубы четырьмя основными способами на агрегатах:

- 1) с автомат-станом (прошивку ведут на стане поперечно-винтовой прокатки, а раскатку гильзы – на автомат-стане);
- 2) с пилигримовыми станами (прошивку ведут на стане поперечно-винтовой прокатки или на прессе, а раскатку – на пилигримовом стане);

3) с трехвалковым раскатным станом (прошивку ведут на стане поперечно-винтовой прокатки или (редко) на прессе, а раскатку – на трехвалковом стане поперечно-винтовой прокатки);

4) с непрерывным станом (прошивку ведут на стане поперечно-винтовой прокатки или на прессе, а раскатку – на непрерывном стане).

При перечисленных способах производства прошивку, как правило, осуществляют на станах поперечно-винтовой прокатки и значительно реже для этой цели используют прессы [1].

#### 1.1. Прошивка заготовки

При поперечно-винтовой прокатке удельное усилие прошивки в десять и более раз меньше, чем при прошивке такой же заготовки на прессах, так как при прессовании схема напряженного состояния – объемное сжатие. При определенной степени деформации, называемой критической, может произойти разрыв металла в сердцевине под действием растягивающих напряжений. Процесс прошивки ведут таким образом, чтобы величина обжатия заготовки валками до встречи ее с оправкой не превышала критического значения, при котором происходит разрушение осевой зоны. Преждевременное вскрытие полости перед оправкой из-за превышения критического обжатия приводит к получению некачественной внутренней поверхности гильзы – разрывам, трещинам и пленам. Практически при прошивке заготовок из углеродистых сталей относительное обжатие по диаметру перед оправкой составляет 8–12%, а для заготовок из высоколегированных сталей 5–8%.

Используют прошивные станы с валками трех видов : с бочковидными , дисковыми и грибовидными . На всех этих станах по мере своего продвижения заготовка обжимается валками и прошивается в гильзу с внутренним диаметром, близким по величине к диаметру оправки. Наибольшее распространение получили прошивные станы с бочковидными валками. Данные рабочие клетки имеют массивную литую станину коробчатой формы со съемной крышкой. Внутри станины закладывают пустотелые цилиндрические барабаны с проемами, в которых помещены подушки рабочих валков. Барабаны могут поворачиваться вокруг оси, перпендикулярной оси прошивки, изменяя тем самым угол наклона валков к оси прошивки. Этот угол называют углом подачи, так как он обеспечивает поступательное движение (подачу) заготовки в процессе прошивки.

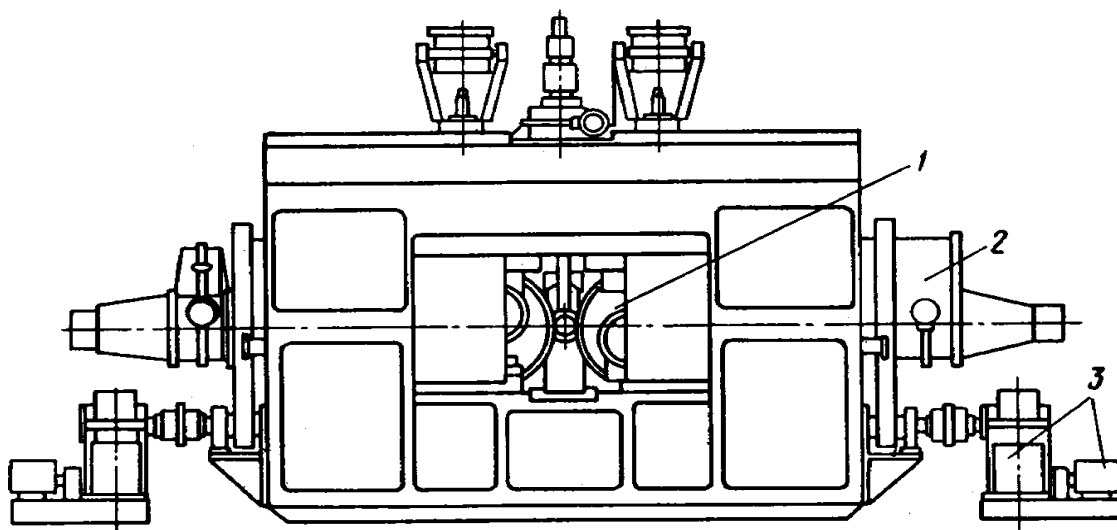


Рисунок 2 - Рабочая клетка прошивного стана с бочковидными валками  
1 – рабочие валки; 2 – нажимное устройство; 3 – механизм поворота валков

Привод рабочих валков прошивного стана находится, со стороны подачи в них заготовки и состоит из электродвигателя, шестеренной клетки и шарнирных шпинделей.

Для прошивки применяют оправки двух типов: сменяемые и несменяемые. В последнее время широкое распространение получили несменяемые оправки, повышающие производительность стана и позволяющие полностью автоматизировать весь процесс, освободиться от тяжелых ручных операций.

В настоящее время при производстве бесшовных труб по некоторым технологическим схемам используют прошивку на прессах вместо прошивки на станах поперечно-винтовой прокатки.

## 1.2 Раскатка заготовки

Для раскатки гильзы существуют станы четырех типов: автоматический, непрерывный, пилигримовый и трехвалковый.

### 1.2.1 Продольная прокатка (раскатка) гильзы на автомат-стане.

Продольная прокатка (раскатка) гильзы на автомат-стане – один из наиболее распространенных способов получения трубы с заданной толщиной стенки. Автомат-стан представляет собой обычную нереверсивную двухвалковую прокатную клетку.

Гильза прокатывается в круглом калибре за два прохода на неподвижной короткой оправке, установленной между валками. После каждого прохода раскатанную гильзу передают на переднюю сторону клетки с помощью пары фрикционных роликов обратной подачи, смонтированных на задней стороне клетки и вращающихся в противоположную по отношению к рабочим валкам сторону.

Прокатанная гильза-труба попадает на выход автомат-стана, где центрируется проводками, смонтированными на раме. По завершении прохода оправка снимается торцом перемещаемой трубы со стержня и

транспортируется по наклонному желобу в ванну для охлаждения. Ролики обратной подачи возвращают трубу на вход стана. Ролики расположены за рабочими валками, вращаются в обратную относительно вращения рабочих валков сторону.

При возвращении трубы на вход агрегата верхний рабочий валок чуть приподнимают для образования увеличенного холостого калибра. Нижний же ролик обратной подачи поднимается пневмоприводом вверх, прижимая трубу к верхнему ролику. Труба через увеличенный рабочий калибр передается на вход. Верхний подающий ролик установлен чуть выше выходящей из валков трубы, чтобы предотвратить наличие трения о трубу во время прохода. По высоте ролик не настраивается. Нижний ролик монтируется на подвижном рычаге. При прокатке он в нижней позиции.

Охлаждение переднего конца гильзы после прошивки сильнее заднего. Его деформация в автомат-стане требует больших усилий. Толщина стенки переднего конца трубы, поэтому, больше заднего (на 0,3-0,5 мм).

Внутрь трубы перед прокаткой забрасывают поваренную соль, смесь соли и графита, чтобы уменьшить трение и его коэффициент.

После возвращения трубы на вход стана подающими роликами (обратной подачи) она кантуется на  $90^\circ$ , на малых станах кантовка происходит во время подачи трубы [1].

#### 1.2.2 Раскатка гильзы в трубу на непрерывном многоклетьевом стане.

Раскатка гильзы в трубу на непрерывном многоклетьевом стане является процессом непрерывной продольной прокатки. Прокатку ведут на длинной цилиндрической оправке, что позволяет получать трубы, большой длины (в два с лишним раза большей, чем, например, при прокатке на автомат-стане, где длина трубы ограничивается малой величиной деформации).

Непрерывный стан имеет девять двухвалковых клетей, установленных на общем постаменте с шагом 1150 мм. Клетки смонтированы перпендикулярно друг к другу, под углом  $45^\circ$  к горизонту. Диаметр валков одинаковый по всем клетям. Проводки имеются на входе и выходе у первой и последней клетей. Станины клетей имеют конструкцию закрытого типа, сделаны из стального литья. Рабочие валки имеют подшипники качения, а также снабжены нажимными винтами. Винты предназначены для передвижения по высоте при настройке, и пружинными уравновешивающими устройствами. Прежде чем ввести оправку в гильзу, ее поверхность смазывают технологической смазкой. Труба с оправкой после прокатки выходит из стана в наклонный желоб, что позволяет быстро убирать трубу с оси прокатки цепными шлепперами и перемещать её к одному из цепных извлекателей оправки, расположенных параллельно линии непрерывного стана. Хвостовик оправки проходит через люнет оправкоизвлекателя, захватывается одной из вилок. Извлеченную оправку передают в охлаждающую ванну барабанного типа, а трубу рольгангом



транспортируют на следующую обработку (на редуционном или калибровочном стане).

Объем охлаждающей ванны позволяет одновременно охлаждать 12-13 оправок. Охлажденные оправки после смазывающего устройства рольгангом транспортируются на вход непрерывного стана для повторного использования при прокатке.

Далее отрезают дисковой пилой задний разлохмаченный конец трубы и направляют ее к индукционной проходной печи. При нагреве выравнивается температура по длине трубы. Труба подогревается перед последующим редуцированием и калиброванием. Нагреватели снабжены автоматической системой регулирования температуры нагрева труб. После прокатки на трубе остались четыре продольные темные полосы охлажденного металла, от контакта с оправкой. К тому же, передняя часть трубы, которая в ходе прокатки сползает с оправки, имеет температуру на 100-150 °С выше, чем задняя ее часть, которая контактирует с оправкой как при прокатке, так и после выхода трубы из стана [1].

### 1.2.3 Пилигримовая (пильгерная) прокатка.

Пилигримовая (пильгерная) прокатка относится к периодическим процессам и предназначена для производства труб с заданной толщиной стенки. При пилигримовой прокатке радиус ручья валков – переменный. Раскатка гильзы ведется на длинной цилиндрической закрепленной оправке – дорне. На пилигримовых агрегатах прошивание слитков реализуют на прошивных станах поперечно-винтовой прокатки. Известны также агрегаты малого типоразмера с дисковыми станами. В них отсутствуют подогрев и раскатка перед пильгерстаном.

Современный агрегат представляет собой :две кольцевые печи или две туннельные печи; прошивной стан с методом винтовой прокатки; две пилигримовые клетки, оснащённые устройством для внестановой загрузки дорнов; режущие устройства; печь; калибровочный или редуционный стан.

Технология процесса на трубопрокатном агрегате, оснащённом пильгер-станом, осуществляется следующим образом. Исходным материалом является непрерывно литая заготовка или слиток круглого сечения, можно использовать также и катаную заготовку. Непрерывно литые заготовки из сталеплавильного цеха поступают в трубопрокатный цех на железнодорожных платформах и выгружаются электромагнитными кранами на склад заготовок. Со склада их подают на инспекционные столы-решетки для визуального осмотра. Обнаруженные поверхностные дефекты, в зависимости от их характера и величины, вырубает зубилами или удаляют огневой зачисткой.

Для изготовления труб ответственного назначения используют кованные или катаные заготовки круглого сечения. В отдельных случаях слитки и заготовки подвергают обдирке и сверлению для удаления наружных и внутренних дефектов.

С выходом радиуса полирующего участка на линию центров происходит конечная стадия процесса: калибровка трубы по диаметру и по стенке. Откат гильзы заканчивается в момент выхода холостого участка валка на линию центров. За время прохождения холостого участка через линию центров гильза возвращается в исходное положение и затем подается снова. За этот период направление движения гильзы противоположно направлению вращения валков. После этого процесс вновь повторяется.

Гильза подается специальным аппаратом (подающим), который в это же время кантует (поворот) ее на  $90^\circ$ . Таким образом, металл, находившийся в выпусках ручья предыдущего цикла, раскатывается при последующем цикле обработки.

Небольшой участок заднего конца гильзы остается непрокатанным, который отрезают на пилах после окончания прокатки и извлечения оправки (дорна) из трубы. В работе одновременно находится 10–15 дорнов.

### 1.3 Технология волочения труб

Волочением трубы получают пластической деформации металла, заключающаяся в протягивании заготовки через отверстие волоки, размеры которого меньше размеров поперечного сечения заготовки.

Наиболее распространены следующие способы волочения бесшовных труб:

- безоправочное волочение – волочение труб, при котором внутренняя поверхность заготовки при протягивании не контактирует с технологическим инструментом. Применяются чаще для промежуточных проходов с целью уменьшения наружного диаметра протягиваемых труб.

- короткооправочное волочение – с обработкой внутренней поверхности заготовки короткой цилиндрической (цилиндроконической) оправкой, удерживаемой в очаге деформации стержнем, закрепленным на станине волочильного стана. Волочение на короткой (неподвижной) оправке применяют для уменьшения диаметра и толщины стенки трубы, а также для улучшения чистоты внутренней поверхности трубы (достигается минимальная шероховатость  $Ra = 0,14$  мкм).

- волочение на самоустанавливающейся оправке – с обработкой внутренней поверхности заготовки незакрепленной (плавающей) самоустанавливающейся оправкой, удерживаемой в очаге деформации уравновешиванием действующих на нее втягивающих и выталкивающих сил. Волочение на плавающей оправке применяют: для изготовления труб большой длины, а также в случаях, когда необходимо разгрузить стержень для крепления оправки от осевых усилий и устранить его вибрацию. При этом способе волочения достигается улучшение качества внутренней поверхности труб и повышение стойкости оправок.

- волочение на подвижной оправке протягиванием заготовки через волоку с длинной (подвижной) недеформируемой оправкой, которую затем извлекают из трубы. Волочение на длинной (подвижной) оправке

используют для уменьшения диаметра и толщины стенки ( $S$ ), изготовления труб диаметром менее 40 мм с очень тонкими стенками ( $S = 0,1$  мм и менее).

Получили самостоятельное применение такие способы волочения как: барабанное или бухтовое волочение труб, смотанной в бухту и (или) со сматыванием протянутой трубы в бухту на волочильном стане барабанного типа. При бухтовом способе применяются как оправочное (плавающая, самоустанавливающаяся оправка), так и безоправочное волочение на труболовильных бухтовых станах и барабанах. Данным способом получают трубы диаметром от 1 до 70 мм с толщиной стенки от 0,2 до 3 мм. Скорости волочения до 30 м/с, длина обрабатываемых труб до 6000 м.

Для волочения труб широкое распространение получили цепные волочильные станы. В настоящее время применяются механизированные труболовильные станы: одноцепные и двухцепные с волочением одной, двух и трех труб одновременно. Барабанным волочением получают трубы большой длины различных диаметров.

## 2. Способы и технологии получения заготовок для производства труб

Для изготовления бесшовных труб берется исходный полупродукт или заготовка, определяющая качество и себестоимость будущей трубы. В себестоимости бесшовных труб до 85% составляет стоимость исходного материала. Для успешного ведения технологических процессов, традиционно применяемых в изготовлении бесшовных труб, требуются весьма высокие качественные характеристики поверхности исходной заготовки.

Чтобы производить всесторонний сортамент горячекатаных труб с помощью разных методов, используют всевозможные виды исходного материала (заготовок), как например, катаную заготовку (с круглым, квадратным поперечным профилем), слитки с круглым, многогранным сечением, кованую заготовку, заготовки, разлитые непрерывнолитым и центробежнолитым способом [2].

Катаную заготовку (с круглым поперечным профилем) выбирают для линий с прошивными станами, заготовки с квадратным профилем берут для производства на агрегатах, оснащенных прошивными прессами.

Катаная заготовка диаметром 90-270 мм (круглая) является на сегодня преобладающим видом заготовки. На станах крупносортовых, среднесортовых, заготовочных.

При поступлении в трубный цех она может подвергаться выборочному контролю поверхности в случае появления выпадов по качеству труб; что связано со сталеплавильным дефектом или дефектом прокатного плана. При получении тру для котлов, коррозионностойких сортов труб для особо важного применения предпочитают заготовки уже в обточенном виде. Это делается для достижения высококачественной поверхности труб. В зависимости от намерений использования, сорта материала, идущего на трубы, выполняется дополнительно структурный анализ, проверяют микро- и макроструктуру.

При поступлении в цех заготовки представляют из себя штанги 3,5 - 12 м длиной. Затем они кроются на мерные длины, зацентриваются передние торцы.

Раскрой штанг проводится:

- резкой холодных заготовок диаметром макс. 150 мм пресс-ножницами, реже - теплых (80-300 °С), чтобы избежать трещинообразования, на отдельных агрегатах - горячих заготовок после разогрева всей штанги перед прокаткой;

- ломкой холодных заготовок диаметром до 270 мм гидравлическими прессами; предварительно наносится надрез с помощью газокислородных резаков или плазмотронов;

- резкой дисковыми пилами. Этим способом режут заготовки из сталей с высоким легированием и из сплавов;

- газокислородной резкой.

При делении штанг надо стремиться к безостаточному их разделению, с другой стороны, заготовки должны иметь длину для получения труб определенного размера. При заказе на большие партии труб раскат делить на штанги лучше на самом трубозаготовочном стане.

Наносить лунку в центре торцевой части заготовки (делать зацентровку) лучше:

- на горячую заготовку вдавливанием пуансона пневматическим ударным приспособлением; это наиболее используемый метод зацентровки заготовок из углеродистой стали и стали с легированием, реже - из стали высокого легирования;

- на холодную заготовку сверлением на станке; это метод для более глубокой зацентровки заготовок из стали с обычным и высоким легированием.

Это делается для снижения разностенности на передних участках гильз, для более удобного захвата в прошивном стане. Увеличивается длина области контакта при заходе носика оправки в заготовку.

Полученные методом сифонной разливки слитки используют на агрегатах, оснащенных пилигримовым станом. Здесь идет производство труб среднего и большого диаметра (из углеродистой стали и сталей с низким легированием). Литая и неравномерная по структуре заготовка, большое число дефектов слитка приводят к низкой пластичности материала, к повышенному количеству дефектов на трубе. Производство указанного сортамента труб из слитков оправдывается их низкой стоимостью, если сравнивать с аналогичными трубами из катаной и других видов заготовки, а также техническими трудностями прокатки заготовок диаметром более 270-300 мм. Максимальный диаметр слитков может достигать 700 мм при производстве труб максимальных размеров.

Использование слитков - это особенность линий, оснащенных пилигримовым станом. Объяснить это можно своеобразным распределением деформации между прошивкой и раскаткой: относительно малый уровень

деформации при прошивке литого металла, большое обжатие предварительно деформированного металла в пилигримовом стане.

Форма поперечного профиля будущего слитка определяет его качество. Форма зависит от выбора прошиваемого оборудования (стан или пресс).

Круглый профиль обеспечивает удобный захват слитка валками прошивной линии. Многогранный профиль способствует уменьшению трещинообразования в момент кристаллизации (продольных трещин). Масса слитка составляет 1-6 т.

Перед прокаткой слиток готовят, проведя контроль и ремонт поверхности. Для ремонта используют вырубку, огневую зачистку. Слитки, идущие на получение труб особо важного применения (например, котельных) сверлят насквозь, удаляют в центральной части металл с усадочной рыхлостью и где больше включений неметаллического характера.

Кованая заготовка с круглым поперечным профилем идёт на производство труб особо важного применения среднего и большого диаметра, когда нет возможности получить катаную заготовку, или её получение нерационально из-за небольшой партии. Технологические же характеристики заготовок (кованой и катаной) примерно одинаковы.

На автоматических линиях раскатки, раскатных станах с 3-я валками на изготовление труб берут кованые заготовки (цельные) из котельных, коррозионно- и жаростойких сталей, сплавов из титана диаметром 150- 270 мм после обточки. На линиях, оснащенных пилигримовым станом, перерабатывают кованые заготовки после сверления и обточки из котельных сталей (наружного диаметра 380-650 мм и с внутренним диаметром, равным 100-120 мм).

Заготовки, разлитые непрерывным методом, из углеродистой стали и сталей с легированием идут на трубопрокатные заводы и агрегаты с прессовыми линиями. Обычно на таких агрегатах использовались катаная заготовка, слитки сифонной разливки. Доля непрерывно разлитого металла увеличивается, растёт его применение на трубопрокатных заводах, улучшаются технические и экономические показатели при процессе разливки и получении готовой трубной продукции, уменьшается расход энергии.

Для изготовления труб отливаются заготовки различных сечений:

- круглые цельные заготовки диаметр 150-420 мм;
- с граненым профилем - диаметр макс. 560 мм;
- квадратного профиля 170 x 170 -- 360 x 360 мм;
- с прямоугольным профилем максимальным сечением Н x L 250 x 500

мм.

Наименьшее предпочтение в трубопрокатном производстве отдаётся круглым непрерывнолитым заготовкам. Ибо они в момент кристаллизации подвержены трещинообразованию, но пригодны для формирования гильз с помощью прошивки. Прямоугольные профили заготовки предварительно прокатываются на трубнозаготовочном стане до диаметра 90-180 мм.

Заготовки с квадратными профилями прошивают на прессах или на прессово-валковых станах.

Бесшовные трубы изготавливают из большинства металлических материалов. В масштабах трубной индустрии изготавливают трубы из сплавов железа (стальные и чугунные), легких, тяжелых цветных и тугоплавких металлов, их сплавов. На производство бесшовных труб идет наибольшее количество сталей, в марочном сортаменте стальных горячекатаных труб. Химический состав сталей разных классов (легированных и высоколегированных) имеет основное значение в трубопроизводстве горячекатаных труб: нержавеющей, кислотостойких, коррозионно-стойких и жаропрочных.

На трубопроизводство идут полупродукты из стали, относящейся к категории "качественной". От рядовых сталей она отлична тем, что имеет мало вредных компонентов фосфора и серы. Соответствующее качество трубной стали достигается и малым количеством растворенных в ней газов азота, кислорода, водорода. Кроме контроля содержания химических элементов, некоторые трубные марки стали дополнительно подвергают испытаниям (на механ. свойства), проводят контроль макро- и микроструктуры.

Из сталей, где большое содержание углерода, делают трубы для использования нефтедобывающей индустрией: это обсадные и бурильные трубные продукты. Этот же сортамент идет на трубные продукты ответственного назначения других видов. Низкоуглеродистые стали, например, идут на изготовление паропроводных котельных труб [2].

## 2.1 Исходные продукты

Исходные полупродукты, применяемые при получении бесшовных труб:

- трубные слитки, получаемые разливкой в изложницы (круглого, многогранного сечения слитки);
- литые непрерывным методом полупродукты (круглого, квадратного сечения заготовки);
- дутые заготовки, которые получают посредством центробежного литья, последующего обдирания и расточки;
- трубнозаготовки, получаемые после прокатывания слитков:
  - разливаемых в изложницы, литых непрерывным методом трубнозаготовок круглого, прямоугольного сечений, заготовки, получаемые из слитков ЭШП;
  - получаемые посредствомковки полупродукты с последующим сверлением и обдиранием.

Качество исходной трубнозаготовки тесно связано с качественными признаками будущей бесшовной трубы. У нас и за границей в трубопроизводстве известны три направления в совершенствовании технологии производства исходной заготовки:

- выплавка, внепечная обработка материала;
- внедрение НРС (непрерывной разливки стали) для получения трубозаготовки;
- технология процесса прокатки, отделки.

Мартеновские печи, конвертеры и дуговые электропечи служат для выплавки стали для труб.

Первичный продукт при получении бесшовных труб является, в основном, спокойная сталь. Она отличается низким содержанием вредных компонентов, отсутствием пустот под поверхностным слоем заготовки. В производстве бесшовных труб менее ответственных функций применяют кипящую и полуспокойную сталь. Именно из-за значительной концентрации примесей, относительно большого количества пустот под поверхностным слоем.

При попадании в изложницу жидкой стали, выплавляемой по технологии получения спокойной стали, на стенках и основании изложницы быстро образуется слой (толщиной 6-15 мм) мелких, хаотично ориентированных кристаллов. В дальнейшем теплоотвод идет медленнее, кристаллы растут перпендикулярно стенкам изложницы, увеличиваясь в размере. Образуется зона кристаллов в виде столбиков крупного размера (дендритов). Кристаллы растут, теплоотвод в центральных зонах слитка ослабевает, что способствует интенсивному росту кристаллов по разным направлениям. В нижней зоне слитка образуется область разноориентированных кристаллов среднего размера. Эта область образуется при опускании кристаллов, образованных в жидкой стали, вниз, на основание, и при распаде растущих дендритов.

Вверху слитка образуется усадочная раковина, причиной появления которого является усадка стали при затвердевании. Это объясняется разностью плотностей металла разных состояний: жидкого и твердого. Усадка равна 2-5%. В начальный момент застывания металла усадка идет в верхнем слое слитка. Образовавшийся верхний слой сжимается, отходит от стенок изложницы, а внутри слитка находится жидкий металл. При увеличении толщины верхнего слоя уменьшается объем, что вызывает образование полости в последнем жидком слое металла. При разливке в изложницы с утепляющими надставками в последнюю очередь застывает металл вверху слитка. Там и образуется усадочная раковина, где концентрируются всплывающие неметаллические включения, частички шлака, газовые пузырьки. Прежде, чем прокатывать слиток, усадочная раковина вырезается.

Размер, глубина расположения усадочной раковины зависят от размеров слитка (поперечных и продольных). С нарастанием температуры разливки растет размер усадочной раковины.

Есть разные методики, способствующие сосредоточению усадочной раковины вверху слитка, уменьшению его размера. Они направлены на обогрев верхнего участка слитка. На изложницу ставят утепленные

надставки; в верхний участок изложницы вставляют платы из керамзита, картона; засыпают верх слитка экзотермическими компонентами или теплоизоляционными составами в виде порошка. Это позволяет уменьшить верхний срез слитка и увеличить годность металла.

Важным признаком для получения хорошего качества проката из кипящей стали служит толщина корочки. При прокате корочка должна оставаться целостной, пузырьки не должны вскрываться. В противном случае окислится их внутренняя поверхность. При прокатке эта часть металла не раскатывается и идет в брак. Для того, чтобы увеличить толщину корочки, металл перед разливкой или при разливке окисляют добавлением в изложницу материалов, которые насыщают сталь кислородом. Тогда в начальный момент кипение стали более сильное, что способствует образованию более толстой корочки.

Технология процесса производства трубозаготовок (слитков)

Слитки идут на производство труб диаметром более 140 мм на прокатных агрегатах. Имеют место определенные трудности при изготовлении круглой заготовки (катаной) большого диаметра. На трубы идут слитки сечением круглого или многогранного профиля, с конусом прибл. 1 %, весом 3,5 т.

Разливка спокойной стали идет снизу (сифоном), сверху в изложницы. Изложницы кверху расширяются и имеют нагревательные надставки. Кипящую сталь льют в изложницы с уширением книзу [2].

Схематичная разливка. Сталь разливается или сразу из сталеразливочного ковша, или через промышленный ковш и воронки. При верхней разливке порция металла должна идти точно по центру мульды. Чтобы металл, ударяясь об основание мульды, не разбрызгивался, в начале процесса металл льют медленно, не открывая стопор разливочного ковша полностью. Как только сформируется определенный слой жидкого металла, так называемая «подушка», разливку продолжают полным ходом, на рабочей скорости. Разливочная скорость связана непосредственно с диаметром разливочного стакана.

Внепечная обработка стали для труб

Внепечная обработка это довольно рентабельный способ повышения качества материала.

Все операции по внепечной обработке выполняются в ковше:

- раскисление,
- десульфурация,
- глубокое обезуглероживание,
- частичное легирование.

Внепечная обработка имеет преимущества перед рафинированием стали в печи. Если эти процессы выполнять в сталеплавильных печах, то заметно увеличится продолжительность плавки, и ухудшатся технико-экономические производственные показатели. Благодаря современным способам внепечной обработки сложившаяся десятилетиями специализация



сталеплавильных агрегатов по сортам выплавляемой стали полностью изменилась, а сам технологический процесс выплавки качественной стали все больше сводится к получению в агрегатах жидкого полупродукта, и последующему (в ковше) удалению фосфора и углерода, а иногда и серы до заданных пределов.

При такой технологии резко возрастает производительность сталеплавильных линий.

Внепечная обработка позволила увеличить технологические возможности сталеплавильных линий по выплавке новых сортов сталей. Ранее производство этих сталей считалось невозможным. Сюда относятся стали с низким процентным содержанием углерода, серы, с малыми допусками по легирующим элементам, стали для труб, функционирующих при минусовой температуре и под напором.

На металлургических комбинатах используются такие виды внепечной обработки, как продувка металла инертными газами, порошкообразными (рафинирующими и науглероживающими) материалами; обработка синтетическими шлаками и шлакообразующими смесями; вакуумирование и перемешивание стали электромагнитным способом.

Химический состав стали, её предназначение, виды последующих обработок определяют выбор методов, повышающих качество стали. Здесь немаловажны и условия производства, и предъявляемые к готовому изделию требования, основные из которых:

- снижение в стали количества вредных примесей, газов, неметаллических включений,
- изменение химического состава и структуры включений,
- постоянство разливочной температуры,
- защита продукта от окисления (вторичного).

Вредные примеси, которые резко снижают все полезные свойства стали, это сера и фосфор.

Снижением количества серы в стали достигают:

- повышают её пластичность,
- улучшают поверхность проката,
- снижают брак проката, вследствие плены,
- сокращают угар железа при нагреве.

При анализе изменения ударной вязкости трубной стали видно, что заметное улучшение этих характеристик проявляется при количестве  $S < 0,015 \%$ . Установлено также, что повышенное количество серы (более  $0,02 \%$ ) ведет к росту дефектов на поверхности слэбов.

Особое значение имеет снижение содержания серы при производстве металла, где нужна глубокая вытяжка металла, и при большом весе разливаемых слитков.

Количество серы в стали можно снизить, понизив его в исходном продукте, т.е. в чугунах. Десульфурацией стали в конвертерах, двухванных печах, электропечах большой мощности этого полностью не достичь.

Внепечная обработка сегодня один из удачных видов процесса глубокой десульфурации стали.

Реализация процесса вдувания десульфураторов в виде порошка сопряжена с созданием практически нового оборудования для подготовки порошка, порошковой смеси, для транспортировки и дозирования пылегазовых смесей с обеспечением возможности гибкого управления не только плотностью пылегазового потока, но и окислительным потенциалом газообразных смесей.

Особенность этого метода внепечной обработки металла состоит в однозначном направлении создания комплексных установок, обеспечивающих не только рафинирование металла от вредных примесей, но и регулирование его химического состава, температуры, создание условий для удаления неметаллических включений, получение необходимой микро- и макроструктуры. Все это помогает достичь требуемых механических свойств и служебных характеристик металлопродукции.

Снижение содержания фосфора, присутствие которого чаще нежелательно в стали, производится чаще в сталеплавильных печах. Реже прибегают к внепечной дефосфорации чугуна и стали, потому что производство стали - процесс окислительный, и дефосфорация в печи или конвертере никаких проблем не вызывает. Отрицательно воздействуют на свойства стали содержащиеся в ней кислорода и водорода, их повышенное содержание ведёт к большей хрупкости, склонности к старению (из-за большого количества оксидных включений), к образованию флокенов, пористости посередине, свищей, к падению пластичности и усталостной прочности [2].

Азот в стали не всегда вреден, он используется даже как легирующий компонент. Он влияет на упрочнение некоторых конструкционных марок сталей. При производстве низколегированного металла для листа впоследствии с глубокой вытяжкой, при выплавке трубных, конструкционных марок сталей, которые будут применяться для работы при сильном холоде, высоком давлении, количество азота в стали должно быть низким.

Наиболее эффективен способ снижения содержания этих газов в металле, называемый вакуумированием, продувкой инертным газом.

Химический состав и структура соединений металлов с металлоидами (неметаллических включений) в стали также воздействуют на механические свойства металла, разнородность состава слитка, склонность к трещинообразованию, свариваемость. Размер зерна и равномерное расположение неметаллических включений регулируются посредством добавки в нее специальных модификаторов. Их добавляют после выпуска стали, при её внепечной обработке.

Защищая от повторного окисления сталь при разливке, мы снижаем точку загрязненности неметаллическими включениями. Такая защита может

делаться аргоном, шлаками, теплоизоляционными смесями. Этого можно достичь путем разливки «под уровень».

## 2.2 Непрерывная разливка стали

По конструктивным особенностям линии для непрерывной разливки (МНЛЗ) делятся на установки: вертикальные, радиальные и криволинейные.

Сталь из разливочного ковша льют в промышленный ковш.

Промышленный ковш оснащен одним или двумя стопорами, чтобы одновременно заливать в один или два кристаллизатора. Промышленный ковш позволяет регулировать разливочную скорость стали, сепарирует шлак.

Внизу, под промышленный ковшом, расположен водоохлаждаемый кристаллизатор из меди, который представляет собой пустотелую коробку, которая имеет форму изготавливаемой заготовки. До начала разливочного процесса в кристаллизатор поступает "затравка" (стержень из стали). На её торце находится насадка, выполненная в виде ласточкиного хвоста для лучшего сцепления с образующимся слитком. Слиток, формирующийся в кристаллизаторе, сцепляется с головкой затравки, а тянущие ролики вытягивают слиток вниз. В районе стенок кристаллизатора сталь жидкой фракции затвердевает и образует твёрдую оболочку. Выйдя из кристаллизатора, слиток с жидкой серединой (стержнем) охлаждается в зоне вторичного охлаждения, где на поверхность слитка с помощью форсунок подаются распыленные струи воды. Отсюда слиток уходит в твердом состоянии к тянущим роликам, а затем на резку, где от него газокислородными резаками отрезают мерные заготовки и отделяют затравку. Заготовки впоследствии направляются на склад.

Чтобы у слитка была плотная корка, и он не приварился к кристаллизатору, сам кристаллизатор движется обратно – поступательно вдоль вертикальной оси, т.е. совершает колебательные движения по вертикали. При опускании на 10-50 мм кристаллизатор движется со скоростью передвижения слитка. Темп возврата в исходную позицию в 3 раза быстрее. Кристаллизатор качается, делая в минуту 10-100 циклов. Чтобы не возникало сильного трения стенок кристаллизатора со слитком, сверху в кристаллизатор поступает парафиновая смазка.

Центробежное литье гильз является одной из возможностей выпуска трубной заготовки с отверстием. Гильзы, полученные центробежным литьем, поступают впоследствии на прокатку на пилигримовую линию.

Перед прокаткой трубные заготовки подлежат расточке и обточке для уменьшения толщины стенки на 10-15 %. Если в определенных случаях наружную поверхность можно не обтачивать, то для внутренней поверхности эта операция обязательна.

Система методов изготовления трубной заготовки

Трубная заготовка диаметром 90 - 300 мм выпускается на самых различных станах - как на специализированных трубозаготовочных, так и на крупносортовых линиях (линейных и непрерывных). В отличие от методов производства среднего и крупного круглого сортового проката, при выпуске

трубной заготовки используют более чистую (по содержанию серы, фосфора и растворенных газов) сталь; производят более тщательную подготовку поверхности исходного изделия и кромки; обеспечивают более качественную отделку [3].

Исходными продуктами для выпуска трубных заготовок используют блюмы, а также непрерывнолитые квадратные и прямоугольные заготовки.

### 3. Разработка схемы технологического процесса

#### 3.1. Сортамент производства бесшовных труб

- водогазопроводные;
- геолого-разведочного сортамента , используются для разведывания и добычи полезных ископаемых ;
- бурильные , используются для бурения через них подаётся промывочный раствор для удаления разрушенной породы;
- обсадные , используются для крепления стенок скважин от обрушения;
- насосно-компрессорные , используются для доставки продуктов полезных ископаемых на поверхность;
- бесшовные трубы для опреснительных установок , используется многоступенчатый метод который состоит из водонагревательного оборудования, рекуперация тепла конденсатора.

### 3.2. Методы технологических схем производства труб.

#### а) Пилигримовый стан

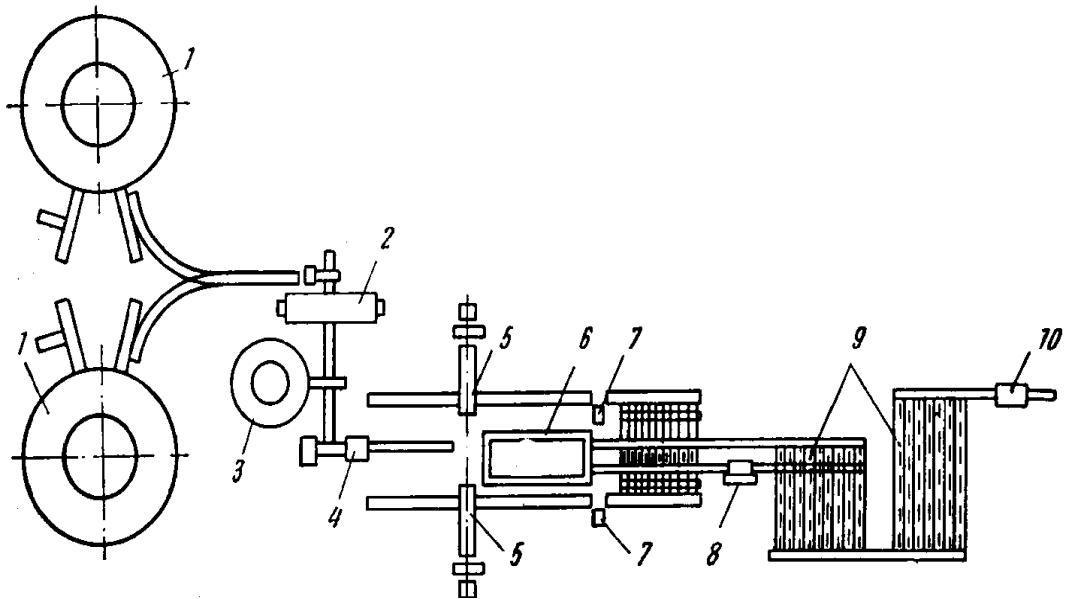
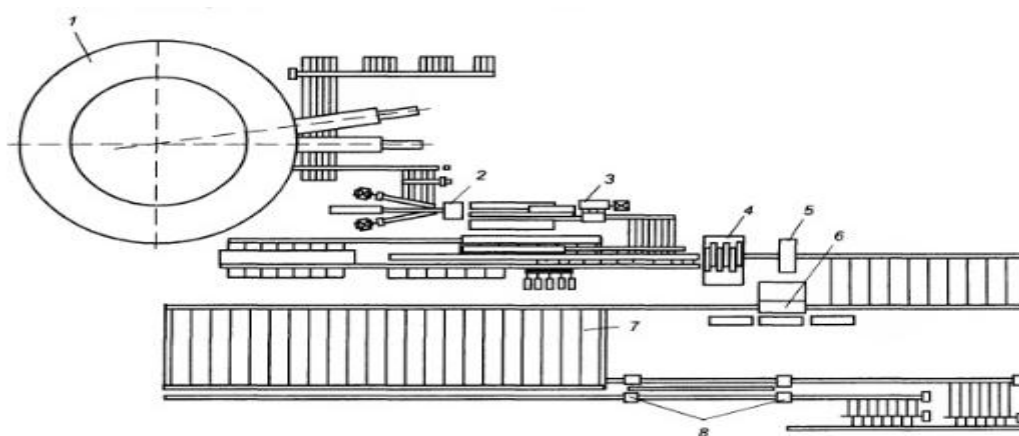


Рисунок 3 – Технологическая схема расположения оборудования агрегата с пилигримовыми станами

1 – кольцевая печь; 2 – горизонтальный прошивной пресс; 3 – кольцевая подогревательная печь; 4 – стан-элонгатор; 5 – пилигримовый стан; 6 – подогревательная печь; 7 – пила; 8 – калибровочный стан; 9 – охлаждающий стол; 10 – правильный стан

Прокатка на пилигримовых станах является периодической. Толстостенную гильзу надевают на длинную оправку (дорн) и деформируют в калибре переменного профиля. В суживающейся части калибра стенки трубы обжимаются, а на полирующем участке калибра с постоянным сечением калибруются.

#### б) Непрерывный стан



Ри

сунок 4 – Технологическая схема расположения оборудования агрегата с непрерывными станами

1-кольцевая печь,2-прошивной стан,3-редукционный стан,4-непрерывный стан,5-трубосъёмный агрегат, 6-калибровочный стан,7-холодильник,8-пилы для резки труб

Непрерывная прокатка трубы на непрерывном многоклетевом стане

Прокатка осуществляется на длинной цилиндрической оправке, что позволяет получать трубы большой длины (в два с лишним раза большей, чем, например, при прокатке на автомат-стане, где длина трубы ограничивается малой величиной деформации)

Отличительной особенностью непрерывной прокатки является одновременная деформация материала трубы в нескольких клетях, последовательно расположенных. Клетки непрерывного стана соединены прокатываемой трубой и оправкой. Преимуществом прокатного процесса является возможность прокатки черновых труб большой длины с высокой скоростью. К другим преимуществам агрегатов этого типа относятся:

благоприятные предпосылки для деформации металла на непрерывном агрегате прокатки,

малое количество технологических отходов,

удобное для осуществления технологических операций расположение оборудования [3].

На этих линиях трубы выпускают в круглых калибрах на станах непрерывных прокаток. Оправку берут длинную. Оправка, плавающая обычно принятым способ, удерживается, перемещаясь с заданной скоростью. Недостатками метода непрерывной прокатки являются:

ограниченная длина раскатываемой трубы макс. 30 м;

рост массы оправки с связи с возрастанием  $\varnothing$  труб;

ограниченная процедурами изготовления длина оправки - макс. 20 м; сложность при извлечении оправки (тонкая толщина стенки).

в) Прессование

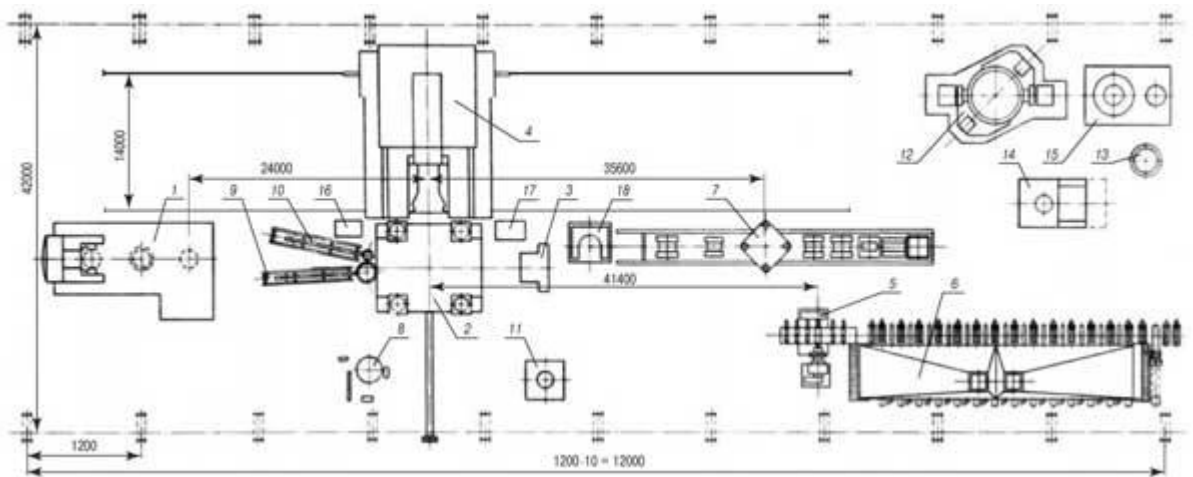


Рисунок 5 – Технологическая схема расположения оборудования агрегата с гидравлическими прессами

1 – устройство смазки заготовок; 2 – экструдинг-пресс; 3 – пульт пресса; 4 – загрузочно-инструментальный манипулятор; 5 – кантователь труб; 6 – холодильник; 7 – пресс-разделитель; 8 – установка приготовления смазки для инструмента; 9 – механизм смазывания и охлаждения иглы; 10 – механизм смазывания контейнера; 11 – механизм очистки контейнера; 12 – печь предварительного нагрева контейнеров; 13 – печь нагрева игл; 14 – стенд текущего ремонта матриц; 15 – стенд сборки контейнеров; 16-18 – столы инструментальные.

### Производство труб прессованием

Агрегаты с трубопрофильными прессами используют для изготовления горячедеформированных круглых и профильных труб диаметром до 1220 мм из металлов с низкой пластичностью, углеродистых и низколегированных сталей ответственного назначения и повышенного качества. При горячем прессовании за один ход рабочего инструмента достигаются деформации, превышающие 90%, что сокращает число переделов по сравнению с прокаткой и позволяет сузить общий температурный интервал деформации.

Трубные изделия получают прессованием на мощных вертикальных механических или горизонтальных гидравлических прессах.

Преимущество вертикальных механических прессов - отсутствие дорогостоящих насосно-аккумуляторных станций и большая по сравнению с горизонтальными производительность. Недостаток - переменная скорость прессования, связанная с наличием кривошипного механизма, что приводит к неравномерной деформации и ухудшению качества труб, и ограниченная длина хода штемпеля, а, следовательно, длина исходных заготовок и прессуемых труб.

Горизонтальные гидравлические прессы работают с постоянной скоростью прессования, на них можно изготавливать изделия большой длины и достигать больших усилий прессования, в то время как механические прессы большой мощности имеют и сложны.

г) Автоматический стан

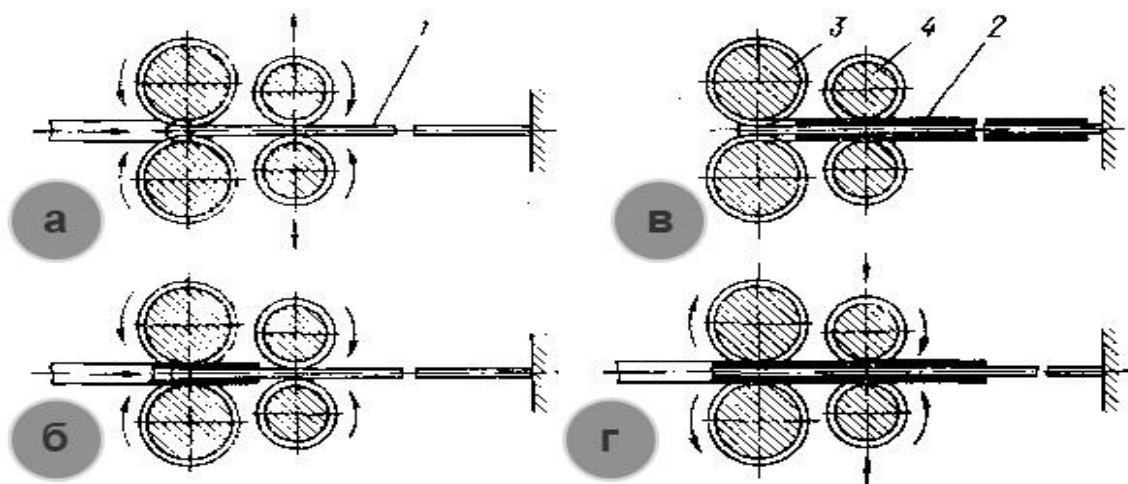


Рисунок 6 – Схема прокатки труб на автомат-стане



## Прокатка с автомат станом

Классическая схема линии с автомат-станом предусматривает получение полых гильз на прошивном агрегате, прокатку этих гильз в трубы (прокатывают на автоматическом стане). Затем раскатку трубы в риллинг-станах и калибровку на калибровочных линиях. Чтобы получить трубу меньших диаметров с более тонкой стенкой.

Технологический процесс включает следующие операции. Нагретая до заданной температуры заготовка мерной длины выдается из печи и по наклонному стеллажу перекачивается на рольганг. В конце рольганга установлен пневматический зацентровщик, наносящий центрирующее углубление на торец заготовки перед прошивкой.

### 3.3 Получение полой заготовки

Полую заготовку можно получать тремя способами : прессованием , центробежным литьём и поперечно-винтовой прокаткой.

#### 3.3.1 Получение полой заготовки прессованием

Способ изготовления стальных бесшовных труб предусматривает получение трубы из сплошной заготовки методом прессования за один рабочий цикл прессы и включает нагрев заготовки, нанесение смазки, последовательные операции прошивки заготовки, прессования трубы и отделения трубы от пресс-остатка. Изготовление трубы осуществляют на вертикальном гидравлическом трубном экструдинг-прессе, снабженном устройством для отрезки пресс-остатка, с использованием не скрепленной с пресс-штемпелем пресс-шайбы и технологической смазки из стекломатериала. Смазку наносят на боковую поверхность нагретой заготовки путем обкатки ее по стеклопорошку, а также помещают на матрицу и верхний торец заготовки в виде предварительно скомпактированных шайб. При этом используют обточенную заготовку с выполненным под стеклошайбу углублением на одном из ее торцов и радиусным скруглением кромки на противоположном торце. Перед прошивкой заготовки производят ее осадку в контейнере пресс-штемпелем с последующим подъемом пресс-штемпеля над заготовкой для создания свободного пространства под увеличение высоты заготовки при прошивке. Также возможно использование заготовки с предварительно выполненным в ней путем сверления центральным отверстием с коническим расширением у верхнего торца и уменьшенным наружным диаметром, обеспечивающим повышенный кольцевой зазор между заготовкой и стенкой полости контейнера. Прошивку такой заготовки осуществляют методом экспандирования с помощью иглы, снабженной специальным экспандирующим наконечником, без предварительной осадки заготовки пресс-штемпелем и последующего подъема пресс-штемпеля над заготовкой.

Для прессования труб применяют вертикальные и горизонтальные трубные прессы.

Процесс прессования труб состоит из двух основных операций:  
прошивка заготовки;  
раскатка трубы .

На вертикальных механических прессах обе операции производятся на одном прессе усилием 12,5 или 15 МН. При прессовании труб на горизонтальных гидравлических прессах заготовки обычно прошивают на вертикальном гидравлическом прессе [2].

Для производства труб из специальных сталей (легированных, нержавеющей) обычно используют катаную или непрерывнолитую заготовку, а для изготовления труб из малопластичных и труднодеформируемых сталей и сплавов используют кованую заготовку.

На горизонтальных гидравлических прессах трубы производятся по следующим технологическим схемам в зависимости от материала прессуемых труб.

Трубы из среднелегированных сталей: прошивка сплошных заготовок на вертикальных прошивных прессах и прессование прошивных гильз в трубы на экструзионных прессах.

Трубы из нержавеющей и высоколегированных сталей: экспандирование сверленных заготовок на прошивных прессах и прессование (выдавливание) экспандированных гильз в трубы на экструзионных прессах.

Трубы из малопластичных труднодеформируемых сталей, никелевых, титановых, молибденовых, вольфрамовых, циркониевых и других сплавов: прессование (выдавливание) сверленных гильз в трубы на экструзионных прессах.

Прессование труб на трубопрофильных прессах выполняют за один рабочий ход из предварительно нагретых полых заготовок.

Современные установки с гидравлическими прессами обеспечивают производство труб высокой точности по толщине стенки ( $\pm 10\%$ ), а при необходимости эти пределы могут быть изменены до  $\pm 5 \dots 8\%$ .

Прессованные трубы характеризуются минимальным по сравнению с трубами, получаемыми способами горячей деформации, количеством наружных и внутренних дефектов, что обусловлено наиболее благоприятной схемой напряженного состояния металла (схема всестороннего сжатия), а также возникающим при деформации высоким давлением, что способствует залечиванию дефектов заготовки.

Процесс прессования труб из предварительно прошитых или сверленных гильз заключается в выдавливании металла заготовки движущимся пресс-штемпелем через кольцевой зазор между неподвижной матрицей и движущейся в ней с металлом иглой .

### 3.3.2 Получение труб прокаткой

**Прошивной стан.** Двухвалковый стан поперечно-винтовой прокатки. прошивка гильзы в валках. прошивка осуществляется на станах трёх типов: бочковидными, дисковыми и грибовидными валками (Рисунок 7).

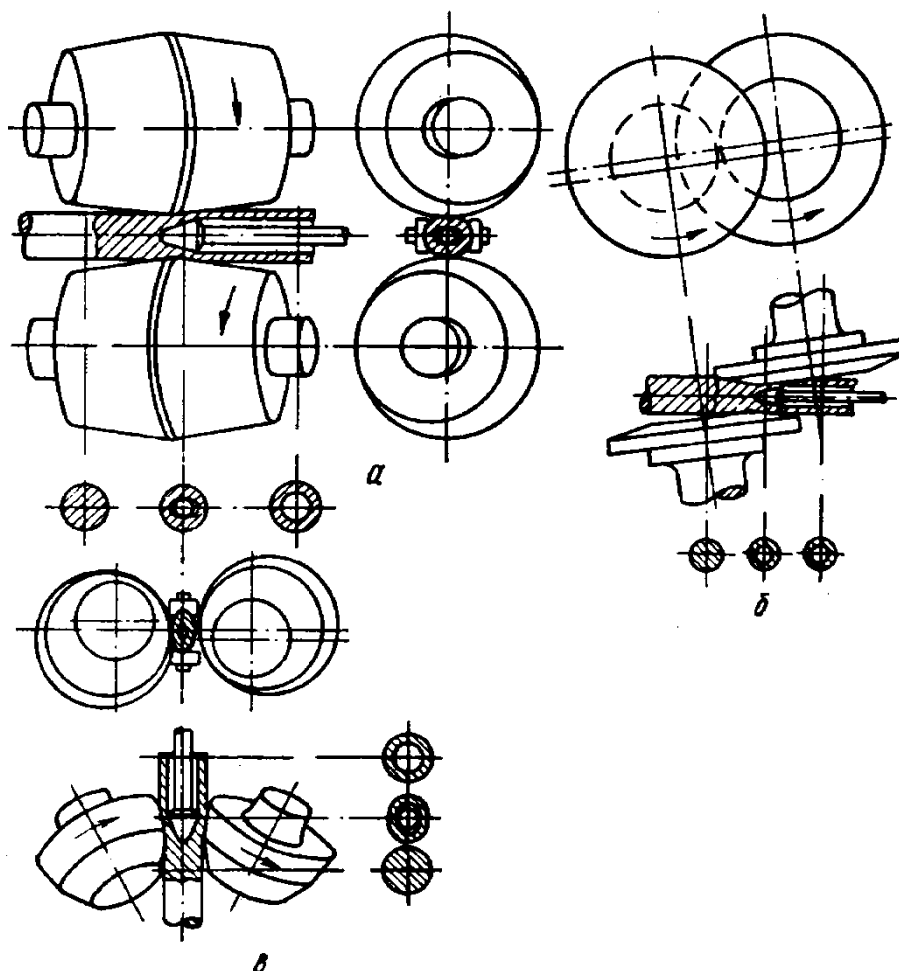


Рисунок 7 -Схемы прошивки на двухвалковом стане поперечно-винтовой прокатки.(а-бочковидными валками, б-дисковыми валками, в-грибовидными валками)

Процесс прошивки нагретой заготовки в гильзу на двухвалковом прошивном стане с оправкой. Рабочие валки имеют двойную конусность и вращаются в одну сторону, в результате чего заготовка получает вращение, характерное для поперечной прокатки, и поступательное движение вследствие того, что оси валков расположены под некоторым углом к осевой линии прокатки. На входном конусе происходит подготовка металла заготовки к прошивке на оправке; на выходном — утончение стенки гильзы между оправкой и валками. Пережим валков (место перехода от входного конуса к выходному) сглаживает участок перехода деформации сжатия заготовки по наружному диаметру к деформации расширения. Входные

конусы валков делают или одинаковой длины, или несколько короче выходных. Большая длина выходного конуса обеспечивает получение гильз с геометрически правильной поверхностью и большим расширением. Углы наклона образующих входного (конуса прошивки) и выходного конусов примерно одинаковы и составляют 4—5°.

Основным деформирующим инструментом прошивного стана является оправка и валки, вращающиеся в подшипниках, установленных в станине рабочей клетки. В качестве вспомогательного (направляющего) инструмента используют неподвижные линейки, ролики, приводные и неприводные диски.

Оборудование, предназначенное для вращения валков, а также для восприятия возникающих при пластической деформации (обжати) металла, усилий и крутящих моментов, составляет рабочую линию.

Привод рабочих валков может осуществляться двумя способами. Наибольшее распространение получил групповой привод, когда момент прокатки от двигателя передается через шестеренную клетку, которая одновременно снижает частоту вращения вала двигателя до нужного уровня. Шестеренная клетка связана с рабочей клеткой шпинделями с шарнирными муфтами. Другой способ - индивидуальный привод валков, когда каждый валок приводится во вращение от своего двигателя. Достаточное распространение групповых приводов объясняется наличием в них жесткой кинематической связи между валами, которую обеспечивает шестеренная клетка, компактностью привода и меньшей мощностью по сравнению с суммарной мощностью электродвигателей индивидуальных приводов.

Производство труб на с *трехвалковым раскатным* станом винтовой прокатки.

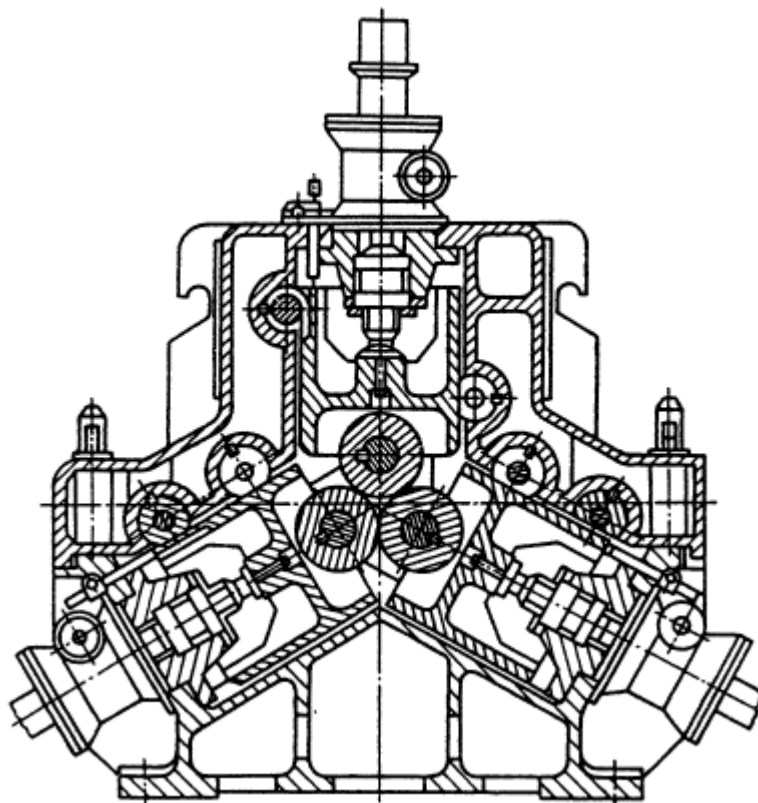


Рисунок 8– Клеть раскатного стана

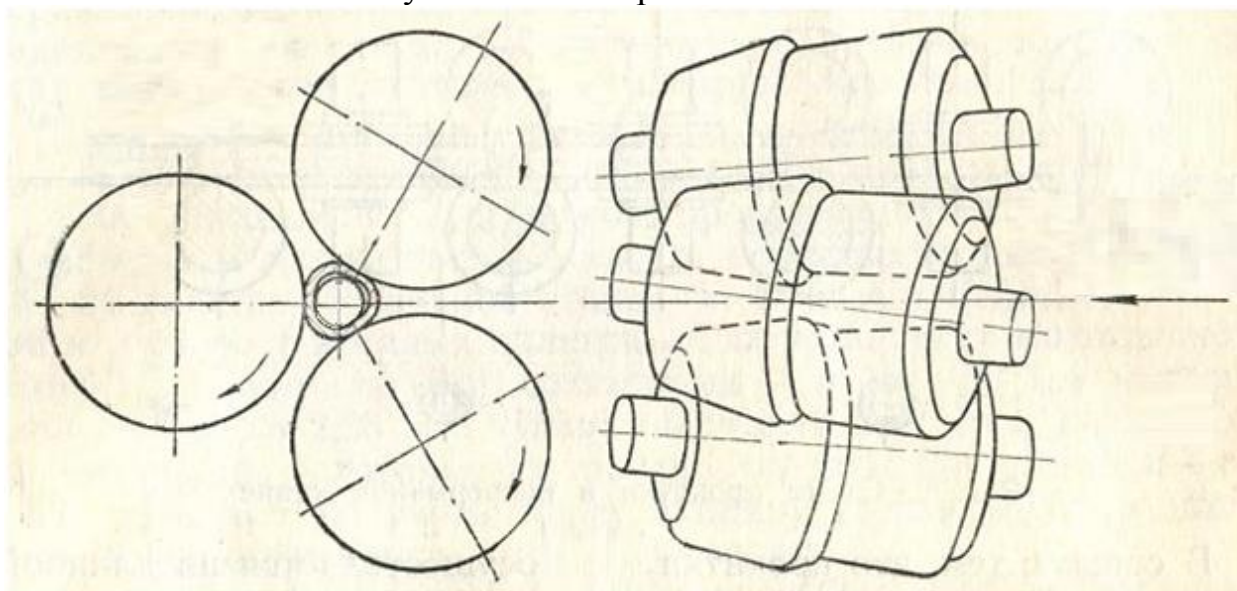


Рисунок 9 – Валки раскатного стана

Процесс раскатки гильзы в трубу осуществляется на трубных прокатных станах. Перед запуском гильзы в валки в нее вводится длинная цилиндрическая оправка, которая движется в очаге деформации вместе с

гильзой. Диаметр оправки определяет внутренний диаметр трубы, а последовательно расположенные уменьшающиеся в размерах по ходу прокатки, обеспечивают получение необходимого наружного диаметра трубы.

Большое влияние на процесс прокатки и качество труб оказывают скорости прокатки труб и соответственно частоты вращения валков по клетям для непрерывных станов с индивидуальным приводом и диаметры валков по клетям с групповым приводом. На основании опыта эксплуатации современных непрерывных станов целесообразно вести процесс прокатки, когда скорости валков каждой клетки соответствуют условиям сохранения постоянства секундных объемов металла, проходящего через каждую клетку. При этом коэффициент кинематического натяжения (отношение секундных объемов в двух смежных клетях) рекомендуется для первых клеток 0,5-1,0%, чтобы обеспечить устойчивый процесс без оковывания трубой оправки и подпор в пределах 1,0% для последних клеток, чтобы обеспечить извлечение оправки.

На одних агрегатах гильзу задают на раскатку передним концом, на других - задним. Гильза в районе переднего конца имеет чуть больший диаметр. Это облегчает захват в раскатном стане. Задний конец гильзы несколько сужен. Для надежности введения оправки приходится увеличивать внутренний диаметр гильзы.

#### ***Калибровочный стан***

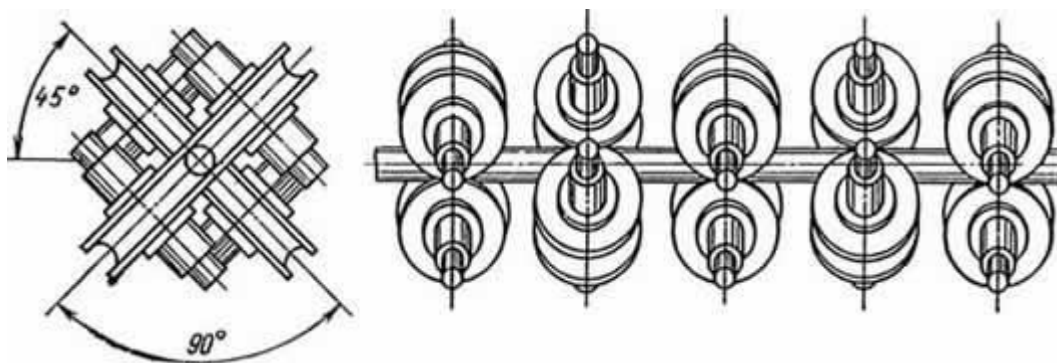


Рисунок 10 – Схема прокатки на калибровочном стане

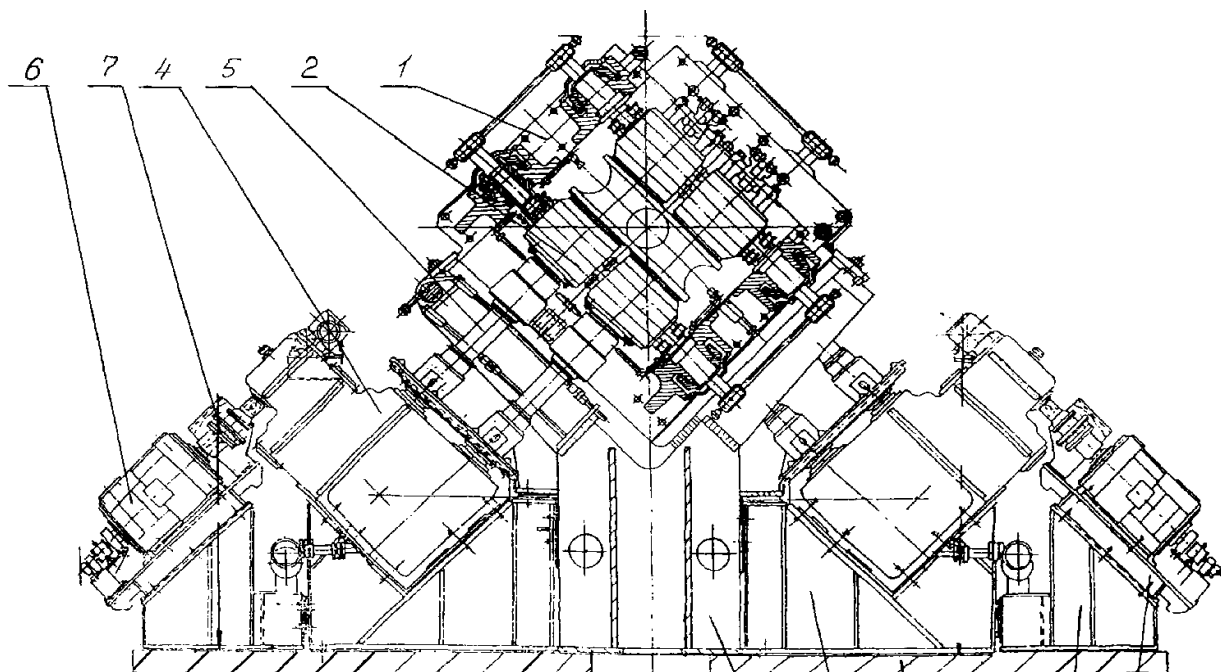


Рисунок 11—Клеть двухвалкового калибровочного стана

1—нажимное устройство, 2—валки, 3— траверсы, 4—шестерённая клетя, 5—шпиндели, 6—двигатель, 7—муфта

Калибровочный стан предназначен для выравнивания геометрических размеров труб. Параметрами калибровки труб являются: периметр трубы после каждой клетки и диаметр готовой трубы.

Калибровочный стан состоит из пяти клеток, которые аналогичны конструкции клеток с закрытым профилем калибра формовочного стана.

Процесс работы калибровочного стана, подвергаются правке в правильной клетке. Заготовка трубы попадает в калибровочный стан после раскатки, где её окончательно деформируют на правильной клетке. Правильная клетка состоит из сварной конструкции открытого типа, в которой размещается четырехвалковая кассета. В кассете установлены четыре холостых правильных валка, имеющие свои нажимные механизмы. Кассета имеет механизм с электроприводом для перемещения ее в вертикальном и горизонтальном направлениях. предназначены, чтобы уменьшить наружный диаметр труб и откалибровать их. Трубопрокатный агрегат благодаря наличию этих станом в своем составе лишь приобретает преимущества, как: повышение его производительности, расширение сортаментных возможностей, т.е. получение труб с меньшим  $\varnothing$  и большей длиной. Такие станы обычно имеют по 12-20 клеток. Клетки работают или вовсе без натяжения, или с малыми натяжениями.

#### 4.Выбор технологического оборудования.

Технологическая схема проектируется для создания труб опреснительных установок , эти трубы должны отличаться высокой коррозионной стойкостью и высокой прочностью для обеспечения этого процесса выбраны коррозионно-стойкие холоднодеформированные аустенитные хромоникелевые трубы.

Коррозионно-стойкие трубы широко применяются в энергетике, пищевой и химической промышленности, в строительстве , а также для опреснительных установок. Трубы из сталей, стойких к электрохимической коррозии, также называют нержавеющими.

По технологии изготовления нержавеющие трубы делятся на:

- горячедеформированные бесшовные трубы ;
- холодно- и теплодеформированные бесшовные .

Труба нержавеющая, также как и горячедеформированная труба нержавеющая производится из высокохромистых сталей

Каждая система легирования имеет свое назначение: для работы в растворах кислот и щелочей, органических кислот, в морской воде, в окислительной атмосфере при.

Особенности производства бесшовных стальных и нержавеющих труб:

- горячедеформированные трубы – прошивкой и раскаткой трубной заготовки;
  - холоднодеформированные трубы – дополнительно к горячей прокатке – волочением или холодной прокаткой горячекатаной заготовки (гильзы).
- Легирование оказывает влияние на температурно-временные параметры деформации и на особенности подготовки поверхности.

В отличие от горячедеформированной трубы , холоднодеформированные трубы имеют лучшее состояние поверхности, более высокую точность размеров, однородную мелкозернистую структуру стали с меньшим количеством дефектов.

Нержавеющие холоднодеформированные трубы обязательно подвергаются термической обработке, для снятия внутренних напряжений (разупрочнения) после холодной деформации и гомогенизация (выравнивание состава и структуры) стали. Высокохромистые стали ферритного класса типа подвергаются отжигу при 740-780 С, хромоникелевые аустенитные стали типа 12Х18Н10Т – закалке в воде от 1050-1080 С. Для аустенитных сталей высокотемпературный нагрев необходим для повышения стойкости к межкристаллитной коррозии .

Так как нержавеющие трубы предназначены для работы при повышенных коррозионных, тепловых и силовых воздействиях, перечень контрольных испытаний включает : испытание гидравлическим давлением, ультразвуковой контроль. Гидроиспытание труб согласно ГОСТ 9941-81 проводятся в достаточно жестких условиях – при допуске напряжении



до 40% предела прочности. Испытание для определения склонности к межкристаллитной коррозии проводится после выдержки в течение 8 часов в кипящих растворах кислот в присутствии меди. Склонность к межкристаллитной коррозии оценивается по степени растрескивания и глубине распространения трещин на сгибе образца.

Одно из важнейших назначений коррозионностойких нержавеющей сталей аустенитного класса – изготовление оборудования для опреснительных установок.

Условно все марки таких сталей можно разделить на две группы: аустенитные хромоникелевые с содержанием хрома 18-25% и никеля 10-20%, а также ферритные высокохромистые с содержанием хрома 13-17%. Общим у них является ограниченное содержание углерода (не более 0,12%).

- аустенитные хромоникелевые: 08X18H10T, 08X18H10, 12X18H9T, 10X18H9 и т.п.

- ферритные высокохромистые: 08X13, 10X13, 08X17 и т.п.

Механизм повышения коррозионной стойкости при легировании Хром в количестве 17-19% полностью растворяется в кристаллической решетке железа. В количестве 6%, резко повышает электрохимический потенциал стали, т.е. делает ее инертной по отношению к агрессивной среде. Кроме того, атомы хрома образуют на поверхности проката устойчивый оксид, пассивирующий сталь [5].

Никель в количестве 9-11% приводит к образованию устойчивой аустенитной фазы. Такая структура характеризуется высокой растворимостью легирующих элементов и повышенной стабильностью. Содержание углерода не должно превышать 0,12% для исключения образования карбидов хрома, снижающих коррозионную стойкость стали.

Титан – стабилизирующий легирующий элемент. Является сильным карбидообразователем, препятствующим образованию карбида хрома, а также элементом повышающим коррозионную стойкость.

Труба нержавеющая опреснительная: способы производства и особенности отделки поверхности

Как и все трубы из коррозионностойких сталей нержавеющие трубы по технологии изготовления делятся на горячедеформированные бесшовные, холодно- и теплодеформированные бесшовные трубы.

Холоднодеформированные трубы обязательно подвергаются термической обработке, для снятия внутренних напряжений (разупрочнения) после холодной деформации и гомогенизация (выравнивание состава и структуры) стали. Высокохромистые стали ферритного класса типа подвергаются отжигу при 740-780 С, хромоникелевые аустенитные стали типа 12X18H10T – закалке в воде или на воздухе от 1050-1080 С. Для аустенитных сталей высокотемпературный нагрев необходим для повышения стойкости к межкристаллитной коррозии.

Опреснительные нержавеющие трубы как правило поставляются со специальной механической обработкой поверхности – шлифовкой и

полировкой. Такая обработка не только влияет на эстетический вид изделия, но и улучшает коррозионную стойкость за счет повышения свойств защитной оксидной пленки. Очень важна внутренняя отделка труб, снижающая адгезию активных частиц на поверхности и исключая отложения органических и неорганических веществ. По чистоте поверхности различают трубы: полированные, зеркальные и шлифованные.

Анализ технологических схем производства бесшовных труб из легированных сталей показал, что наиболее подходящей является схема с применением двухвалкового прошивного стана, трёхвалкового раскатного стана, и калибровочного стана. Схема оборудования обеспечивающая получение труб представлена на рисунке 12.

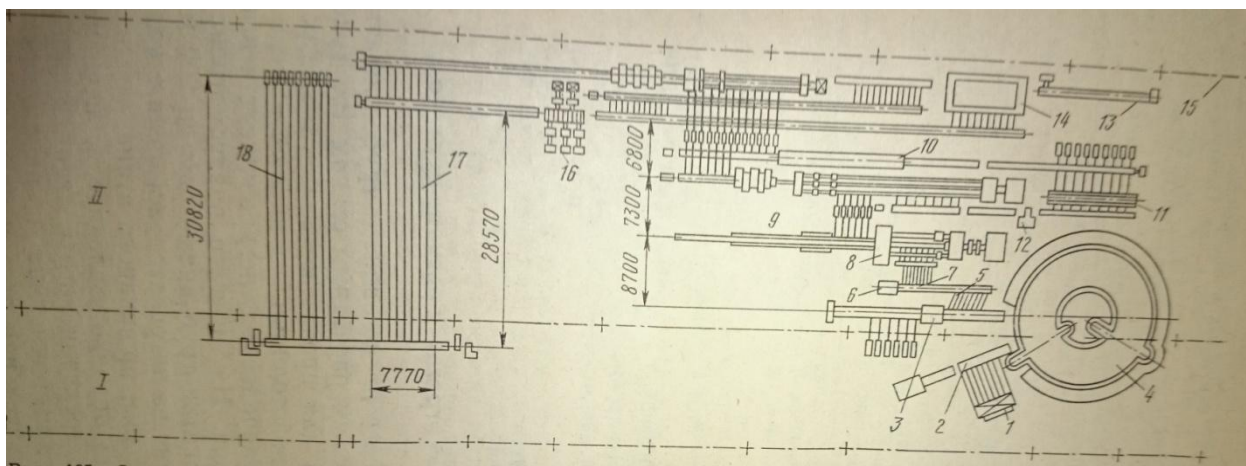


Рисунок 12– Схема расположения оборудования

I- склад заготовок, II-отделение станков для отделки труб; 1- весы, 2- загрузочное устройство, 3-машины для загрузки и выгрузки заготовок, 4- кольцевая печь, 5-рольганг, 6-зацентрировщик, 7-передающие шлепперы, 8- двухвалковый прошивной стан, 9-трёхвалковый раскатной стан, 10- извлекатель оправки, 11-ванна для охлаждения оправок, 12-машина для смазки оправок, 13-фрикционный выталкиватель, 14-подогревательная печь, 15-пункт контроля заготовок, 16-калибровочный стан, 17-первая секция холодильников, 18-вторая секция холодильников.

Для разделения заготовок на мерные длины применяется холодная ломка и резка.

**Холодная ломка** является безотходным способом деления проката на заготовки. Это делается посредством его разрушения. Предварительно наносятся концентраторы напряжений, делаются надрезы при поперечном нагружении. Данный способ приемлем преобладающим образом для разделения проката из металла высокой твердости. Концентраторы напряжений (надрезы) наносят газовой и плазменной горелкой, дисковой пилой, вдавливанием. При вдавливании пуансон на заготовке делает канавку треугольного профиля. Ломку осуществляют на прессовых агрегатах (кривошипных и гидравлических).

Преимущества холодной ломки заключаются в малых энергозатратах, простоте и хорошем сроке службы инструмента, возможном использовании универсального оборудования, возможном контроле за качеством металла при осмотре его излома.

**Резка дисковыми** пилами применима при делении заготовок в холодных и горячих состояниях. В качестве инструмента берутся пилы с цельными, вставленными зубьями и сменными сегментами. Диаметр пил 300-2000 мм, толщина 2-15 мм. Преимущества:

- удовлетворяющее качество поверхности реза;
- можно отрезать весьма короткие заготовки;
- нет зоны температурного воздействия;
- универсальность (возможность резки различных полуфабрикатов).

К недостаткам резки относятся наличие отходов, высокая стоимость инструмента, необходимость закупки заточных станков, загрязненность рабочего места стружкой, сложность отрезки заготовок из высокопрочных материалов, шум при работе. (Схема 1)

Нагрева заготовок осуществляется в кольцевых печах (Схема 1) т.к. они имеют ряд преимуществ:

- заготовки находятся в неподвижном состоянии на вращающемся поде, поэтому в них можно нагревать заготовки круглого и квадратного сечения;

- низкий угар металла 0,5-0,7 %;
- нагрев по периметру заготовок распределяется равномерно;
- возможность перевода печи в камерный режим отопления.

Кольцевая печь – это методическая печь, в которой транспортировка заготовок осуществляется за счёт вращения кольцевого пода.

Печь работает следующим образом. С помощью внешних загрузочных устройств заготовки (трубные) помещаются в печь через окно загрузки. Затем по средствам циклического перемещения подины заготовки проходят все необходимые зоны нагрева и выдаются через окно выгрузки также с помощью внешних механизмов.

Нагрев в кольцевых печах производится 1050-1150 градусов в зависимости от марки стали [5].

После каждой технологической операции или нескольких операций производится межоперационный контроль качества металлоизделий, для обеспечения соответствия качества заготовок, труб требованиям ГОСТов и различных технических условий. Бесшовные трубы подвергаются контролю и испытаниям, большинство методов которых стандартизировано. Контроль химического состава, макроструктуры, микроструктуры, межкристаллитной коррозии, загрязнённости металла неметаллическими включениями относятся к общим методам испытаний металлопродукции.

Для контроля качества и устранения дефектов труб применяется ультразвуковой контроль заготовки.

Автоматизированные установки неразрушающего контроля качества труб применяются для ультразвукового контроля, концевых участков и основного металла .

Система ультразвукового неразрушающего контроля позволяет выполнять:

- обнаружение дефектов и толщинометрию тела трубы;
- выявление продольных и поперечных дефектов ;
- обнаружение расслоений на концах труб.

Ультразвуковой контроль бесшовных труб проводится с целью выявления и отбраковки изделий, имеющих недопустимые дефекты продольной и поперечной ориентации, расслоения основного металла, отклонения от предельно допустимых размеров по толщине стенки. Установка обеспечивает автоматизированный контроль бесшовных труб при помощи подсистем контроля продольных и поперечных дефектов, подсистемы толщинометрии.

Ультразвуковой контроль осуществляется эхо-методом. В установке реализован совмещенный режим работы акустических преобразователей. Необходимые параметры и допуски при контроле обеспечиваются настройкой аппаратуры на стандартных образцах.

Система контроля толщины и расслоений металла

Каналы подсистемы толщинометрии работают в совмещенном режиме контроля. Подсистема зондирования включает: акустический преобразователь, генераторно-усилительные блоки, блок развязки.

Для контроля толщины и выявления расслоений стенки прозвучивание осуществляется по радиусу.

Система контроля внутренних дефектов

Система обеспечивает обнаружение продольных и поперечных дефектов в металле трубы. Прозвучивание трубы в процессе контроля осуществляется по окружности - для выявления продольных дефектов, а также вдоль образующей, по ходу движения трубы - для выявления поперечных дефектов.

Дефектоскопическая электроника

дефектоскопическая электроника потребляет в 8 раз меньше электроэнергии по сравнению с аналогичным оборудованием других видов, а значит, имеет меньшее тепловыделение, что позволяет не использовать дорогостоящее и ненадежное в условиях завода жидкостное охлаждение радиоэлектронной аппаратуры [1].

#### 4.1 Двухвалковые станы поперечно-винтовой прокатки

Самое широкое распространение для прошивки заготовок получили двухвалковые станы поперечно-винтовой прокатки валкового типа (Рисунок 2). Основным деформирующим инструментом прошивного стана является оправка и валки, вращающиеся в подшипниках, установленных в станине

рабочей клетки. В качестве вспомогательного (направляющего) инструмента используют неподвижные линейки, ролики, приводные и неприводные диски. Оборудование, предназначенное для вращения валков, а также для восприятия возникающих при пластической деформации (обжатии) металла, усилий и крутящих моментов, составляет рабочую линию. Привод рабочих валков может осуществляться двумя способами. Наибольшее распространение получил групповой привод, когда момент прокатки от двигателя передается через шестеренную клетку, которая одновременно снижает частоту вращения вала двигателя до нужного уровня. Шестеренная клетка связана с рабочей клеткой шпинделями с шарнирными муфтами. Другой способ - индивидуальный привод валков, когда каждый валок приводится во вращение от своего двигателя. Достаточное распространение групповых приводов объясняется наличием в них жесткой кинематической связи между валами, которую обеспечивает шестеренная клетка, компактностью привода и меньшей мощностью по сравнению с суммарной мощностью электродвигателей индивидуальных приводов. В станах винтовой прокатки с мощными электродвигателями целесообразно применять индивидуальный привод. Особенно рациональна установка таких приводов при работе станов на больших углах подачи. В этом случае проще обеспечивается равномерность скоростей вращения рабочих валков при небольших (до  $8... 10^\circ$ ) углах перекоса в шарнирных муфтах.

Рабочая линия и состав оборудования прошивного стана. Положение привода в прошивных станах определяется конструктивными особенностями клетки и прежде всего наличием угла раскатки.

Принципиальные конструктивные особенности двухвалковой клетки заключаются в следующем:

- из конструкции исключены кассеты и их роль выполняют барабаны, в цилиндрических расточках которых жестко монтируются подушки с валками; такое исполнение узла барабана значительно упрощает конструкцию клетки и ее изготовление, а также полностью исключает какое-либо перемещение рабочих валков относительно барабанов, благодаря чему повышается жесткость клетки и работоспособность главного привода стана;
- для изменения раствора валков и восприятия радиальных усилий прокатки предусмотрены механизмы, имеющие по одному нажимному винту на каждый барабан;
- перевалка рабочих валков осуществляется совместно с барабанами при откинутой крышке станины.

Рабочая клетка включает узел станины, два барабана с рабочими валками, механизм синхронного поворота барабанов, механизм синхронного сведения и разведения валков, механизм установки верхней линейки. Барабаны Предназначены для изменения углов подачи. Ось поворота барабанов перпендикулярна оси прокатки. Барабаны могут перемещаться также в расточках станины параллельно своей оси, благодаря чему обеспечивается изменение расстояния (раствора) между валками.

## 4.2 Трехвалковый раскатной стан

Линии, оснащённые трёхвалковым раскатным агрегатом, служат для получения труб диаметром 50-240 мм, длиной до 10 м. Технологическую схему такой линии . Процесс подразумевает следующие основные операции:

работы по подготовке заготовки к прокатному процессу; этап нагрева её в кольцевой печи; прошивку заготовки; раскатывание гильзы в трубу на раскатном агрегате (на длинной оправке); извлечение оправки; подогрев труб в специальной печи; калибрование труб в двух- или трехвалковом стане; межоперационный контроль.

В некоторых агрегатах в целях расширения сортамента в сторону труб малого диаметра устанавливают многоклетевые (от 7 до 14 клеток) калибровочные станы. Толстостенные трубы калибруют без натяжения, однако и при небольших степенях деформации точность толщины стенки заметно понижена. Точность наружного  $\varnothing$  удается сохранить, ибо после редуцирования трубы калибруют в стане прокатки поперечно-винтовым способом.

Введение редуционного стана снижает маневренность агрегата, увеличивает количество валков, т.е. в заметной мере снижает основные достоинства; по-видимому, это целесообразно, если сортament труб ограничен.

Трехвалковый раскатной стан , в отличие от всех других установок для производства горячекатаных труб обеспечивает прокатку труб с повышенной точностью. Точность по толщине стенки труб, прокатываемых на агрегате с трехвалковым станом, в 2 – 2,5 раза превосходит точность труб, получаемых на автомат-стане. Это основное преимущество установок с трехвалковым станом. На этих станах можно изготавливать трубы широкого диапазона по диаметру и толщине стенки из катаной заготовки углеродистых, легированных и высоколегированных сталей с отношением диаметра к толщине стенки, равным или менее 11.

Используются трубопрокатные установки, на которых изготавливают трубы с минимальным диаметром 34 – 36 мм, и установки для производства труб диаметром до 200 мм с толщиной стенки до 50 мм и более [1].

Установки с трехвалковыми станами весьма ценны для изготовления труб из шарикоподшипниковых и других сталей, подвергающихся последующей механической обработке, так как малая их разностенность позволяет значительно снизить припуски. Достоинством этих установок является также возможность быстрой перестройки станов при переходе на новый размер, для чего не требуются частые перевалки, необходимые на других установках при разнообразном сортаменте труб.

Изменение внутреннего диаметра труб при прокатке на установках с трехвалковым станом осуществляется подбором соответствующего размера оправки без перенастройки стана. Изменение наружного диаметра труб также не требует перевалки валков и производится регулировкой валков раскатного стана. Перевалки осуществляются лишь при значительном изменении

наружного диаметра труб или толщины стенки, а также из-за аварий или большого износа валков. Эти перевалки при надлежащей организации планирования производства можно приурочить ко времени ремонта установки [1].

На трёхвалковых станах используются оправки, перемещающиеся в процессе прокатки со скоростью 0,3-2,0 м/с, которая регулируется специальным механизмом, обеспечивающим усилие удержания оправки 1600-3500 кН, и позволяющим придать оправке определенную скорость либо до полного снятия ее с трубы в процессе прокатки, либо до определенного момента, начиная с которого оправка перемещается как плавающая (частично удерживаемая).

Характерным для трехвалковых станов косой прокатки является расположение валков соответственно вершинам равностороннего треугольника. Все три валка вращаются в одну сторону, причем они наклонены к оси прокатки, образуя некоторый угол, называемый углом раскатки и соответствующий обычно  $7^\circ$ . Кроме того, каждый валок имеет перекося относительно плоскости симметрии соответствующего проема станины. Угол скрещивания оси валка с осью прокатки называется углом подачи.

Угол раскатки определяет в известной мере степень поперечной раскатки трубы и регулируется в небольших пределах. Величиной угла подачи определяется скорость прокатки, а также отчасти и величина раскатки, поэтому угол подачи целесообразно регулировать в пределах  $3 - 9^\circ$ .

#### 4.3 Калибровочный стан

Расположение оборудования калибровочного стана отличается от расположения других трубоэлектросварочных станов из-за наличия оборудования для локальной правки и термообработки. Для снижения процента отбраковки труб по данным дефектам, увеличения выхода годного продукта и предотвращения падения объемов производства труб на производстве перед калибровочным станом устанавливается стабилизирующая клетка. Установка стабилизирующей клетки позволяет обеспечить повышение качества труб за счет их точной ориентации, благоприятной схемы деформации профиля трубы. Расстояние между роликами стабилизирующей клетки устанавливается во время «перевалки» при помощи калибров:

- Диаметр труб, 114-245 мм.
- Толщина стенки, 4-11 мм.
- Скорость движения трубы, 20-30 м/мин.
- Усилие на ролик, 100000 Н.
- Угол поворота ролика, 45 град.
- Скорость поворота ролика, 1,35 град/с.
- Диаметр ролика по дну калибра, 350 мм.

Калибровочный стан предназначен для выравнивания геометрических размеров труб. Параметрами калибровки труб являются: периметр трубы после каждой клетки и диаметр готовой трубы.

Калибровочный стан состоит из трех клеток, которые аналогичны конструкции клеток с закрытым профилем калибра формовочного стана.

Трубы, после калибровочного стана, подвергаются правке в правильной клетке. Правильная клетка состоит из сварной конструкции открытого типа, в которой размещается четырехвалковая кассета. В кассете установлены четыре холостых правильных валка, имеющие свои нажимные механизмы. Кассета имеет механизм с электроприводом для перемещения ее в вертикальном и горизонтальном направлениях [1].

#### 4.4 Расчёт валка на прочность двухвалкового стана

Таблица 1 - Исходные данные

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Диаметр трубы( $r$ мм)                | 200  |
| Диаметр бочки( $D$ мм)                | 750  |
| Диаметр шейки( $d$ мм)                | 500  |
| Длина бочки ( $L$ мм)                 | 1500 |
| Длина шейки( $l$ мм)                  | 600  |
| скорость( $U$ об/мин)                 | 100  |
| Давление металла на валок( $P_{кн}$ ) | 50   |
| Полное усилие( $T$ кН)                | 200  |



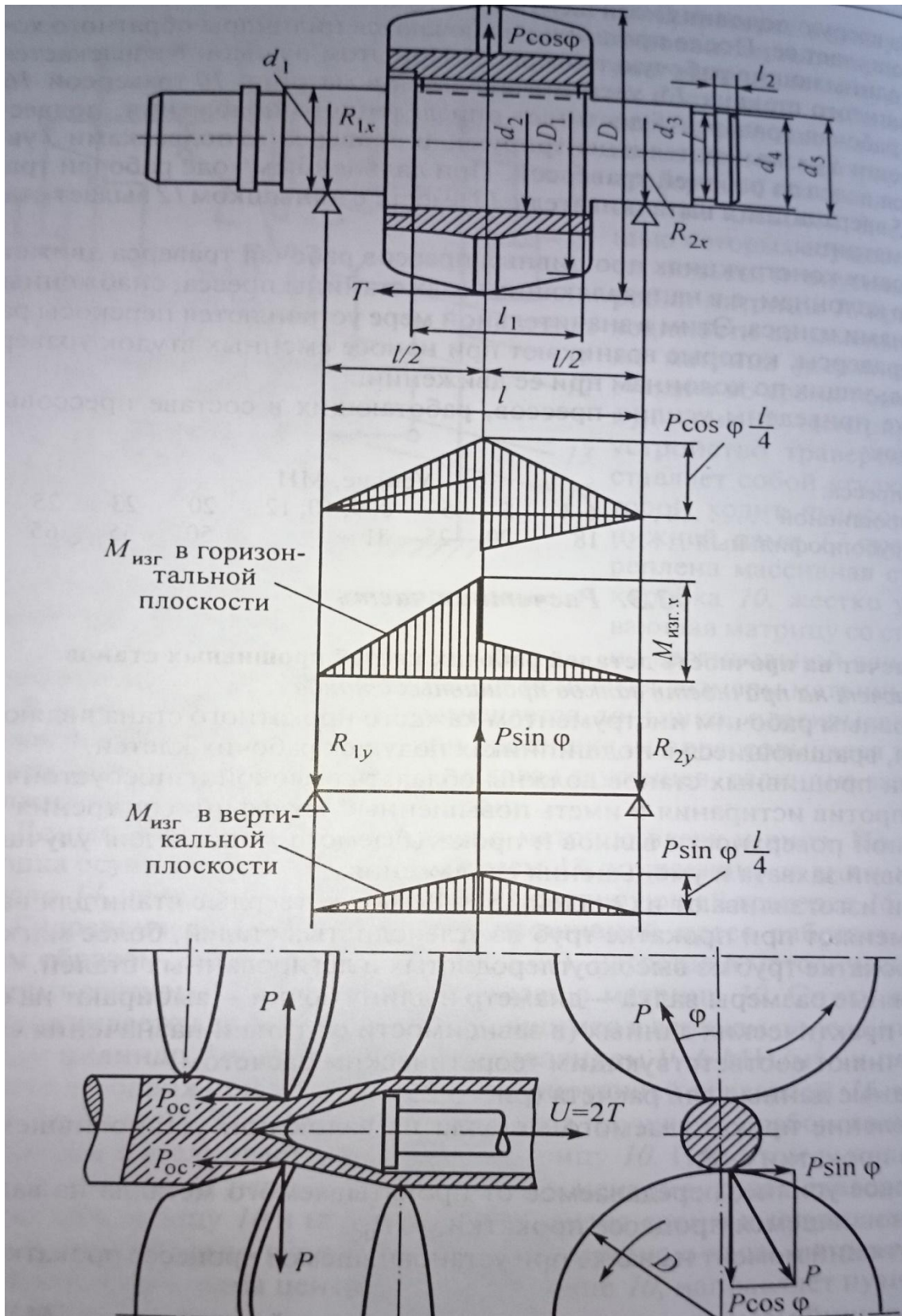


Рисунок 13 -Схема нагружения и эпюры изгибающих моментов, и нормальных напряжений калибра рабочего валка.

## Расчёт валка на прочность

Результаты расчёта валка на прочность приведены в таблице 2

Таблица 2 – Расчёт валка на прочность

|  |      |
|--|------|
| Максимальный изгибающий момент в гор.плоск.(Нм)          | 2,4  |
| Максимальный изгибающий момент в вер.плоск.(Нм)          | 2,3  |
| Суммарный изгибающий момент(Нм)                          | 3,3  |
| Напряжение изгиба в средней части валка(МПа)             | 70   |
| Суммарные напряжения по оси валка(МПа)                   | 100  |
| Осевое усилие(МН)  | 5    |
| Напряжение смятия на бурте(МПа)                          | 34   |
| Напряжение среза в бурте(МПа)                            | 37   |
| Крутящий момент(Нм)                                      | 1200 |
| Давление на поверхности соприкосновения бочки с осью(МН) | 4    |
| Момент трения(Нм)  | 5700 |
| Запас прочности валка(МПа)                               | 155  |

### 4.5 Техничко-экономические показатели

Коррозионностойкие трубы занимают важное место в металлопродукции, потребность в них непрерывно растёт и в связи с этим их производство увеличивается быстрыми темпами. Так как они применяются в опреснительных установках в странах, где нет доступа к пресной воде они являются необходимым продуктом.

Производство коррозионностойких труб является достаточно дорогим процессом. Только на инструмент затраты составляют до 4-5% от общей стоимости производства труб.

Долевая стоимость затрат на производство труб :

- Обработка поверхности 5%
- Резка 8%
- Калибровка 14%
- Прошивка 15%
- Термообработка 15%
- Раскатка 18%

## • Промежуточный нагрев 25%

Затраты на материал также весьма существенны. В связи с этим очень важно определить эффективность работы инструмента. Величина запаса прочности вала прошивного стана, рассчитанная по методике, предложенной в данной работе, является наиболее близкой к его фактическому значению. Точность определения запаса прочности вала позволит избежать переделки, даст возможность эффективнее распланировать процесс производства труб.

### 4.6 Охрана труда в трубных цехах.

Основным мероприятием по охране труда в трубной промышленности являются профилактика травматизма, т.е. предупреждение несчастных случаев на производстве, и улучшение условий труда работающих.

Охрана труда включает совокупность производственных, гигиенических, психологических и эстетических факторов, действующих на рабочий персонал во время работы. Безопасные условия труда обеспечиваются организацией работы в соответствии с требованиями безопасности, которые регламентируются соответствующими стандартами и инструкциями. Они включают наличие профилактических мер, которые обязан выполнять каждый работающий на производственном участке трубного цеха.

Созданная в нашей стране система стандартов безопасности труда (ССБТ), позволяет обоснованно с точки зрения обеспечения охраны труда подходить к разработке новых технологических процессов, конструированию на их основе оборудования, проектированию трубопрокатных агрегатов, цехов и заводов, а также повышать уровень безопасности на действующих заводах и производствах. Этому способствует систематическое изучение, и соблюдение всеми трудящимися правил безопасности, исключение случаев нарушения технологических режимов производства труб, постоянное поддержание оборудования и помещений в исправном состоянии.

Безопасность труда в трубных цехах определяется совершенством применяемых машин, механизмов, технологий и организации производства, а также санитарно-гигиенической обстановкой, т.е. состоянием воздушной среды, уровнем освещенности рабочих мест, наличием и интенсивностью электромагнитных полей, шума, вибрации и др. Охрана труда фактически связана с противопожарными мероприятиями, их соблюдение - важнейшее требование техники безопасности.

При проектировании зданий цехов, площадь цеха, его высота, кубатура, входы-выходы, световая площадь, искусственное освещение, отопление и вентиляция проектируются в соответствии с требованиями действующих ГОСТов, правил и строительных норм [6].

К средствам техники безопасности относятся: ограничительные устройства, служащие для изоляции человека от движущихся частей машин и механизмов, опасных токоведущих частей электрооборудования, зон высоких температур и др.; предохранительные устройства, необходимые для предупреждения аварий и поломок отдельных частей оборудования и связанных с этим опасностей травмирования рабочих. Такие устройства не допускают перегрузки оборудования или перехода его движущихся частей за установленные границы, чрезмерного повышения давления, температуры, электрического тока.

Средствами техники безопасности являются также сигнализация.

Опознавательная окраска, предупредительные знаки и плакаты должны поинать работающим о правилах техники безопасности.

Для предотвращения поступления в рабочую зону газов, пыли, паров при обработке различных материалов ,применяют отсасывающие агрегата и герметизацию оборудования. В целях предотвращения несчастных случаев используются и индивидуальные защитные средства (очки, рукавицы, защитная одежда и обувь).

Мероприятия по обеспечению требований охраны труда непосредственно в процессе того или иного производства труб весьма разнообразны и касаются как требований к состоянию отдельных производственных участков, машин , инструмента, приспособлений, так и приемов по обслуживанию оборудования. Однако слитки, заготовки, рулоны ленты, пакеты труб, хранящиеся на складской территории завода, необходимо укладывать таким образом, чтобы бы обеспечена возможность безопасной работы подкрановых рабочих при погрузке и разгрузке материалов.

Перед производством перевалочных и ремонтных работ в целях безопасности все приспособления и инструмент, применяемые при перевалках, необходимо предварительно проверять. Включение двигателей ремонтируемых станов, агрегатов и механизмов для опробования или иных целей могут производить только лица, имеющие на это право, и лишь с разрешения ответственного руководителя работ.

На каждом заводе для всех трубных станов разработаны специальные инструкции о способах безопасного производства труб, которые должны быть вывешены вблизи рабочих мест.

Надзор за проведением необходимых мер, предупреждающих травматизм, осуществляется инспекторами профсоюзов, отделами техники безопасности общественными инспекторами. Санитарный надзор выполняют государственные санитарные инспекции.

Поступающие на работу проходят краткие вводные курсы и получают общие представления о правилах работы на производстве. Более полный и обстоятельный инструктаж руководители проводят на местах. Прохождение инструктажа оформляют в соответствующих документах.

Мероприятия по технике безопасности на каждом участке трубопрокатного цеха подробно изложены в Правилах безопасности в трубопрокатном производстве, утвержденных Комитетом профсоюза рабочих металлургической промышленности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана технологическая схема для изготовления бесшовных легированных труб.
2. Выбрано оборудование для осуществления технологических операций.
3. В ходе исследования определены рациональные параметры прокатного оборудования, проведены необходимые расчеты оборудования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Осадчий В.Я. Вавилин А.С. //Технология и оборудование трубного производства. //Челябинск: Изд-во ЮУрГУ ,1976 ,346 с.
2. А. В.Гунин, О. М. Епархин, В. К. Мясников // Новые материалы, прогрессивные технологические процессы и управление качеством в заготовительном производстве. //Челябинск: Изд-во ЮУрГУ ,1978 ,321 с.
3. Л. И. Громик, Т. Ф. Дьяченко, И. П. Бондаренко и др. // Вопр. прокатки и хим. технологии. //Челябинск: Изд-во ЮУрГУ ,1986 ,442 с.
4. Интернет-ресурс :[http://www.regionmetprom.ru/articles/osnovnoe\\_besshovnyh\\_trubah](http://www.regionmetprom.ru/articles/osnovnoe_besshovnyh_trubah)
5. Интернет-ресурс : <http://ooo-novstal.ru/spravka/proizvodstvo-trubnoy-zagotovki.html>
6. ГОСТ 14.004-83 на проектирование зданий и цехов.