

# 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТРУБОПРОКАТНЕ ВИРОБНИЦТВО.

## 1.1. Класифікація й призначення труб

Основні види виробництва труб можна характеризувати по:

- 1) способу виробництва;
- 2) матеріалу;
- 3) способу з'єднання;
- 4) призначенню;
- 5) профілю перетину (поперечному й поздовжньому).

За способом виробництва труби розділяються на: безшовні, зварені, паяні, литі й одержувані методом гальванопластики.

Безшовні труби виготовляються: качані в гарячому й холодному стані; волочені в гарячому й холодному стані; пресовані (видавлюванням), штамповані.

Труби зварені виготовляються: пічним зварюванням, встик і внакладку; газовим зварюванням водяним і ацетиленовим газом; електрозварюванням – опором, оплавленням, дуговим, індукційним і газоелектричним зварюванням.

У цей час для виготовлення труб застосовуються різноманітні матеріали, у тому числі такі, як дерево, цемент, пластмаси й інші.

Труби по матеріалу слід розділити на дві основні групи:

- 1) неметалеві, 2) металеві: із чорних металів, з кольорових металів.

Труби із чорних металів бувають чавунні й сталеві, з вуглецевої і легованої сталей.

Сталі, що застосовуються для виготовлення труб, досить різноманітні. За останні роки освоєне виробництво труб з ряду легованих і високолегованих сталей: хромомолібденових, хромонікелевих, марганцовистих, корозійностійких, жароміцних та інших.

З'єднання сталевих труб у конструкціях бувають: зварені, муфтові, ніпельні, разтрубні й фланцеві.

За призначенням труби можна об'єднати в п'ять основних груп:

- 1) продуктопровідні;
- 2) теплопровідні;
- 3) нафтові;
- 4) конструкційні;
- 5) спеціальних призначень (переділу).

Продуктопроводі труби безшовні й зварені різних діаметрів служать для передачі по трубопроводах рідин, густих розчинів, газів.

До них відносяться: водогазонафтопровідні, аміачні, бензинні – і газопровідні й інші.

Теплопровідні труби служать провідниками тепла. Велику питому вагу в цій групі займають труби для парових казанів: кип'ятильні, димогарні, пароперегрівні, жарові, для рекуператорів, хлібопекарські.

Труби для нафтової промисловості – найпоширеніша категорія труб. Вони виготовляються як нафтопровідні, обсадні, бурильні, насосно – компресорні, геологорозвідувальні. Ці труби служать для буравлення й експлуатації нафтових свердловин (виготовляються з нарізкою й з'єднуються між собою в колони за допомогою муфт і замків; кінці бурильних труб перед нарізкою для збільшення міцності висаджуються – товщають). Для нафтопроводів застосовують труби із зовнішнім діаметром до 750 мм.

Товщина стінки деяких труб нафтового сортаменту може досягати 50–60 мм.

Конструкційні труби служать заготовкою для деталей різних машин, приладів, інструментів, внаслідок чого їх сортамент досить великий. До них ставляться труби: авіаційні, автотракторні, велосипедні, шарикопідшипникові й ін.

Труби спеціального призначення (для переділу) – балонні, муфтові й ін.

По профілю перетину розрізняють труби:

а) по поперечному перерізу: круглі, овальні, прямокутні, краплеподібний, багатогранні, зіркоподібні, «В» – образні, гофровані, шпонкові, замкові, тригранні, сегментні, із внутрішніми перегородками й різних інших профілів;

б) по поздовжньому перетину: східчасті, конічні, з висадженими кінцями й ін.

В окремій групі перебувають труби, що мають різні внутрішній і зовнішній профілі (рисунок 1.1), а так само труби бішарові, тришарові, біметалічні, триметалічні.

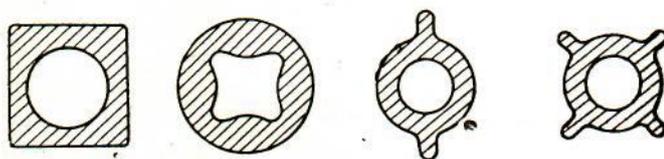


Рисунок 1.1 — Профілі труб, які мають різні перетини

Труби бішарові, тришарові складаються із двох – трьох шарів різного металу. Контактні поверхні окремих шарів таких труб з'єднані між собою тільки механічно.

Труби біметалічні й триметалічні складаються із двох і трьох шарів, міцно зв'язаних між собою зварюванням – сплавкою.

## **1.2. Загальні відомості про заготовку труб**

Залежно від способу виробництва й призначення труб заготовка має різний хімічний склад металу, профіль, розміри, а так само методи підготовки її до прокатки.

При прокатці безшовних труб використовується заготовка лита, катана й у деяких випадках кована; при виробництві зварених труб у накладку й встик – штрипсова й листова заготовка катана. При холодним волочінні труб

заготовкою служать безшовні або електрозварні труби, а при гарячому – безшовні.

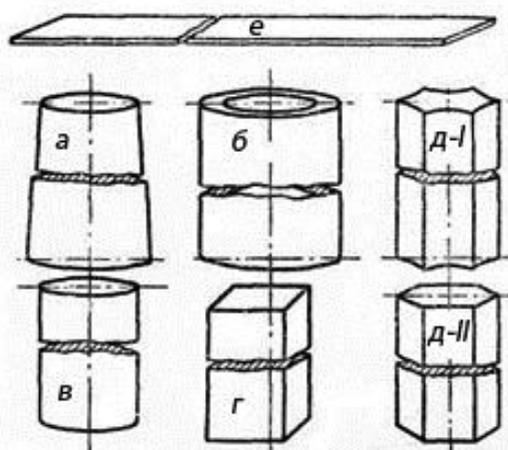


Рисунок 1.2 — Типи заготівель для виробництва труб.

Литі заготовки або злитки мають профіль усіченого конуса або порожнього циліндра (рисунок 1.2 а, б), причому порожні циліндричні злитки виходять звичайним або відцентровим литтям.

Застосовуються так само в дослідному порядку багатогранні злитки (рисунок 1.2 д-I, д-II) і злитки циліндричні суцільного перетину, що відливаються в бішарові виливниці.

Катана заготовка суцільного перетину застосовується кругла або квадратна (рисунок 1.2 в, г).

Ковані заготовки застосовуються звичайно порожні, циліндричного профілю (рисунок 1.2 б) для виготовлення порожніх циліндрів, труб великого діаметра для казанів високого тиску й інших відповідальних призначень.

Суцільні куті заготовки циліндричного профілю (рисунок 1.2 в) вживають так само при прокатці труб відповідального призначення з легованих сталей. Проковування злитка ущільнює метал, підвищує його міцність і пластичність, робить структуру дрібнозернистою, зменшує можливість виникнення при прокатці таких дефектів, як тріщини, розриви, розшарування.

Для виробництва зварених труб служать катані смуги листового металу, названі штрипсами (рисунок 1.2 е). Штрипси поставляються у вигляді стрічки, згорнутої в рулон, або мірної довжини.

Широкий листовий метал застосовується: при виробництві труб великого діаметру зварюванням на молотах, на розкочуючих зварювальних станах, на електрозварних станах для дугового зварювання труб під шаром флюсу, на станах атомно – водневого зварювання, зварювання оплавленням і інших способах. Широкий листовий метал поставляється як окремими листами, так і згорнутим у рулони.

Злитки застосовуються при виготовленні труб діаметром 500 мм і більше. При виробництві труб кінцевий профіль злитка незручний, тому що

погіршує умови задання злитка у валки прошивного стану й затрудняє перекочування й кантування їх у нагрівальній печі.

Порожня циліндрична заготовка (рисунок 1.2 б) застосовується при виготовленні товстостінних труб великого діаметру (до 2000 мм), і так само діаметром 170–350 мм, якщо вони прокочуються з легованих сталей, що важко прошиваються, тому що одержати таку заготовку зі злитка суцільного перетину на прошивних станах неможливо. Лита порожня заготовка для прокатки труб діаметром до 350 мм виходить шляхом свердління суцільних злитків конічної форми або відцентровим виливком.

Лита порожня заготовка циліндричної форми має властиві злиткам недоліки: крупнокристалічну будову, ліквіацію, газові міхури, місцеву усадочну рихлість при недостатньому прибутку, жужільні включення. У заготовці, відлитій відцентровим способом, цих недоліків значно менше.

Кругла катана заготовка суцільного перетину застосовується при виробництві труб на трубопрокатних установках з безперервними автоматичними станами, пілігримовими (на малих станах) і на інших станах, описаних нижче.

Застосування для пілігримових установок катаної круглої заготовки обмежується підвищеною її вартістю в порівнянні з литою, а так само труднощами виготовлення на прокатних станах круглої заготівлі більш 270–300 мм. На пілігримових установках з литих зливків виходять труби, що задовольняють вимогам нафтової й інших галузей промисловості.

Катана заготовка має наступні переваги в порівнянні з литою:

- 1) точні розміри;
- 2) відсутня усадочна раковина, рихлість і інші недоліки, властиві литому злитку;
- 3) більш рівномірно прогрівається по перетину й довжині;
- 4) більш легко пересувається в нагрівальних печах;
- 5) краще захоплюється валками прошивного стану;
- 6) має більшу щільність і чисту зовнішню поверхню.

Чистота зовнішньої поверхні заготовки визначає в основному якість поверхні труби.

Катана квадратна заготовка (рисунок 1.2 з) застосовується при виробництві труб на установках: прошивний прес – напівавтоматичний стан; прошивний прес – рейковий стан. Найпоширенішим матеріалом для труб є вуглецева сталь із різним змістом вуглецю. Широке поширення одержали так само леговані сталі, з яких виготовляються труби конструкційні, жаротривкі, нержавіючі, кислототривкі й інших відповідальних призначень.

Вуглецеві сталі, широко використовуються для виготовлення труб містять вуглецю до 0,6 – 0,7%.

Хімічний склад металу для труб визначається умовами їх служби й характером самого процесу виготовлення їх.

Так, зварені труби встик і внакладку (грубого зварювання) для забезпечення зварюваності не повинні мати в металі кремнію (Si) більш 0,05%, вуглецю (C) більш 0,13%.

Найменування легованої сталі визначається звичайно тим спеціальним елементом, який вводять у сталь для поліпшення її властивостей. Залежно від цього леговані сталі називають хромистими, марганцовистими, кремністими, нікелевими й іншими.

У випадку добавки декількох спеціальних елементів легована сталь носить подвійну й потрійну назву – хромонікелева, хромомолібденова, хромонікельмолібденова. Леговані сталі іноді називають по тим властивостям, які вони здобувають від додавань спеціальних елементів, як, наприклад: нержавіючі, кислототривкі, жаротривкі.

Основні складові елементи вуглецевої і легованої сталі позначаються умовно буквами: марганець – Г, кремній – С, хром – Х, нікель – Н, молібден – М, вольфрам – В, ванадій – Ф, алюміній – Ю, титан – Т.

При позначенні марки сталі за ДСТ цифри з лівої сторони букв указують середній зміст вуглецю в сотих частках відсотка, а цифри, що розташовані після букв, указують зразковий процентний вміст відповідних елементів, якщо воно вище 1%.

Буква А наприкінці позначення вказує на те, що сталь високоякісна. Якщо виробництво сталі перебуває в стадії освоєння, її нумерують послідовним номером, а ліворуч буквами вказується спосіб виготовлення й що ця сталь досліджується.

Нижче для прикладу розшифровано кілька позначень сталі за ДСТ.

Сталь марки 15М має середній зміст вуглецю 0,15% і молібдену менш 1%.

Сталь 30ХГСА має середній зміст вуглецю 0,30%, хром, марганець, кремній - кожного менш 1%, причому сталь високоякісна.

Марка ЕІ257– електросталь, порядковий номер 257, сталь досліджується.

### ***1.3. Нагрівальні пристрої трубних цехів і їх характеристика***

Нагрівальні пристрої трубопрокатних цехів можна характеризувати по наступних ознаках:

По виду горіння: а) печі полум'яні й безполум'яні; б) електричні печі, де нагрівання проводиться електроенергією.

По роду палива, що спалюється: печі, що працюють на твердому, рідкому, газоподібному і пилоподібному паливі й електронагрівальні.

По методу нагрівання: а) печі методичні; б) камерні; в) методичні зі зрівняльними камерами.

По способу утилізації тепла: а) печі рекуператорні, б) регенеративні; в) без підігріву повітря й палива.

По типу станів: печі прошивних, редуційних, каліброваних, трубозварювальних і інших станів.

По розташуванню: печі вертикальні й горизонтальні.

По способу завантаження: печі з періодичним і безперервним завантаженням, у яких метал безупинно рухається по поду за рахунок власної ваги заготовки (рольові печі), за допомогою штовхача або рухливого поду.

За типом нагрівання: нагрівальні для нагрівання заготовок, злитків, труб і штрипсів; підігрівальні; термічні (гартівні, відпалюванні, нормалізаційні) і сушильні.

По розташуванню осередків горіння: печі з лобовими, бічними, сводовими, подовими пальниками або форсунками і їх комбінацією.

Прикладом методичної рольової печі є піч, що зображена на рисунку - 1.3. Це звичайна рольова методична піч для нагрівання круглих заготовок, що працює на нафті. Повітря подається через отвір у зводі печі в камеру 1 для спалювання нафти. Продукти горіння через потоковий або полум'яний поріг 2 попадають у зварювальну камеру 3, де частково догорають горючі складові грубних газів. Тут заготовка нагрівається до встановленої температури й потім подається у вікно видачі 4.

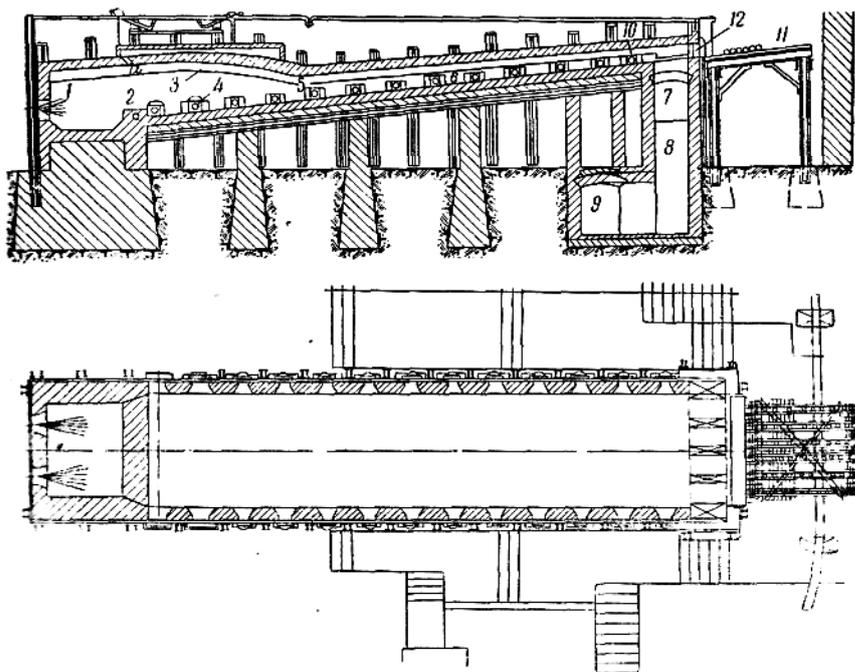


Рисунок 1.3 — Методична піч для нагріву круглих заготівель

Температура газів у цій камері звичайно  $1400\text{--}1500^{\circ}\text{C}$ , в окремих випадках при підігріві повітря може досягати  $1600\text{--}1650^{\circ}\text{C}$  заготовка видається з  $T=1100\text{--}1320^{\circ}\text{C}$ .

З камери 3, минаючи пережим 5 (звужена частина печі), продукти горіння попадають спочатку в методичну частину печі 6— камеру низьких температур, потім через димові вікна 7— у збірники продуктів горіння 8 і до димаря через кабана 9.

На поду печі від вікна видачі 4 до першого оглядового вікна 10 перебувають в один або два ряди круглі заготовки, що надходять із завантажувального стола 11.

Рух заготовки протилежно напрямку руху продуктів горіння. У димових вікон 7 продукти горіння прохолоджуються до температури 600, а в більш довгих печах до 400– 500° С. Швидкість руху газів у зварювальній камері ~ 1– 5 м/с, а в методичній частині 5– 10 м/с. Менша швидкість у зварювальній камері дозволяє краще передати тепло, головним чином за рахунок випромінювання.

Підвищена швидкість у методичній камері обумовлюється тим, що на цій ділянці тепло злиткам передається переважно конвекцією, що залежить в основному від швидкості руху газу.

Печі мають дві характерні зони нагрівання й називаються двозонними. Методичною вона називається тому, що нагрівання відбувається поступово, методично. Спочатку холодна заготовка попадає в завантажувальні вікна 12 у зону температур 400– 700° С, потім у міру просування заготовки температура газів поступово підвищується й заготовка методично нагрівається.

Леговані сталі, особливо чутливі внаслідок поганої теплопровідності до впливу температури, нагрівається переважно в методичних печах.

У камерній печі немає методичної частини, і холодний метал попадає відразу в зону високої температури.

У таких печах нагріваються заготовки й вироби зі сталі з початку завантаження, що допускає вплив високої температури. Характеристика печей по типу стану пояснюється конструктивною їхньою відмінністю.

У печах каліброваних і редуційних нагріваються труби після прокатки 7–12 м, і тому ширина печі повинна бути не менш 8– 13 м. При такій ширині звід печі може бути тільки підвісний.

Піч для нагрівання злитків висотою 1800 мм, що прошиваються на пілігримових установках, повинна мати при дворядному завантаженні мінімальну ширину 4,5 м. Зводи таких печей можуть бути аркові суцільні або підвісні.

У трубозварювальних печах, що працюють при температурі 1500– 1600° С часто прогоряє звід. Щоб не зупиняти печі, зводи таких печей укладаються окремими секціями із цеглинами, набраними в залізні скоби, які легко й швидко можна перемінити.

Под печі для каліброваних, редуційних і прошивних станів має ухил убік просування й видачі заготовки. Є цілий ряд інших конструктивних ознак, що відрізняють печі залежно від типу станів.

У методичних печах із продуктами горіння йде до 25–35% тепла, а в камерних – до 50%. Це тепло частково можна утилізувати під казанами для нагрівання води, опалення підігрівальних і термічних печей і в самій печі – для підігріву повітря й палива, що подаватимуться в піч.

Підігрів повітря проводиться в регенераторах і рекуператорах.

Принцип роботи металевого трубчастого рекуператора показаний на схемі (рисунок 1.4). У топлення А надходить повітря, що пройшло через отвори V між рядом металевих труб Р, у яких проходять, що вбираються через подові отвори Н грубі газ. Металеві труби рекуператора, розігріваються із зовнішньої сторони, частина тепла віддають минаючому через них повітрю, яке попадає нагрітим у топлення А.

Рекуператори виготовляються з вуглецевої або легваної сталі, чавунні, керамічні й бувають різних конструкцій: трубчасті, пластинчасті, голчасті.

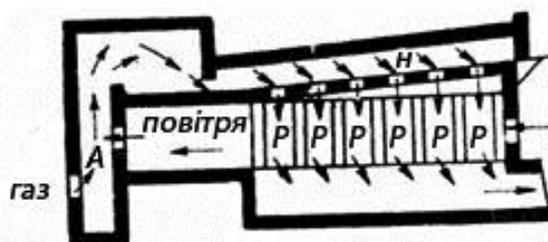


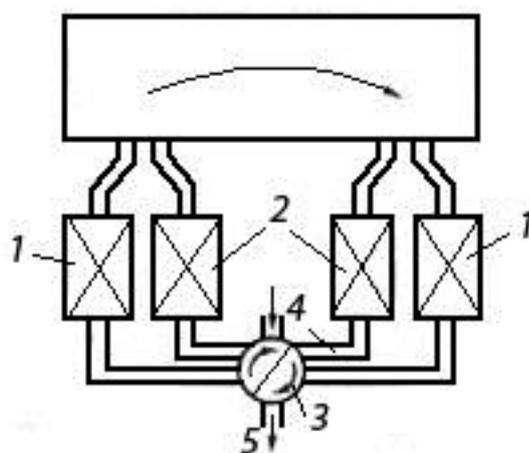
Рисунок 1.4 — Металевий трубчатий рекуператор

Застосування сталевих легваних рекуператорів заощаджує паливо на 20– 30%, а в окремих випадках на 40% при нагріванні повітря від 250 до 750°С.

Рекуператор є пристроєм безперервної дії, тому що продукти горіння й холодне повітря проходять через нього безупинно. Регенератори – пристрої перериваної дії.

На схемі рис.1.5 показано два газові регенератори й два повітряні. За допомогою перемикаючого клапана 3 регенератори 1 і 2 можна з'єднувати попарно із джерелом і газом 4, з димарем 5.

Таким чином, регенератори працюють поперемінно й періодично.



1- повітряні генератори; 2- газові регенератори; 3- перемикаючий клапан; 4- канали газу і повітря; 5- димова труба

Рисунок 1.5 — Схема роботи регенеративної печі

Регенератор звичайно робить конструкцію печі громіздкої, тому в нагрівальних печах частіше обмежуються застосуванням рекуператорів. Регенератори встановлюються якщо є потреба досягти високої температури нагрівання при малокалорійнім паливі.

У цей час, як правило, обов'язкове використання тепла продуктів горіння, що відходять, і переважна більшість нагрівальних печей мають рекуператори.

Є так само печі горизонтальні, підняті над рівнем заводської підлоги.

З метою холодного волочіння труб застосовуються вертикальні шахтні термічні печі.

#### **1.4. Печі для нагрівання заготовки**

Температура нагрівання заготовки в цих печах залежно від марки сталі 1150–1320° С.

Найбільше застосування в трубній промисловості одержали методичні рольові печі з похилим подом. У таких печах нагрівають катану круглу заготовку й злитки діаметром від 80 до 650 мм і більш.

На рисунку 1.6 показана сучасна методична рольова тризонна піч конструкції Гипромеза. Вона складається із трьох камер: методичної камери (I зона), камери форсованого нагрівання, або зварювальної (II зона) і томильної, або зрівняльної камери (III зона).

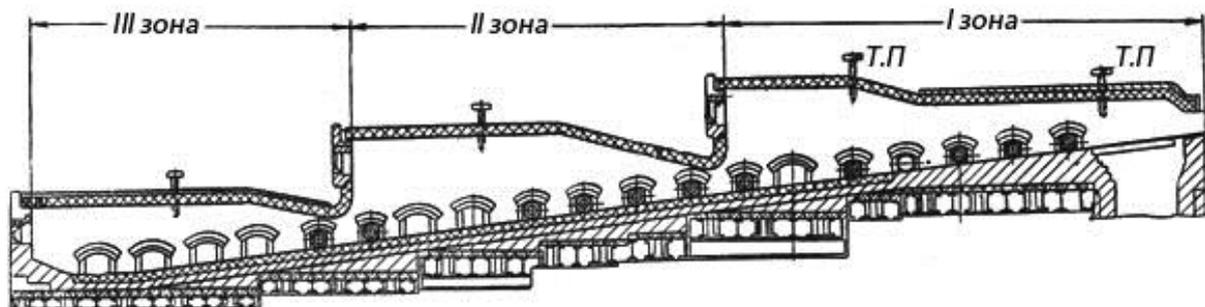


Рисунок 1.6 — Методична рольова тризонна піч

Температура продуктів горіння в камері форсованого нагрівання на 20–25° С вище кінцевої температури нагрівання металу, завдяки чому здійснюється швидке його нагрівання.

У томильній або зрівняльній камері температура лише на 40–60° С вище температури заготовки, що забезпечує гарний прогрів металу по перетину до необхідної температури й без перегріву.

Тризонна рольова піч служить для нагрівання круглої катаної заготовки діаметром від 140 до 300 мм. Заготовки довжиною до 2500 мм укладаються у два ряди, а більш довгі – в один ряд.

Печі опалюються мазутом. Для спалювання мазуту на печі встановлено 14 форсунок. Розпилення мазуту здійснюється повітрям. З лобової сторони

печі встановлено 6 форсунок. У першій й другій зонах форсунки розташовуються у зводі по чотири в кожній зоні. Таке розташування форсунок дозволяє вести самостійне регулювання температури в кожній зоні.

Контроль температури в II і III зонах здійснюється по засобах радіаційних пірометрів «Радіоматік» з електронними потенціометрами, що реєструють. В I зоні температура контролюється сводовими термопарами.

Подача металу на завантажувальний майданчик проводиться краном. Великий ухил печі ( $10,5\text{--}12^\circ$ ) дозволяє перекичування заготовки по поду печі здійснювати вручну.

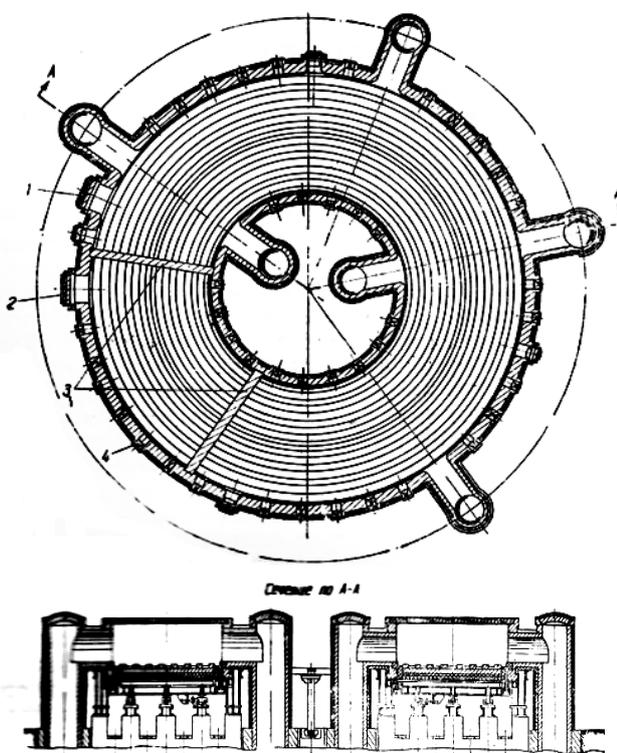
Под печідо 15-го кантувального вікна вистелений хромомагнетитовою цеглою, а так само шамотом. Звід печі підвісний, набраний з фасонної шамотної цегли.

Продуктивність печі до 50 т/год.

У цей час кільцеві печі поступово витісняють методичні рольові.

Вони механізовані, автоматизовані, дають гарне рівномірне й більш швидке нагрівання металу при малому чаді, має більш високу продуктивність, і в них усунута важка праця кантувальника.

Робочий простір печі (рисунок 1.7) має замкнену кільцеподібну форму й складається зі стаціонарної частини (внутрішньої й зовнішньої стінки й зводу) і обертового кільцевого поду. Швидкість обертання поду підбирається так, щоб за час одного оберту нагрівалася одна заготовка.



1 - вікно завантаження; 2 - вікно розвантаження; 3 - розділові стінки; 4 – форсунки

Рисунок — 1.7 Кільцева піч

Заготовка для нагрівання через вікно завантаження 1 укладається на обертовий кільцевий под печі й разом з ним у міру нагрівання просувається в зони усе більш високих температур, аж до вікна вивантаження 2. Таким чином, нагрівання металу здійснюється методично. Відповідно із цим у печі розрізняють так само три зони – методичну, зварювальну й зрівняльну або томильну.

Між подиною й стінками є зазори для можливості вільного обертання поду.

Запобігання засмоктування через зазори повітря в робочий простір печі забезпечується пісковими затворами.

Кільцеві печі опалюються газом і мазутом. Для використання продуктів горіння на печах встановлюється голчастий рекуператор, що служить для підігріву вентиляторного повітря до 160– 200° С. Обертання подини періодичне, здійснюється в міру видачі заготовки.

Кільцеві печі працюють на сухих шлаках. Рідкі шлаки, потрапляючи в пісковий затвор, застигаючи, може викликати аварію печі.

Угар металу при нагріванні в цих печах становить приблизно 1,55 і менш – до 0,5%.

Завантаження й вивантаження металу здійснюються спеціальними завантажувальними й розвантажувальними машинами, робота яких повністю автоматизована.

Кантування заготовок усунуте, тому що нерухлива заготовка, піднята над подом добре обмивається газами й пересувається разом з подом у зони високих температур.

Теплова потужність теплових печей досить висока й дозволяє вести форсоване нагрівання заготовки.

На рисунку 1.7 показана кільцева піч конструкції Гипромеца для нагрівання круглих заготовок з вуглецевих і легованих марок сталі діаметром від 70 до 140 мм і довжиною 750– 4200 мм.

Усередині печі встановлено дві розділові стінки 3 з водоохолоджувачими опорними балками. Одна з них, що перебуває між вікнами завантаження й вивантаження, перешкоджає передачі тепла випромінюванням від нагрітого холодному металу.

Інша стінка відокремлює вікно вивантаження від робочого простору печі й зменшує підсмоктування повітря.

Піч обладнано 26 форсунками 4 низького тиску для спалювання мазуту. На печі встановлений голчастий рекуператор.

Тривалість одного оберту подини при безперервному обертанні – 33 хвилини.

Продуктивність печі при зазначеному сортаменті заготовок доходить до 40 т/год.

Кільцеві печі в трубній промисловості доцільно застосовувати так само для нагрівання великих заготовок і злитків.

### **1.5. Печі для нагрівання труб**

Ці печі служать для нагрівання труб до температури 900– 1100° С перед прокаткою в редуційних і каліброваних станах. До цього ж типу ставляться печі, призначені для підігріву гільз перед прокаткою труб. Температура нагрівання гільз 1200– 1250° С.

Печі для нагрівання труб працюють як з холодного, так і з гарячого посаду.

По температурно – тепловому режимі ці печі бувають двох видів: методичні й багатокамерні – секційні, безперервного швидкісного нагрівання.

У методичних печах для нагрівання труб температура робочого простору печі перевищує температуру нагрівання металу на 50– 100° С. Печі для нагрівання труб перед редуційним станом мають ширину робочого простору залежно від довжини труб, що нагріваються, 10– 15 м. Довжина, обумовлена заданою продуктивністю, становить 2,5– 6 м, висота 1,5– 2 м.

Труби завантажуються в піч через торцеві вікна, розташовані проти каналів, що відводять продукти горіння.

Завантаження й вивантаження труб здійснюється за допомогою ряду приводних роликів, розташованих у робочому просторі печі проти вікон завантаження й видачі. У деяких печах труби завантажуються з майданчика по ширині печі. Видача труб з печі здійснюється виштовхувачем.

Печі опалюються рідким або газоподібним паливом.

Форсунки або пальники розташовуються з однієї сторони по ширині робочого простору. Просування труб по довжині печі від вікна завантаження до вікна видачі проводиться кантуванням вручну.

Питома тривалість нагрівання в печах при холодному посаді становить 2– 3 хв на 1 мм товщини стінки труби.

До недоліків печей відносяться: значне окаліноутворення, пов'язане з відносно тривалим перебуванням у печі й великою поверхнею нагрівання; труднощі рівномірного нагрівання, особливо по довжині труби; обмежені можливості форсування нагрівання, більші габарити й труднощі обслуговування – застосування ручної праці кантувальників.

На рисунку 1.8 показана двокамерна піч безперервного швидкісного нагрівання конструкції ВНІТІ.

Швидкісне нагрівання здійснюється шляхом інтенсивного підведення тепла до металу, що нагрівається, за рахунок підтримки в печі максимально можливої температури. Так, при нагріванні труб 70×3,5 до температури 900° С температура печі підтримується 1450° С.

Висока температура печі досягається в результаті швидкого й повного спалювання великої кількості газу в мінімальному обсязі печі.

Температура нагрівання металу регулюється часом перебування труби в печі шляхом зміни швидкості просування труби через піч.

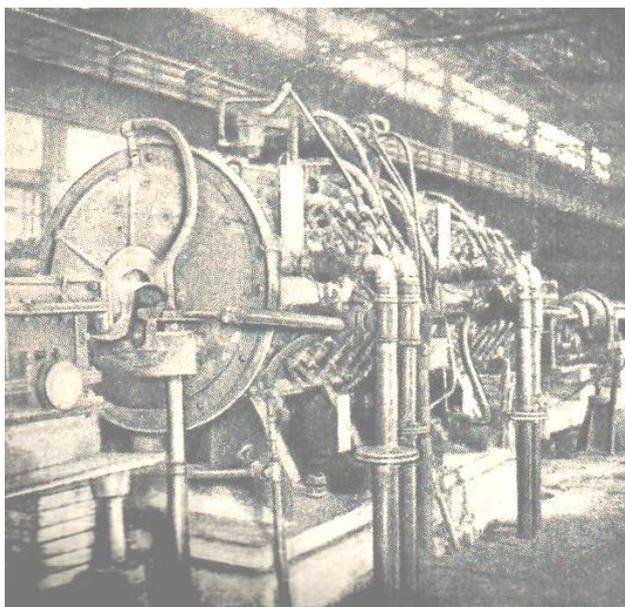


Рисунок 1.8 — Піч безперервного швидкісного нагріву

Піч призначена для нагрівання труб діаметром від 51 до 133 мм. Габаритні розміри кожної камери: довжина 1180 мм, ширина 1260 мм, висота від рівня поду 1800 мм.

Грубна камера оснащена 20 випромінюючими короткопалум'яними пальниками, розташованими в п'ять рядів по довжині печі.

Пальник (рисунок 1.9) складається з корпусу 1, сопла 2, центральної трубки 3. Кожне сопло з жаротривкої сталі або керамічне складається з корпусу, ґрати й капелюшка.

Коксовий газ і повітря в спеціальному інжекційному змішувачі утворює гарячу суміш, яка надходить до пальників. Горюча суміш проходить через кругову щілину, товщиною 1,5–2 мм утворену капелюшком і корпусом сопла.

Завантаження, просування й видача труб проводиться по засобах рольгангів, установлених спереду й за піччю, і приводним роликком, розташованим між камерами.

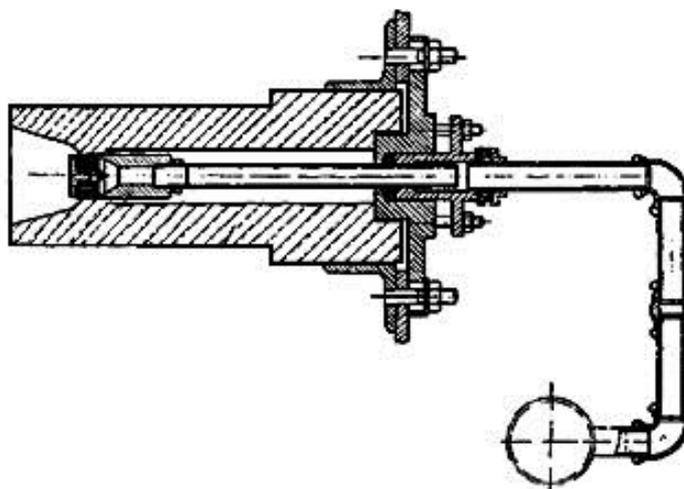


Рисунок 1.9 — Пальник печі швидкісного нагріву

Описана піч застосовується для відпалу електрозварних труб. При збільшенні числа камер вона застосовується для підігріву труб перед редукуванням, калібруванням і в інших випадках. Відомо, наприклад, застосування такої печі для нагрівання перед прошиванням круглої заготовки діаметром 90–100 мм і довжиною до 18 м. Піч складається з 27 камер.

В 19 камерах заготовка нагрівається до необхідної температури, а в інших 8 камерах витримується для одержання рівномірного нагрівання.

Застосування печей швидкісного нагрівання в трубних цехах спрощує планування цехів і створює потоковість процесу. Відходи металу на окалину незначні, зменшується безвуглецювання поверхневих шарів металу, що досить важливо при прокатці труб з металу з високим змістом вуглецю.

Прискорене нагрівання поліпшує якість поверхні труб і сприятливо позначається на пластичних властивостях металу.

Такі печі застосовуються не тільки для нагрівання труб перед калібруванням або редукуванням, але й з метою термообробки, нагрівання штрипсів для зварювання труб і нагрівання заготовки.

### **1.6. Печі для нагрівання штрипсів**

Зварювальні печі призначають для нагрівання до зварювальної температури 1300–1350° С прямокутних смуг – штрипсів з м'якого заліза зі змістом вуглецю звичайно не більш 0,15%, які є заготовкою для зварених труб.

Зварювальні печі бувають періодичної й безперервної дії.

Печі періодичної дії застосовуються для старих трубозварювальних установок з нерухливими ланцюговими станами. Вони опалюються вугіллями і рідше – мазутом.

На рисунку 1.10 показана опалювальна вугіллям піч, що обслуговує два ланцюги волочильного стану. Кожна половина печі завантажується з торця незалежно одна від іншої. Топлення влаштоване із двох сторін печі.

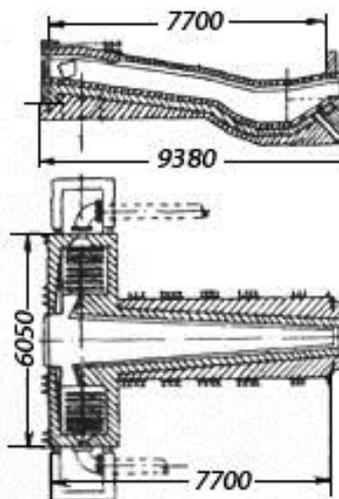


Рисунок 1.10 — Зварювальна піч з вугільною топкою

Гарячі гази з топок направляються до переднього торця печі й рухаються уздовж робочого простору, нагріваючи лежачі на поду штрипси.

Однаковому нагріванню штрипсів по довжині сприяє профіль перетину робочого простору печі, який звужується по напрямкові руху газів.

Такий профіль збільшує швидкість руху газів і підсилює тепловіддачу.

Для зручності завантаження тонких і довгих смуг, а так само для полегшення видалення шлаків Под печіробиться похилим униз від початку до кінця. Под печівикладають шамотом, магнезитом, тальком або хромистим залізняком.

Недоліком таких печей є низьке їхнє використання тепла продуктів горіння для нагрівання. Витрата палива досягає 35% і більш від загальної ваги, що нагрівається металу.

Більш досконалі газові регенеративні печі, опалювальні регенераторним газом (рисунок 1.11), застосовуються в установках для одержання стикових зварених труб з рухливими ланцюговими станами.

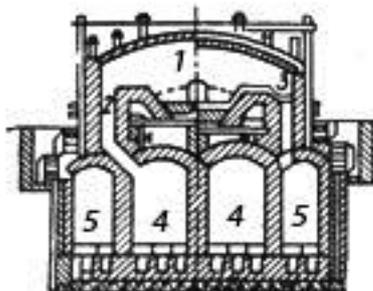


Рисунок 1.11— Регенеративна зварювальна піч для стикової зварки труб

Холодний газ і повітря перед згорянням проходять через регенератори 4–5, попередньо нагрітих продуктами горіння, що відходять. Газ і повітря, нагріті в регенераторах до 800° С попадають у робочий простір печі 1 через велику кількість каналів 2, розташованих рівномірно по довжині печі. Наслідок цього в робочому просторі печі розвивається висока температура, що забезпечує високе й швидке нагрівання штрипсів гарячі гази приділяються із протилежної сторони печі по каналу 3 і, проходячи через два інших генератора, віддають їм тепло й ідуть у димар. Перекиданням клапанів змінюють напрямок руху газів і повітря так, що через остиглі регенератори направляються гарячі продукти горіння, а через регенератори, які нагрілися продуктами, що відходять, горіння, – газ і повітря для підігріву.

Витрата палива в таких печах становить близько 10% від ваги, що нагрівається металу .

Подача штрипса в піч відбувається із заднього торця печі спеціальним транспортуючим пристроєм; видача – із протилежного кінця печі.

Зварювальна піч для безперервного нагрівання штрипсів є основним агрегатом трубозварювальної установки для безперервного зварювання труб встик.

Сучасні печі безперервного нагрівання штрипсів довжиною близько 45 м мають камеру попереднього нагрівання й властиво нагрівальну камеру. Камера нагрівального нагрівання (довжиною близько 9м) обігривається продуктами, що відходять, горіння.

Нагрівальна камера, що має три зони, опалюється по засобах газових або нафтових пальників. Паливом служать натуральний або коксовий газ, суміш коксового й доменного газу, мазут і мазут з коксовим або натуральним газом.

Усі пальники розташовуються по обидва боки нагрівальної камери на відстані приблизно 230 мм друг від друга й утворюють при роботі дві суцільні стрічки полум'я, спрямовані на крайки штрипса, що рухається.

При роботі на мазуті розпилення проводиться перегрітою парою в спеціальних змішувальних установках.

Для зручності обслуговування й регулювання пальники об'єднані в 26 груп. Чотири групи, установлені по кінцях печі, мають по 8 пальників, усі інші – по 11. Кожна група пальників має загальний повітряний колектор. Корпус пальників чавунний. У середині нього укріплена трубка  $\frac{3}{4}$ " , по якій подається газ. У кільцевий проміжок між корпусом пальника й трубкою надходить підігрітий у рекуператорах повітря, необхідний для горіння. Кожний пальник має повітряну засувку й вентиль для регулювання газу, що забезпечує індивідуальне регулювання пальників.

Для газо – мазутного опалення застосовується пальник, конструкція якої показана на рисунку 1.12. Газ і повітря змішуються в камері пальника й у сопла пальника згорають разом з мазутом, який підводить по окремій трубці.

Нагрівальні печі звичайно забезпечуються голчастими металевими рекуператорами, що забезпечують підігрів повітря до температури 450– 550° С.

У випадку припинення подачі електроенергії або падіння тиску газу провідної до печі магістралі газ автоматично вимикається.

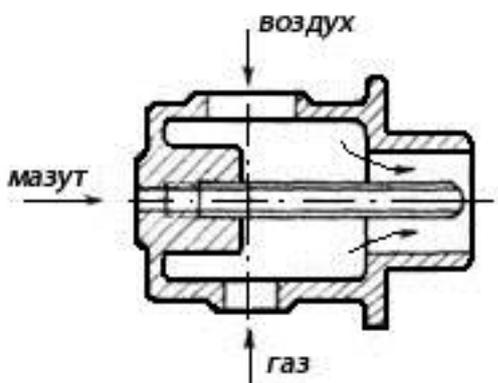


Рисунок 1.12 — Газо- муфельний пальник

Звід печі складається з окремих знімних чавунних секцій, футерованих вогнетривкою цеглою.

Перед завантажувальним вікном яке при роботі мабуть, по можливості, закритим, установлений ролик, що направляє штрипс у піч. Через нагрівальну камеру печі штрипс проходить по охолоджуваним водою глісажним трубкам. Зверху в глісажних труб наварений круглий стрижень із жаротривкої сталі для запобігання труб від стирання. Проти кожної із цих труб передбачені отвори, які дозволяють якщо буде потреба замінити трубу без зупинки печі. Під час роботи печі ці отвори закриваються заслінками із хромистого чавуну.

У камері попереднього нагрівання для підтримки штрипса встановлені карборундові труби.

Для виміру газу й повітря в кожній зоні встановлене по одному двоконтактний манометру, що вказує, а для виміру тиску усередині печі – п'ятиконтактний манометр, який вимірює тиск у димовій труби, у камері попереднього нагрівання й у рекуператора кожної зони.

Регулювання кількості газу проводиться по зонах з пульта керування, а повітря – автоматично.

У камері попереднього нагрівання штрипс нагрівається до  $500^{\circ}\text{C}$ , а після проходження всієї печі – до  $1280\text{--}1320^{\circ}\text{C}$ .

Середина штрипса має температуру на  $40\text{--}80^{\circ}\text{C}$  нижче крайок; така нерівномірність нагрівання робиться з метою зберегти механічну міцність штрипса для запобігання розриву його від зусиль при протягуванні через піч.

Підвищення температури крайок штрипса на  $50\text{--}80^{\circ}\text{C}$  відбувається за рахунок тепла, що виділяється внаслідок окиснення металу при обдуванні стисненим повітрям у виходу печі. Додаткове обдування в стану доводить температуру крайок штрипса до оплавлення. При обдуванні крайки очищаються від окалини й шлаків.

### ***1.7. Печі для термічної обробки труб***

Основна вимога, пропоноване до нагрівання металу при термічної обробки – рівномірність нагрівання по перетину й довжині з мінімальним окисненням.

Температура нагрівання труб при термообробці коливається в межах  $650\text{--}950^{\circ}\text{C}$ , і тільки в деяких випадках труби зі сталей аустенітного класу нагріваються по загартування до температури  $1100^{\circ}\text{C}$ .

Різні види й режими термообробки привели до великої різноманітності конструкцій термічних печей.

У трубній промисловості найбільше поширення одержали термічні камерні горизонтальні печі з нерухливим подом і періодичним завантаженням і вивантаженням для відпалу й остаточної термообробки холоднокатаних і холодноотягнених труб, а так само гарячекатаних і електрозварних.

Вони складаються з однієї або двох самостійних робочих камер.

Печі опалюються мазутом або газом. Спалювання палива проводиться в спеціально влаштованих топках печі або пальниками, які вводяться в робочий простір печі.

Звичайні розміри печі: довга 9– 12 м, ширина 2– 2,5 м і висота 1,2– 1,5 м. У таких печах коша труб діаметром 35– 50 мм із товщиною стінки 2,5– 4 мм нагрівається до температури 800° С протягом 40– 60 хв. Продуктивність печі при цьому становить до 200 труб у годину.

Термічна обробка труб у камерних печах з нерухливим подом здебільшого проводиться відкритим способом – пакетами – кошами.

Тонкостінні труби малого діаметра з метою запобігання поверхні їх від окиснення зазнають остаточному відпалу в балонах (муфелях). Відпал у балонах, запобігаючи покриття труб окалиною, у теж час не охороняє їх від легкого окиснення.

На рисунку 1.13 зображений у плані розріз термічної зведеної камерної печі, застосовуваної в цехах холодного волочіння для попередньої, проміжної й остаточної термообробки труб. По конструкції ця піч являє собою дві окремі самостійні печі 1, розділені лише перегородкою.

Завантаження труб у кожен піч відбувається через її торець. Напрямок руху грубних газів з полум'яних вікон 2 перпендикулярно осі печі. Продукти горіння йдуть із печі в димові вікна 3. Труби подаються в піч за допомогою двох візків 4, на яких перебуває платформа, завантажена трубами.

Істотним недоліком камерних печей є нерівномірність нагрівання в поперечному перерізі робочого простору внаслідок розташування пристроїв для спалювання палива тільки з одного боку, а димових каналів – із протилежної.

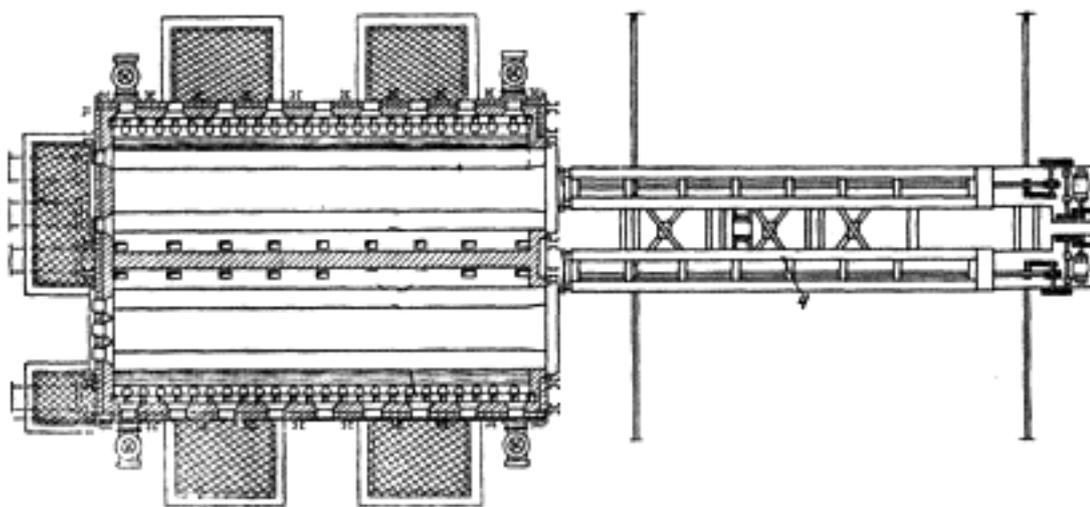


Рисунок 1.14 — Зведена термічна піч

У нових рециркуляційних печах конструкції Гипромеца з метою створенні великої рівномірності нагрівання під подом печі влаштовані спеціальні камери згоряння. Спалювання палива в підподових топках сприяє

підігріву металу знизу через под і виключає можливість контакту палаючого факела з металом, що усуває небезпеку перегріву.

Печі швидкісного нагрівання, описані раніше, служать так само для термічної обробки труб з вуглецевих і легованих сталей. Зокрема, вони знайшли застосування для відпалу електрозварних труб і для нагрівання під загартування труб з нержавіючої сталі. Для загартування труб з нержавіючої сталі печі мають кільцеве бризкало, через яке проходить нагріта труба при виході з останньої камери.

Печі безперервного швидкісного нагрівання застосовуються для термообробки труб діаметром від 9,5 до 29 мм із товщиною стінки від 0,5 до 25 мм.

Для світлого відпалу й нормалізації холоднотягнутих труб і відпалу електрозварних труб застосовуються печі безперервної дії з роликівим подом. Робочий простір печі заповнюється захисним газом, що охороняють труби від окиснення. Печі мають зону нагрівання й зону охолодження.

Шахтні або вертикальні термічні печі застосовуються для нагрівання труб під загартування. Нагрівання труб здійснюється у вертикальним положенні, що охороняє труби від жолоблення. Гартівний бак встановлюється безпосередньо під піччю або поруч. Печі опалюються нафтою або електричними нагрівачами.

Труби з нержавіючої сталі часто нагрівають під загартування електричним струмом, який пропускається безпосередньо по трубі. Кінці холоднокатаних труб з нержавіючої сталі затискуються в контактах, і через труби пропускається електричний струм.

Внаслідок великого омичного опору труба розігрівається до температури (звичайно 850– 1100° С). Нагріта труба звільняється від контактів і падає в гартівний бак з водою. Час нагрівання труби вимірюється секундами.

Крім зазначених, у трубній промисловості застосовуються так само термічні печі інших конструкцій.

*Контрольні питання:*

1. За якими характеристиками класифікують виробництво труб?
2. Види заготівель при виробництві труб.
3. Переваги катаних заготівель.
4. Вибір марки сталі для заготівель.
5. Класифікація нагрівальних пристроїв.
6. Принцип роботи методичної ролевої печі.
7. Призначення рекуператорів та регенераторів.
8. Принцип дії кільцевої печі.
9. Печі для нагрівання труб.
10. Печі для нагрівання листових заготівель при виробництві зварних труб.
11. Печі для термічної обробки труб.