

Донбаська державна машинобудівна академія

Кафедра автоматизованих металургійних машин та обладнання

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри автоматизованих
металургійних машин та обладнання

Протокол № 16 від 09 квітня 2019 р.

Завідувач кафедри

_____ Грибков Е. П.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«Механічне обладнання металургійних цехів. Трубне виробництво»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОПП «Галузеве машинобудування»

Професійне спрямування: інжиніринг автоматизованих машин і агрегатів

Факультет Машинобудування

Розробник: Добронос Ю. К., доц. кафедри АММ, к.т.н,

Краматорськ – 2019

ТЕМА 1 ВИРОБНИЦТВО ГАРЯЧЕКАТАНИХ БЕЗШОВНИХ ТРУБ

ЛЕКЦІЯ 1 Класифікація труб. Устаткування для виробництва безшовних труб

1.1 Класифікація сталевих труб

Основні види сталевих труб можна розділити за способами їхнього виготовлення на дві групи: безшовні й зварені.

За профілем перерізу розрізняють труби: круглі й фасонні, овальні, прямокутні, квадратні, трьох-, шести- й восьмигранні, ребристі, сегментні та ін. (рис. 1.1).

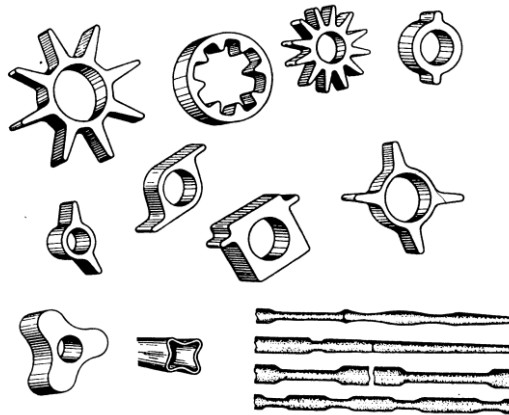


Рисунок 1.1 – Профілі перерізу деяких труб

Зовнішній діаметр труб становить 0,3 - 2520 мм, товщина стінки 0,05 - 75 мм. За розміром зовнішнього діаметра труби розділяють на наступні групи, мм:

малих розмірів (капілярні) 0, 3-4,8;

малих розмірів 5 – 102;

середніх розмірів 102 - 426 ;

великих розмірів > 426 .

Залежно від співвідношення зовнішнього діаметра D до товщини стінки труби S розрізняють наступні групи:

	D/S	S/D
Особливо товстостінні	5,5	0,18
Товстостінні	5,5-9	0, 18-0,12
Нормальні	9, 1-20	0,12 - 0,05
Тонкостінні	20,1 - 50	0,05 - 0,02
Особливо тонкостінні	> 50	$< 0,02$

За поздовжнім перерізом розрізняють труби конічні, східчасті, з висадженими кінцями та ін. В окремій групі перебувають труби біметалеві й триметалеві, що складаються із двох і трьох шарів металу, міцно зв'язаних між собою посадкою, зварюванням або сплавленням.

Залежно від призначення розрізняють наступні основні види труб: 1) для нафтової й газової промисловості: бурильні, обсадні, насосно-компресорні; 2) для трубопроводів: водогазопровідні, нафтопровідні; 3) для промислового й цивільного будівництва; 4) для машинобудування; 5) для посудин і балонів: застосовують у суднобудуванні, авіації, атомній, медичній промисловості й інших галузях народного господарства.

Сталеві труби виготовляють із більш ніж 350 марок сталей: вуглецевих, легованих і високолегованих (хромомолібденових, хромонікелевих, марганцевистих корозійностійких, жароміцних) і різних сплавів.

Стандарти й технічні умови на труби визначають розміри й технічну характеристику труб, хімічний склад металу, форми профілю, номінальні й допустимі межі з відхилень по геометричних розмірах, механіко-структурні властивості, зовнішній вигляд, правила випробувань, приймання, маркування, упакування й транспортування.

1.2 Способи, технології та устаткування для виробництва гарячекатаних безшовних труб

Безшовні труби одержують способами обробки тиском. Залежно від способу виробництва розрізняють гарячекатані, холоднокатані, холоднотягнуті й пресовані безшовні труби. Перші дві групи одержують, відповідно, гарячою й холодною прокаткою, третю - волочінням, четверту - пресуванням. В цьому курсі розглянуте устаткування для виробництва безшовних труб першими трьома способами.

Технологічна схема виробництва гарячедеформованих труб включає наступні загальні елементи (рис. 1.2): нагрівання металу, одержання порожньої заготовки (гільзи), одержання чорнової труби (розкатування гільзи), остаточне формування стінки й діаметра труби (редукування або калібрування).



Рисунок 1.2 - Технологічна послідовність виробництва гарячекатаної безшовної труби

Заготовка – найчастіше суцільний круглий прокат. Гільза – заготовка з прошитим отвором, за всіма розмірами, як правило, відрізняється від готової труби. Чорнова труба – напівпродукт у вигляді гарячекатаної труби, товщина стінки якої відповідає готовій трубі, а діаметр може суттєво відрізнятись. Чистова труба – готовий виріб з заданими діаметром та товщиною стінки.

Процес одержання гільзи з заготовки називається прошиванням. Процес одержання чорнової труби з гільзи називається розкатуванням. Процес одержання чистової труби шляхом зменшення діаметру без зміни товщини стінки називається редукуванням. Одержання круглого перерізу чистової труби шляхом усунення овальності називається калібруванням.

Для виготовлення безшовних труб застосовують, в основному, круглі, рідше квадратні, багатогранні литі, катані або куті заготовки, що надходять у вигляді штанг або злитків. Катані заготовки виробляють на трубозаготівничих або сортових станах. У наш час все частіше використовують неперервнолиті заготовки з виключенням попередньої прокатки на обтискних станах. Застосування якісної й дешевої заготовки у вигляді злитка безперервного розливання є важливим чинником конкурентоспроможності безшовних труб на світовому ринку.

Технологічні процеси виробництва гарячедеформованих труб можна класифікувати за наступними основними ознаками:

1) За способом одержання гільзи.

Залежно від виду й хімічного складу застосовуваної вихідної заготовки (катана, кута, неперервнолита, злиток) процес одержання гільзи здійснюють у станах гвинтової прокатки, на пресах, або сполученням двох процесів: одержання товстостінного стакану пресуванням або прес-валковим прошиванням з наступним прошиванням денця й розкатуванням стінки гільзи в стані гвинтової прокатки (стані-елонгаторі);

2) За способом одержання чорнової труби (спосіб розкатування гільзи).

Чорнові труби одержують способами поздовжньої прокатки в автоматичному стані, безперервному, періодичної прокатки, в пілігримовому стані; гвинтової прокатки переважно в трьохвалковому стані Асселя, рідше - у дво-хвалковому стані типу Дишера або Акку-Ролл; проштовхуванням стакану крізь зменшувачі в діаметрі калібри з роликowymi обоймами в рейковому

стані; видавлюванням металу в кільцеподібну щілину в трубопрофільному пресі. Саме тип розкатного стану визначає назву трубопрокатного агрегату;

3) За способом остаточного формування геометричних розмірів труби.

Остаточний розмір труби за звичай одержують у калібрувальних або редуційних станах поздовжньої прокатки, рідше - на станах гвинтової прокатки. У трубопрокатних агрегатах з автоматичним або рейковим розкатним станом зазначеній операції передує обкатування труби (риллінгування в стані гвинтової прокатки). В окремих трубопрокатних агрегатах, що спеціалізуються на виробництві безшовних труб великого діаметра, на фінішних операціях можливе застосування станів-розширників

Контрольні питання

1 Назвіть ознаки класифікації сталевих труб

2 Укажіть способи виробництва сталевих труб.

3 Назвіть послідовність основних операцій при виробництві гарячекатаних безшовних труб.

4 Яка заготовка називається гільзою? Яким способом її одержують?

5 Яка труба називається гарячекатаною чорною?

6 У чим полягає процес розкатування гільзи й на яких станах його виконують?

7 Які операції необхідні для одержання чистовий гарячекатаної труби із чорновий?

8 Назвіть стани, на яких здійснюють процеси прокатки чорнової труби в чистову

Література: [1-4]

Лекція 2

Прошивні стани

2.1 Принцип поперечно-гвинтової прокатки при прошиванні заготовки в гільзу

Найпоширенішим способом одержання гільз є процес прошивання на станах гвинтової прокатки, які називають прошивними станами. Найбільше поширення для прошивання заготовок одержали двохвалкові стани поперечно-гвинтової прокатки валкового типу (з бочкоподібними, грибоподібними, чашоподібними валками).

Принцип поперечно-гвинтової прокатки полягає в наступному.

Обидва валки обертаються в одному напрямку, а їхні осі повернуті відносно осі заготовки на кут β (рис.2.1). Окружні швидкості валків V_v в точках А и В торкання з металом можна розкласти на складові уздовж осі прокатки U_v і перпендикулярно осі прокатки W_v . Причому складові U_v для кожного з валків співпадають за напрямом й надають заготівці осьове переміщення. Складові W_v одного й другого валків у точках торкання з металом спрямовані в різні сторони й надають заготівці обертовий рух назустріч обертанню валків (див. рис. 2.1 б.). Таким чином, заготовка подібно гвинту обертається й переміщається в осьовому напрямку.

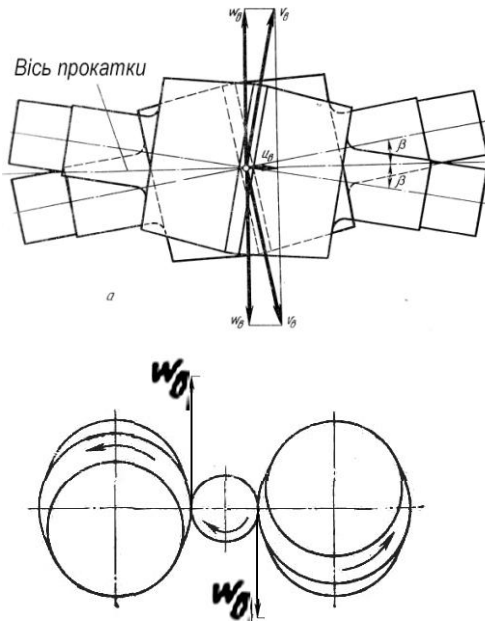


Рисунок 2. 1 Схема поперечно-гвинтової прокатки у валках, розмішених під кутом до осі заготовки

Друга схема заснована на зміщенні осі заготовки відносно площини, що проходить через вісь валків (рис.2.2)

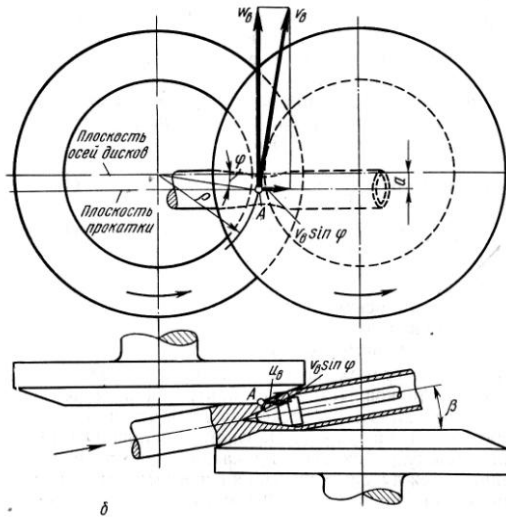


Рисунок 2.2 - Схема поперечно-гвинтової прокатки у валках зі зміщеною віссю заготовки

Розглянемо схему прошивання суцільної циліндричної заготовки в гільзу на стані поперечно-гвинтової прокатки з конічними валками (рис.2.3).

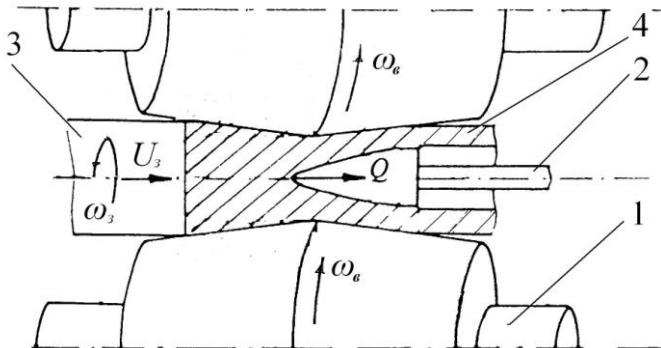


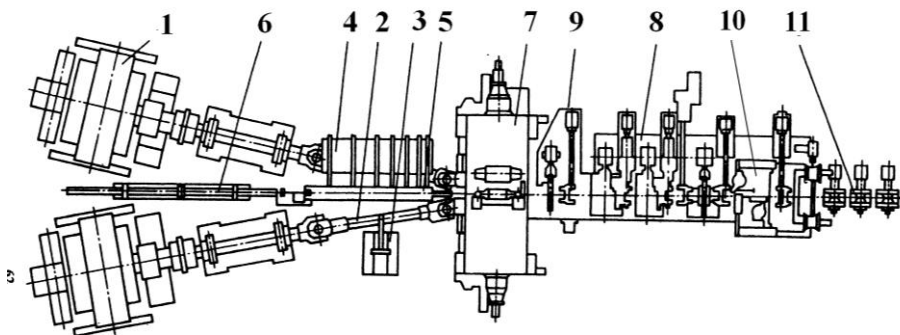
Рисунок 2.3 - Осередок деформації при прошиванні циліндричної заготовки в гільзу

Основним деформувальним інструментом прошивного стану є оправка з дорном 2 і валки 1 (див. рис. 2.3), що обертаються в підшипниках, встановлених у станині робочої кліті. У якості допоміжного (напрямого) інструменту використовують нерухомі лінійки, ролики, приводні й неприводні диски.

Деформація заготовки відбувається внаслідок того, що відстань між робочими поверхнями валків у напрямку гвинтового руху металу зменшується. На вході в осередок деформації відбувається первинне захоплення заготовки 3 валками 1 і під дією сил тертя на контактній поверхні металу з валком забезпечується обертання заготовки з кутовою швидкістю ω_3 і осьовий рух зі швидкістю U_3 . Потім здійснюється власне прошивання заготовки дорном 2. У результаті обтиснення труби по стінці метал розкатується в напрямку обертання й набуває подовження в напрямку осьового переміщення. При цьому відбувається овалізація заготовки: внаслідок поперечного розкатування метал відходить від оправки у позаконтактній зоні й у зоні дії лінійок. На сході з дорна має місце безоправочне редукування труби. Деформація металу здійснюється тільки в зоні контакту металу з валками (контакт металу з лінійками відсутній); на цій ділянці овальний переріз перетворюється в круглий. Слід зазначити, що схема напружено-деформованого стану металу при прошиванні забезпечує значно меншу силу прошивання Q , ніж при прошиванні на пресі.

2.2 Склад устаткування прошивного стану.

Сучасні прошивні стани мають індивідуальний привід і осьове відведення (видалення) гільзи зі стану після прокатки. Склад устаткування такого стану представлений на рис.2.4



- 1-двигун; 2-шпindelь; 3-шпindelьне врівноважування; 4-похилі грати; 5-приймальна ринва; 6- задавальний пристрій; 7-кліть робоча; 8- центрувально- виштовхувальний пристрій; 9-перехоплювач дорна; 10- упорно-регулювальний пристрій; 11- відвідний рольганг

Рисунок 2.4 - Склад устаткування прошивного стану з індивідуальним приводом і осьовим відведенням гільзи

Валки робочої кліті 7 мають індивідуальний привід від електродвигунів 1 через шпindelі 2. Нагріті заготовки по похилих гратах 4 подаються в приймальну ринву 5 і задавальним пристроєм 6 задаються в робочу кліть 7, де відбувається прошивання. Оправка з дорном при прошиванні упирається у відкидну опору (упорно-регулювальний пристрій) 10. Прошита гільза з оправою всередині утримується на осі прокатки центрувальними роликами пристрою 8. Коли прошита гільза повністю виходить з кліті на вихідний бік стану, центрувальні ролики розводяться, водночас підводяться виштовхувальні ролики пристрою 8 та перехоплювач дорна 9. Відкидна опора пристрою 10 відводиться вгору, відкриваючи отвір в його корпусі, через який фрикційні ролики виштовхують гільзу в осьовому напрямку на відвідний рольганг 11. Особливістю осьового відведення гільз є те, що при видаленні прошитої гільзи оправка з дорном не видаляється зі стану разом з гільзою, а залишається у

валках, утримувана перехоплювачем дорна 9. Це дозволяє істотно скоротити час видалення прошитої гільзи зі стану й підвищити його продуктивність.

2.3 Устаткування робочої кліті прошивного стану.

Робоча кліть прошивного стану з конічними валами представлена на рис. 2.5. Її особливість полягає в тому, що осі валків 4 (нехтуючи кутом перекосу) лежать у горизонтальній площині, тобто валки розташовані поруч, а не один над другим. Робоча кліть має станину 1, у якій розташовані барабани 3 з валковими вузлами 4. Кожен валок приводиться від власного електродвигуна через шпindel 11. Кожен барабан 3 має індивідуальний електромеханічний натискний механізм 2 і механізм 5,12 кутового настроювання валків на кут β . У робочому положенні барабан фіксується стопорним механізмом 9,13. Для утримання заготовки у вертикальній площині використовуються стаціонарна нижня 8 і рухома верхня 6,7 лінійки. Натискний механізм 2 черв'ячно-гвинтового типу, з рухливими гвинтами і зафіксованими в станині гайками. Гвинт через під'ятник опирається на корпус барабана 3. Гвинт виконаний порожнім, усередині кожного проходить штанга пружинного врівноваження, один кінець якої зафіксований на барабані, а другий через упорну шайбу взаємодіє з пружиною врівноваження 14.

Для кутового настроювання кожен барабан оснащений зубчастим вінцем 12, що входить у зачеплення із шестірнею 5, яка приводиться окремим електродвигуном. Стопорний механізм виконаний у вигляді гальмівної колодки 13, закріпленої на коліно-важільному механізмі 9, верхні шарніри якого зафіксовані на станині, а середні опираються на клин, закріплений на штоку гідроциліндру 15. Для відводу колодки механізм оснащений пружинами.

Верхня лінійка 6 закріплена на рухливій траверсі й має механізм вертикального настроювання 7, виконаний у вигляді двох настановних гвинтів,

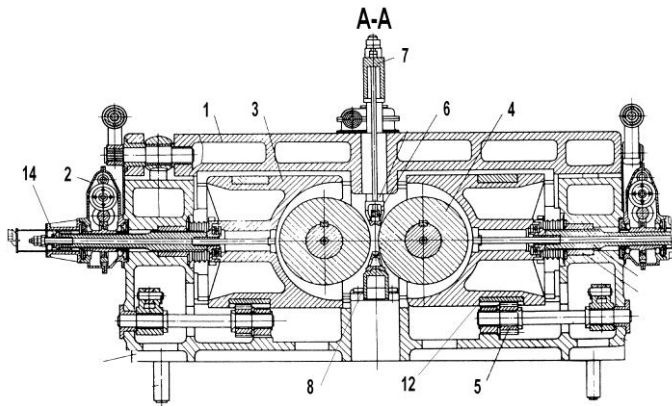
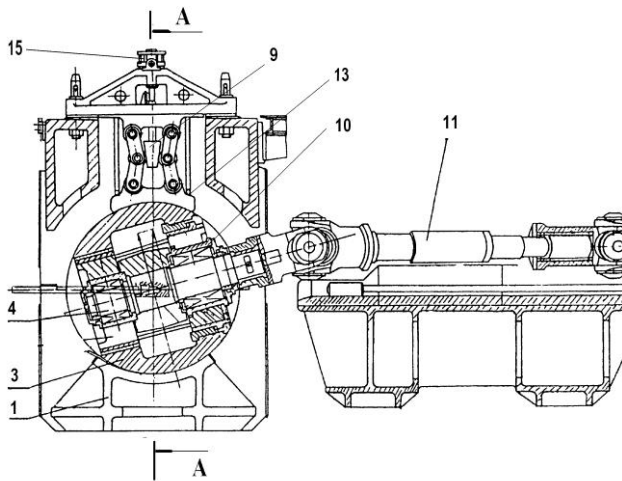


Рисунок 2.5 - Робоча кліть прошивного стану

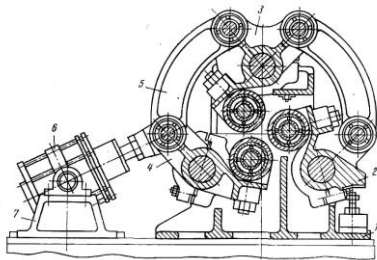
з'єднаних із траверсою. Гвинтові передачі утворюються з гайками, що закріплені в маточинах черв'ячних редукторів і мають можливість обертання. Траверса має пружинне врівноваження.

2.4 Устаткування вихідної частини стану

2.4.1 Центрувальний пристрій

Важливе значення має центрування упорного стрижня (оправки) на трубопрокатних станах. При невірному центруванні оправка безупинно переміщається радіально під час прокатки, у результаті чого гільза (труба) має підвищену різностінність (неоднакову товщину стінки в перерізі). Крім того, вібрація оправки підсилює вібрацію стану, що збільшує різностінність гільзи (труби), а також ковзання металу й, отже, знижує продуктивність стану. Центрувальні пристрої встановлюють у вигляді окремої машини або в складі пристрою для видалення гільз (див. рис.2.4), та принципова конструкція їх однакова.

На рис. 2.6 показаний трьохроликівий центрувальний пристрій. Він складається з трьох бочкоподібних непривідних роликів, установлених на металоконструкціях у виді двохплечих важелів 2,3,4.



1 - корпус; 2,3,4 - двохплечі важелі з роликами; 5 - важіль-тяга; 6- гідроциліндр; 7 - опора

Рисунок 2.6 - Конструкція трьохроликового центрувального пристрою

Осі роликів паралельні осі прокатоної гільзи. У зведеному положенні ролики центрують гільзу на осі прокатки, а при видаленні гільзи відводяться важільним механізмом за допомогою гідроциліндру 6. Важелі 2-4 шарнірно

встановлені в корпусі 1 центрувального пристрою й з'єднані між собою шарнірно тягами 5. Важільна система шарнірно з'єднана зі штоком гідроциліндра 6. Така конструкція дозволяє переміщати синхронно три ролики одним гідроциліндром. При зведенні роликів працює штокова, а при розведенні - поршнева порожнина гідроциліндру.

2.4.2 Виштовхувальні ролики

На рис. 2.7 показаний пристрій для видалення прокатаних гільз. Він складається із центрувального пристрою, приводних фрикційних виштовхувальних роликів 1, механізму хитання роликів і приводу роликів. Механізм хитання роликів призначений для їх зведення та розведення, має важелі 2 і 5, в яких і закріплені ролики 1, осі хитання 4, важільну шарнірну систему, до складу якої входять два важелі 5 і 6, жорстко з'єднані з осями 4, і тяга 7. Система важелів і тяги вибираються і встановлюються так, що вісь гільз при їхньому викиданні роликami практично не зміщається з осі прокатки незалежно від розміру гільз (зсув не перевищує 1 мм навіть при прокатці гільз граничних розмірів).

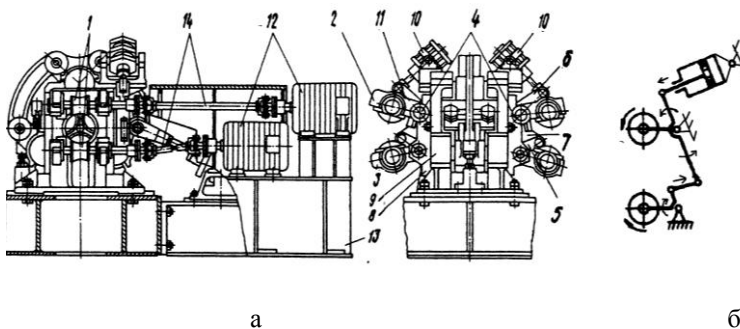


Рисунок 2.7 - Пристрій для видалення гільз зі стану : загальний вигляд (а) та кінематична схема механізму хитання (б)

Осі хитання роликів перебувають у нероз'ємних корпусах 8, які прикріплені до спеціальних бічних площадок центрального пристрою 9, розглянутого раніше. Пневмоциліндр 10 хитання роликів шарнірно встановлений на центральному пристрої 9. Шток пневмоциліндра шарнірно з'єднаний з важелем 11, жорстко зв'язаним з однією з осей хитання 4 роликів. Привід роликів індивідуальний. Він являє собою електродвигун 12, установлений на рамі 13, і з'єднаний з приводним роликом 1 через чотириохарнірний кардан 14. Даний пристрій дозволяє значно прискорити видалення гільз (труб) зі стану, тому що при розташуванні виштовхувальних роликів по обидва боки центрального роликів збільшується сила видалення, а отже, і його швидкість (особливо при розгоні) без підвищення тиску на гільзу кожною парою роликів. Природно, тиск роликів на гільзи (або тонкостінні труби), обмежується стійкістю їхньої конфігурації. Для збереження заданого тиску на гільзи є спеціальні упорні обмежники зближення роликів.

2.4.3 Упорно-регулювальний пристрій

Упорно-регулювальний пристрій (рис. 2.8) призначений для забезпечення обертання оправки з дорном і утримання її на осі прокатки у робочому положенні при прошиванні за рахунок упорної головки та відводу останньої з осі прокатки для видалення гільзи з оправки в осьовому напрямку. Пристрій складається зі станини 1, у напрямних якої розміщена рухома каретка 2. У каретці на підшипниках 3 встановлений вал 4, на якому жорстко закріплена упорна головка 5. Каретка 2 переміщається уздовж осі прокатки в напрямних станини 20 двома черв'ячно-гвинтовими механізмами 6, розміщеними по боках пристрою паралельно осі прокатки. Привод гвинтів здійснюється елек-

тродвигуном 7 через черв'ячні редуктори 8, у маточинах черв'ячних коліс яких закріплені гайки 9 гвинтових передач, гвинти яких зафіксовані від обертання й переміщуються поступально в осьовому напрямку разом з кареткою 2. Вал 4 провертається в каретці пневмоциліндром 10.

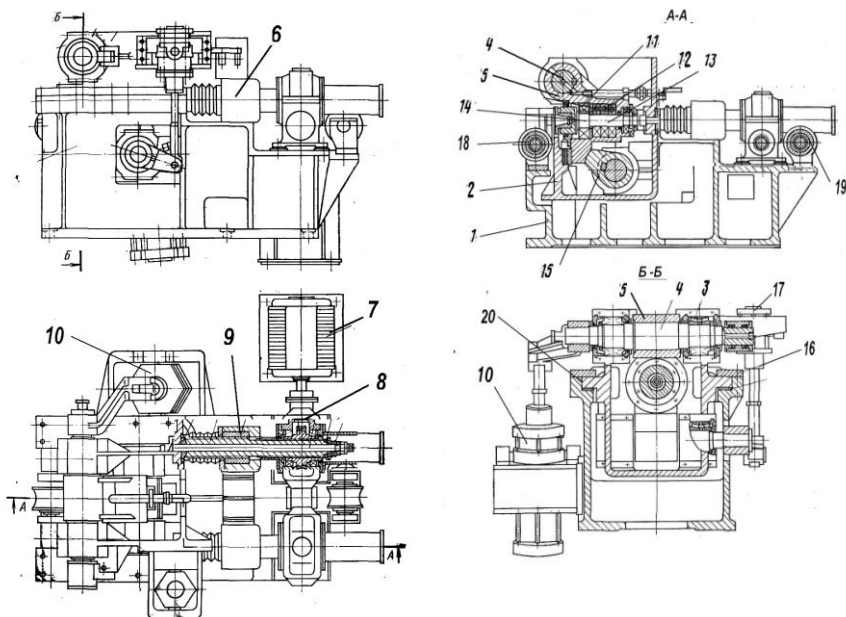


Рисунок 2.8 - Упорно-регулювальний пристрій

Упорна головка 5 являє собою корпус, у якому на трьох радіально-упорних 11 і двох сферичних 12 підшипниках встановлена вісь 13 з закріпленою в ній конічною упорною втулкою 14, в яку й упирається і утримується оправка при прошиванні. Упорна головка 5 опирається на упор 15 замикаючого механізму 16, що приводиться гідроциліндром 17. Перед і за упорною головкою 5 нижче осі прокатки встановлені профільовані ролики 18,19, по яких гільза видаляється на відповідний рольганг.

Для видалення гільзи зі стану каретка 2 переміщується механізмами 6 вправо, при цьому задній кінець оправки виходить із упорної втулки 14. Одноразом включається перехоплювач дорна біля робочої кліті, що утримує

оправку в тім же положенні. Далі замикаючий механізм 16 звільняє від фіксації упорну головку 5, вал 4 провертається гідроциліндром 10 й піднімає її вгору (рис.2.9), утворюючи вільний простір уздовж осі прокатки, через який по роликах 18,19 гільза виштовхується на відвідний рольганг за упорно-регульовальним пристроєм. Зворотною послідовністю операцій пристрій вертається в робоче положення для прошивання наступної гільзи.

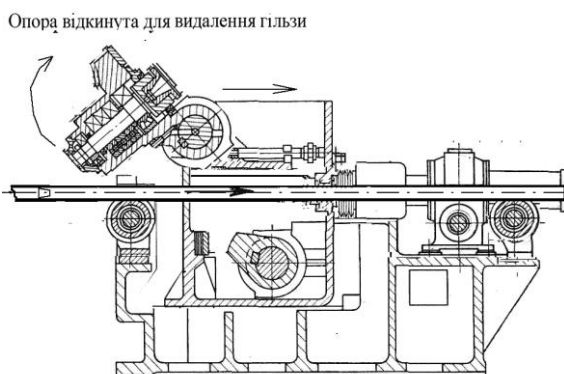


Рисунок 2.9 - Упорно- регульовальний пристрій з опорою в піднятому положенні

Контрольні питання.

- 1 Укажіть призначення прошивного стану.
- 2 Назвіть машини, що входять до складу встаткування прошивного стану.
3. Опишіть роботу машин стану при прокатці й видачі прокатаної гільзи.
4. Назвіть основні вузли й механізми робочої кліти прошивного стану й укажіть їхнє призначення.
5. Який тип прокатки (по кінематиці) реалізується на прошивному стані?

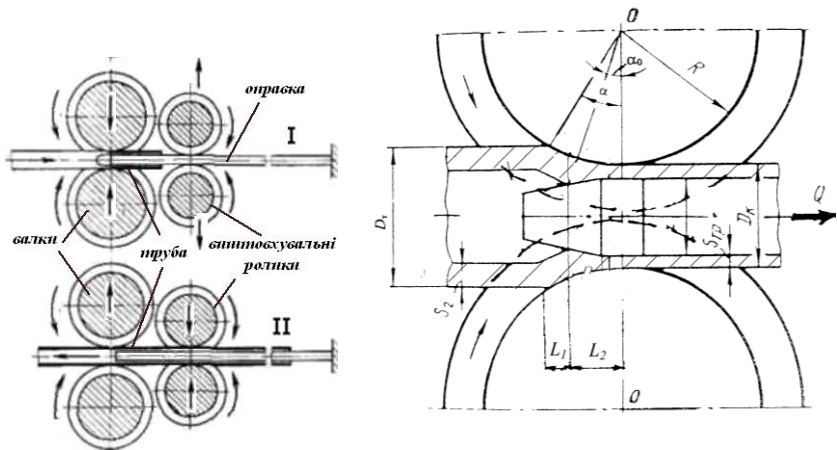
6. Як здійснюється кутове настроювання валків прошивного стану?
 7. З яких основних частин складається і як працює центрувальний пристрій?
 8. Укажіть призначення механізму хитання в конструкції виштовхувальних роликів. З яких частин він складається?
 9. Яке призначення відкидної упорної голівки упорно-регулювального механізму?
 10. Укажіть послідовність відводу відкидної упорної голівки упорно-регулювального механізму при видачі гільзи зі стану.
- Література: [1-4]

Лекція 3 Розкатні стани

3.1 Автоматичний розкатний стан (автомат-стан)

Розкатні стани призначені для розкатування гільзи на оправці по товщині стінки в чорнову трубу. Чорнова труба має товщину стінки, що відповідає готовому виробу, а за діаметром, як правило, відрізняється від кінцевого розміру. Тип розкатного стану залежить від сортаменту й продуктивності й саме він визначає склад устаткування трубопрокатного агрегату.

Розкатування гільзи в чорнову трубу на автомат-стані здійснюються шляхом поздовжньої прокатки на нерухомих коротких оправках у круглих калібрах, переріз яких зменшується від перших до останніх пропусків. Після кожного пропуску труба автоматично повертається на вхідну сторону робочої кліти, звідси й назва автомат- стану. Осередок деформації для автомат- стану зображений на рис.3.1



I – прокатка; II – повернення труби на вхідний бік

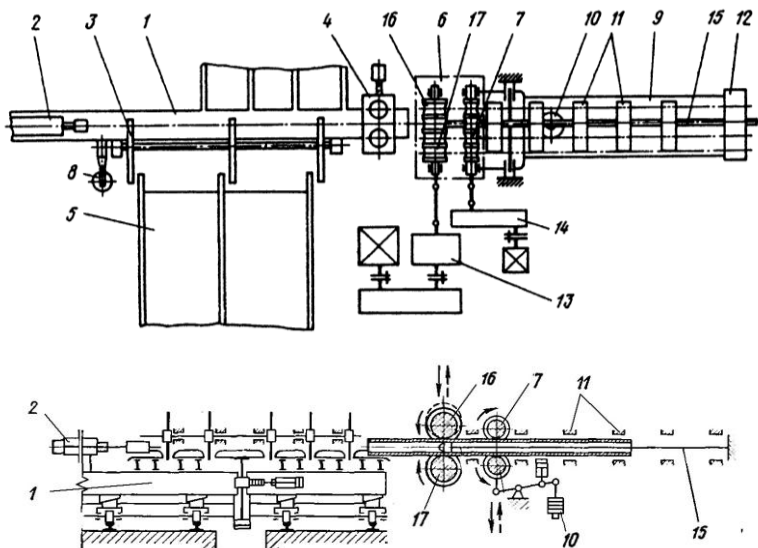
а

б

Рисунок 3.1 – Схема прокатки (а) та осередок деформації (б) при розкатуванні гільзи на автомат-стані

Осередок деформації складається із двох зон: зони редукування довжиною L_1 і зони розкатування довжиною L_2 . У зоні редукування зменшується діаметр труби без зміни товщини стінки, а в зоні розкатування зменшується товщина стінки при обтисненні між валками й оправкою.

До складу автоматичного стану входить робоча кліть, головний привід, вхідна й вихідна сторони, а також допоміжне устаткування (рис.3.2). Для приводу робочих валків найчастіше використовують електродвигуни постійного струму, що дозволяють регулювати швидкість прокатки, хоча відомі випадки використання електродвигунів перемінного струму.



1 - передній стіл; 2 - заштовхувач; 3 - скидач; 4 - кантувач; 5 - похилі грати; 6 - робоча кліть; 7 - ролики зворотної подачі; 8 - механізм переміщення; 9 - задній стіл; 10 - механізм підйому нижнього ролика зворотної подачі; 11 - проводки; 12 - стрижневий упор; 13 - привід робочих валків; 14 - привід роликів зворотної подачі; 15 - стрижень з оправкою; 16,17- верхній і нижній валки

Рисунок 3.2 - Схема устаткування автомата-стану

Привід здійснюється через редуктор і шестеренну кліть за допомогою шпинделів і подовжених зубчастих муфт.

Після кожного проходу трубу повертають на передню сторону стану за допомогою роликів зворотної подачі 7, розташованих в кліті за робочими валками 16,17 й обертових у напрямку, протилежному обертанню робочих валків.

Наявність роликів зворотної подачі є характерної особливістю автоматичних станів. Для повернення труби верхній валок трохи підіймається,

утворюючи збільшений холостий калібр (див. рис. 3.1,а), а нижній ролик зворотної подачі, піднімаючись, притискає трубу до верхнього ролика. У результаті труба (завдяки тертю роликів об трубу) передається через збільшений по висоті калібр робочих валків на передню сторону стану. Привід 14 обох роликів (див. рис.3.2) здійснюється через універсальні шпинделі й циліндричний зубчастий редуктор від електродвигуна постійного струму з регульованим числом обертів.

Верхній ролик зворотної подачі, щоб уникнути тертя об трубу при робочому проході, встановлений трохи вище вихідної труби і в процесі роботи за висотою не регулюється. Нижній ролик перебуває на коромислі й під час прокатки труби опускається. При передачі труби на передню сторону стану нижній ролик за допомогою пневматичного циліндра 10 (див. рис.3.2) піднімається, притискає трубу до верхнього ролика й разом з ним надає трубі зворотний рух. Ролики зворотної подачі 7, як і напрямної провідки заднього стола, бувають індивідуальними й згрупованими. Згруповані ролики складаються із двох половин, але на відміну від індивідуальних їхня довжина відповідає довжині бочки робочих валків, а калібр - калібру на валках. У цьому випадку при переході на прокатку труб в іншому калібрі необхідність у заміні або перестановці роликів відпадає. Тому в сучасних станах використовують тільки згруповані ролики.

Столи вхідної сторони 1 для автоматичних станів з багаторівчачковими валками виконують пересувними. Їхнє переміщення відбувається в період підготовки до прокатки в новому калібрі по рейках рейковим механізмом з таким розрахунком, щоб ринва вхідного стола виявилася на осі того калібру, у якому передбачається прокатка. Оскільки гільзи на стіл автоматичного стану задають збоку, те перед ринвою встановлюють важільний затримник, що діє від пневмоциліндру.

Для бічної видачі прокатаних труб установлені кругові скидачі 3, що діють від автономного приводу.

Вихідна сторона автоматичного стану складається з низки змінних провідок 11, що направляють рух труби при виході її з валків і утримують оправку від поздовжнього вигину. Зазвичай провідки виконують груповими для всіх калібрів валків, однак є стани й з індивідуальними провідками для кожного калібру. Наприкінці заднього столу розташований упор 12 для закріплення оправок 15, що вмонтований у спеціальну траверсу.

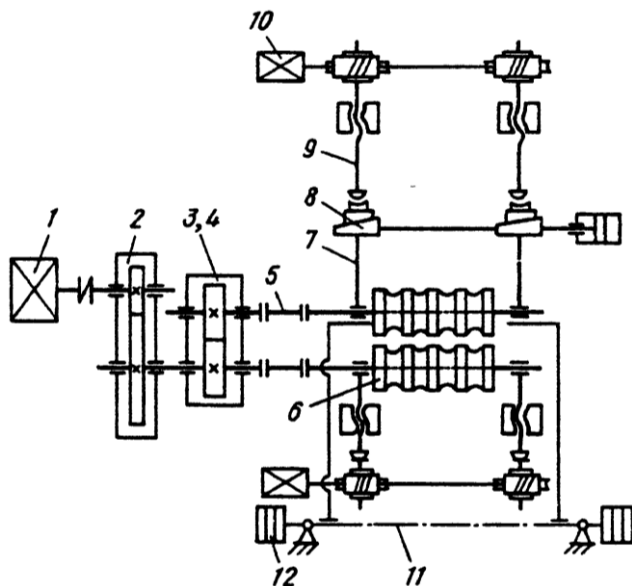
Головна лінія автоматичного стану включає робочу кліть, універсальні шпинделі 5, шестеренну кліть 4, редуктор 2 і двигун 1 (рис.3.3).

Робоча кліть автоматичного стану має дві станини закритого або відкритого типів із загальною змінною кришкою. Обидві станини з'єднані між собою стяжними болтами й опираються лабетам на плитовини, встановлені на фундаменті. Станини відкритого типу частіше використовують у станах середнього й великого типорозміру. Валки автоматичних станів роблять чавунними; іноді використовують сталеві валки з наплавленою поверхнею. Діаметр робочих валків приблизно відповідає наступному співвідношенню:

$$D = 2d_{\max} + (300 \dots 360) \text{мм}$$

де D - діаметр валків, мм; d_{\max} - максимальний діаметр труби для даного стану, мм.

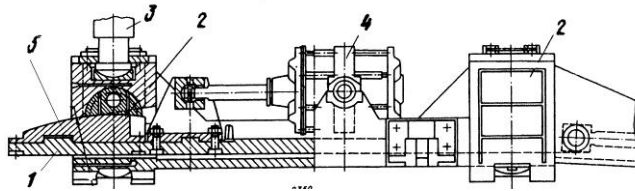
Валки 6 автоматичних станів (див.рис.3.3) встановлені в подушках 7 з чотирирядними конічними роликівими підшипниками. Положення верхнього валка регулюють двома натискними гвинтами 9, які обертаються від електродвигуна 10 через черв'ячні редуктори. Установка нижніх валків має аналогічну конструкцію. Врівноваження верхнього валка 11,12 зазвичай вантажне (у старих конструкціях малих станів - пружинне).



1 - електродвигун приводу валків; 2 - циліндричний редуктор; 3 - маховик (може бути відсутній); 4 - шестеренна кліть; 5 - шпindelь; 6 - робочі валки; 7 - подушки; 8 - клиновий механізм; 9 - натискний гвинт; 10 - привід переміщення верхнього валка; 11 - врівноваження верхнього валка; 12 - гідроциліндр врівноваження

Рисунок 3.3 - Схема головної лінії автомата-стану й механізмів робочої кліті

Характерною особливістю робочої кліті автомат-стану є клиновий механізм 8 швидкої установки валків. Оскільки валки зводяться й розводяться на однакову величину, важливо здійснювати установку без зміни положення натискних гвинтів, що визначають величину міжвалкового зазору. Механізм (рис. 3.4) складається зі зведеного клина 5, встановленого між натискними гвинтами і подушками верхнього валка на рухомій траверсі 1.



1 – рухома траверса; 2 – вузол підп’ятника; 3 – натискний гвинт;
4- гідроциліндр; 5 - клин

Рисунок 3.4 - Клиновий механізм швидкого розведення валків автомата-стану

Клини 5 мають різний по довжині кут нахилу: менше кута самогальмування на робочій ділянці й більше - на ділянці для розведення валків. Клини 5 можуть переміщатися уздовж осі валків разом з траверсою 1 за допомогою горизонтального гідроциліндра 4, закріпленого збоку однієї зі станин або між ними. При введенні клинів між гвинтами 3 й подушками верхнього валка останні переміщуються вниз, встановлюючи валок в робоче положення. При цьому клини 5 контактують з підп’ятниками 2 на ділянці з кутом самогальмування, що виключає його переміщення при дії сили прокатки. При виведенні клинів відстань між подушками та натискними гвинтами 3 зменшується, і верхній валок підіймається за рахунок дії пристрою для врівноваження. Підйом відбувається на ту саму величину, достатню для пропуску труби на передній стіл. Оскільки положення натискних гвинтів при цьому не змінюється, валки завжди повертаються у вихідне положення.

3.2 Безперервні розкатні стани

Розкатування труб у безперервних станах одержало за останні роки найбільший розвиток. Процес розкатування гільзи в трубу здійснюється в

круглих калібрах на безперервних трубопрокатних станах, що мають у своєму складі від 7 до 9 робочих клітей. Перед задаванням гільзи у валки в неї вводить довга циліндрична оправка, що рухається в осередку деформації разом з гільзою (рис. 3.5). Діаметр оправки визначає внутрішній діаметр труби, а послідовно розташовані круглі калібри, що зменшуються в розмірах по ходу прокатки, забезпечують одержання необхідного зовнішнього діаметра труби.

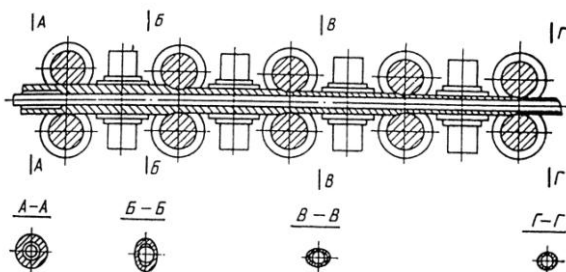
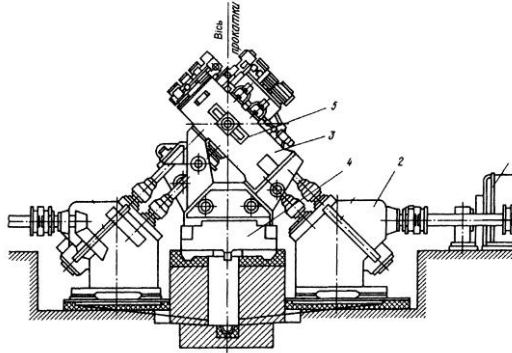


Рисунок 3.5 - Схема розкатування гільзи на безперервному стані

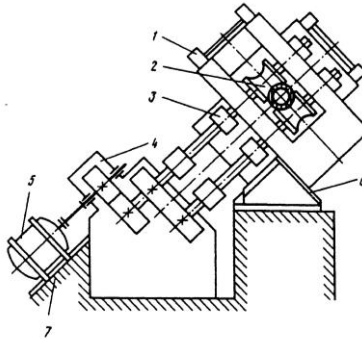
Компонування робочих клітей буває з послідовно розташованими горизонтальними й вертикальними клітьми і з послідовно розташованими клітьми під кутом 45° до рівня цеху й 90° одна відносно одної (кутова схема).

Найбільш розповсюдженою конструкцією є стани з кутовим розташуванням клітей (рис.3.6, 3.7).



- 1 – двигун; 2 - кутовий комбінований редуктор-шестеренна кліть;
3 – робоча кліть; 4 – плитовина; 5 - провідки

Рисунок 3.6 - Робочі кліті безперервного стану з кутовим розміщенням і горизонтальним розташуванням двигунів



- 1 – робоча кліть; 2 – робочі валки ; 3 – шпинделі; 4 – кутовий комбінований редуктор-шестеренна кліть; 5 – двигун; 6 - плитовина

Рисунок 3.7 – Похила робоча кліть безперервного стану з кутовим розташуванням двигуна

Використання похилих двигунів (під кутом 45° , див. рис.3.7) дозволяє виключити зі складу приводу важконавантажені швидкохідні конічні пере-

дачі й використати одно- або двохступеневі циліндричні редуктори, що забезпечують більш зручну експлуатацію приводу й підвищують його довговічність, але ускладнює фундаменти й монтаж обладнання.

Робоча кліть (рис.3.8) включає станину закритого типу 1, вузол валків 2, верхній 3 і нижній 4 натискні механізми і механізм осьового регулювання 5. Станина робочої кліть закритого типу. Опори валків - чотирирядні підшипники кочення. Для підвищення зносостійкості бічні поверхні подушок, що стикаються з лицювальними планками вікон станини, мають загартований шар із твердістю 40 HRC. Верхні натискні гвинти мають вбудований в них пружинний пристрій 6 врівноваження, завдяки якому забезпечується постійне притиснення подушок до нижніх і верхніх натискних гвинтів і вибирання зазорів у системі подушка - стакан - гвинт.

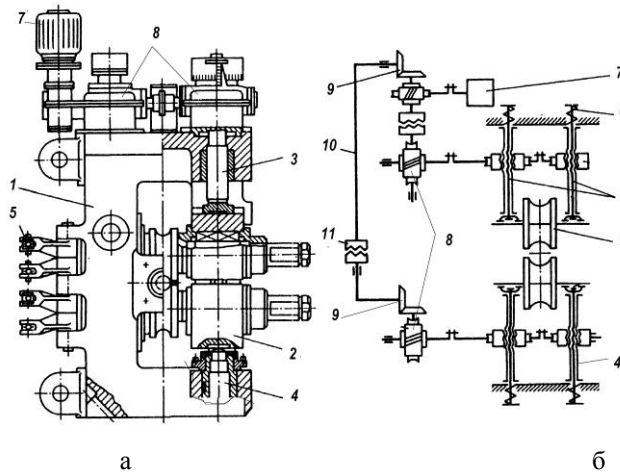


Рисунок 3.8 – Загальний вигляд (а) та кінематична схема (б) робочої кліть безперервного розкатного стану

Безперервні стани мають сталу лінію прокатки. Тому регулювання розчину між верхнім і нижнім валками здійснюється верхнім 3 і нижнім 4 натискними механізмами. Переміщення верхнього валка здійснюється натискни-

ми гвинтами, що приводяться в обертання від електродвигуна 7 через черв'ячно- глобоїдні редуктори 8, з'єднані між собою муфтою. Нижній натискний пристрій 4 синхронно приводиться через конічні передачі 9, вал 10 та розчіпну муфту 11. Робочі валки можуть переміщатися в осьовому напрямку для настроювання калібру відносно один одного за допомогою механізму осьового регулювання 5, аналогічного механізмам сортових станів.

Розглянемо допоміжне обладнання стану. На вхідній стороні стану встановлені механізми для введення оправки в гільзу й подачі її з оправкою у валки. Механізм і схема задавання оправки в гільзу і їхнє спільне задавання в осередок деформації на лінії безперервного стану представлені на рис.3.8.

Механізм складається з двох кареток 8 і 9 з упорами, які переміщуються по напрямних 3 й 10. Фрикційні ролики 1 подають уперед каретку 9, яка упором 2 штовхає розташовану на роликах оправку 6 в гільзу 4. Коли каретка 9 доходить до упору 7 другої каретки (положення б), оправка повністю входить у гільзу. Далі ролики 1 через каретку 2 й упор 7 надають рух каретці 8, що упирається в гільзу 4. Переміщуючись як одне ціле, упори 2 й 8 кареток задають гільзу з оправкою у валки стану (положення в).

На вихідній стороні стану встановлені відвідний рольганг та фрикційний пристрій для виймання стрижня або знімання труби з оправки (рис.3.10)

Пристрій складається з двох пластинчастих ланцюгів 4, зірочки яких 5 встановлені на шарнірних паралелограмах 6. Труба 2 фіксується затискачем 3 від переміщення, ланцюги 4 підводяться важелями до виступаючої з труби оправки 1, затискаючи її, і приводяться в рух, витягаючи за рахунок сил тертя оправку з труби. Приводи важелів паралелеграмного механізму та зірочок на схемі не показані.

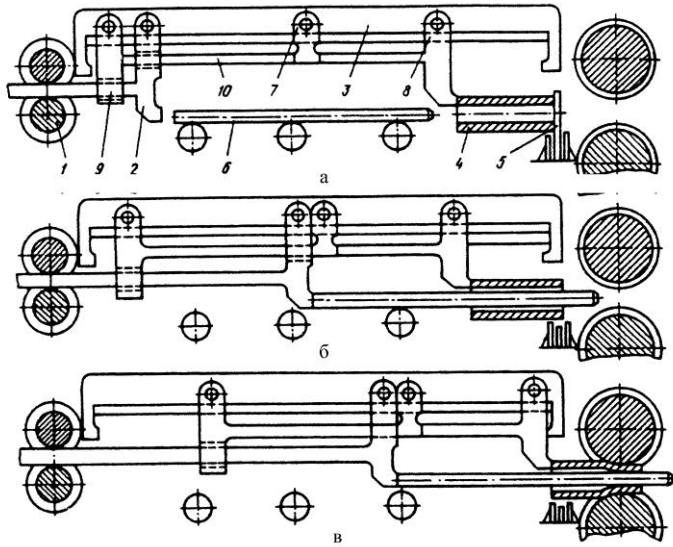
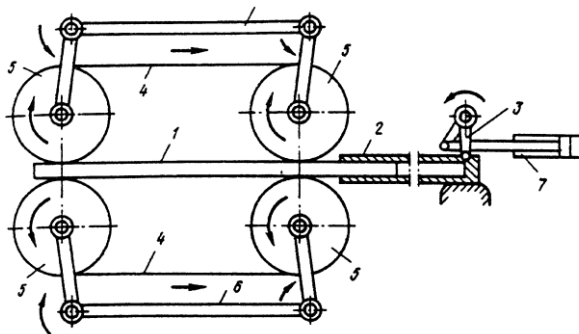


Рисунок 3.9 - Пристрій для введення оправки в гільзу й подачі її з оправкою у валки



1 - оправка; 2 - труба; 3 - пневматичний затискач; 4 - пластинчасті ланцюги; 5 - зірочки; 6 – важільно- паралелеграмний механізм ; 7 - пневматичний циліндр

Рисунок 3.10 – Фрикційний пристрій для виймання оправки з труби

3.3 Трьохвалковий розкатний стан.

Трьохвалкові стани поперечно-гвинтової прокатки застосовують як прошивні, розкатні та редуційні у складі агрегатів для розкатування товсто-стінних труб високої точності: відхилення по зовнішньому діаметру становить $\pm 0,5\%$, а по товщині стінки $\pm 6\%$. Трубопрокатні агрегати з трьохвалковими розкатними станами, в основному, застосовуються для виробництва труб з шарикопідшипникових та інших сталей, що підлягають наступній механічній обробці, тому що мала їх різностінність дозволяє значно знизити припуски на обточування. Перевагою цих пристроїв є також можливість швидкого переналаштування станів при переході на новий розмір, для чого не потрібні часті перевалки, необхідні на інших станах при різноманітному сортаменті труб. Всі трьохвалкові стани мають подібну конструкцію.

Для розкатування труб використовують трьохвалкові стани з прямим (рис. 3.11,а) і зворотним (рис.3.11 ,б) нахилом валків.

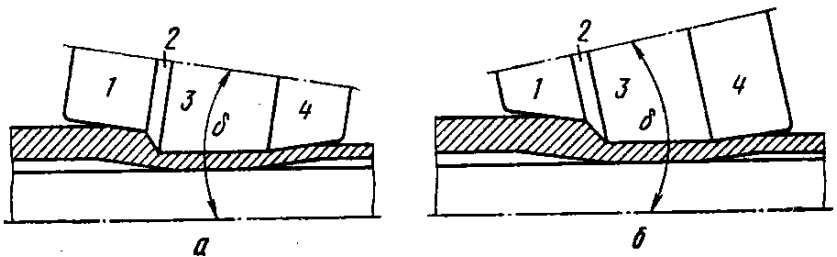
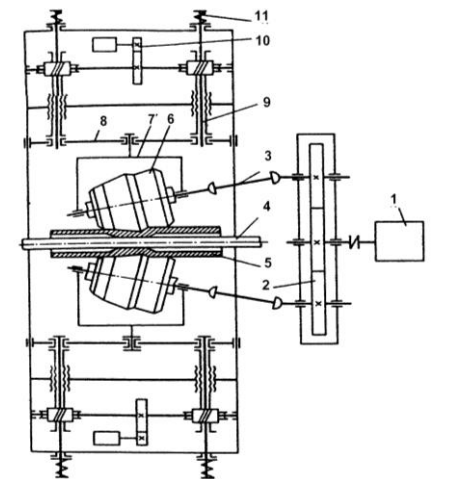


Рисунок 3.11 - Осередок деформації при прокатці на трьохвалковому стані із прямим (а) і зворотним (б) нахилом валка

Валок трьохвалкового стану має чотири ділянки: західний конус 1, гребінь 2, калібрувальний конус 3 і вихідний конус 4 (див. рис.3.11). Основна деформація (до 60-80%) відбувається на гребені 2 валка. Ділянка калібру-

вального конусу 3 практично паралельна осі заготовки. На вихідному конусі 4 відбувається пружне відновлення й відділення стінки труби від оправки.

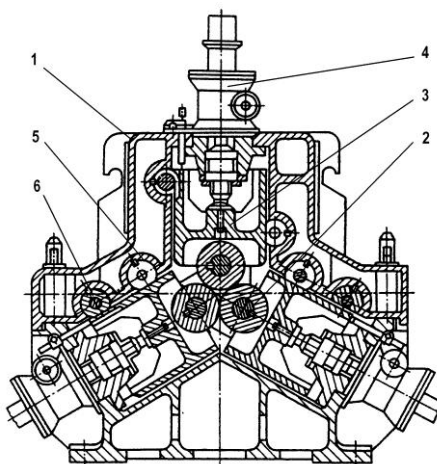
Головна лінія трьохвалкового розкатного стану (рис.3.12) може розташовуватися як з боку входу, так і з боку виходу труби. Вона складається з робочої кліті з гребньовими валками й приводу - індивідуального або групового (див.рис.3.12). На рис. 3.13 представлена трьохвалкова кліть розкатного стану. Вона складається зі станини 1, у котрій розміщені поворотні барабани з касетами валків 2. Станина кліті сучасного стану складається із двох частин, причому кришку з одним верхнім барабаном відкидають при перевалці валків.



- 1 - двигун головного приводу; 2 - шестеренна кліть; 3 - шпindelь;
4 - оправка; 5 - гільза; 6 - робочий валок; 7 - касета робочого валка; 8
проміжний вал; 9 - натискний пристрій; 10 - привід натискного механізму;
11-пружинне врівноваження

Рисунок 3.12 - Розгорнута схема трьохвалкового стану з груповим приводом валків

Валки зводяться й розводяться натискними гвинтами. Кожний гвинт 9 (див. рис. 3.12) виконаний з наскрізними центральними отворами, через які проходять тяги пружинного врівноваження 11 для притиску барабанів до натискних гвинтів. Механізм приводу натискних гвинтів буває груповим або індивідуальним. Груповий привід складніше - він має розподільний і кінчні редуктори, що синхронізують вали, розчіпні муфти. Його недоліком є невисока швидкодія. У випадку застосування індивідуального приводу 10 (див. рис. 3.12) ці недоліки усуваються, однак настроювання стану значно ускладнюється, тому що легко губиться співвісність фактичної осі прокатки й осі робочої кліті.



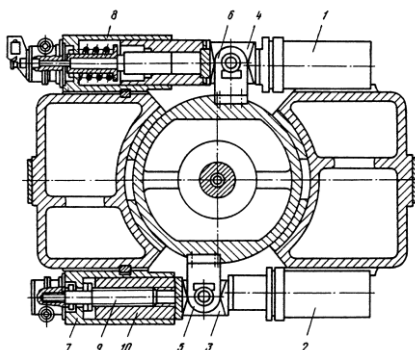
1 – станина; 2 – вузол валка; 3 – поворотний барабан; 4 – натискний механізм; 5 – клиновий фіксатор касети; 6 – пристрій повороту касети

Рисунок 3.13 – Робоча кліть трьохвалкового стану поперечно-гвинтової прокатки

Кліть оснащена трьома пристроями для розвороту барабанів з робочими валками (див.рис.3.13). На барабані нарізаний зубчастий сектор, який

приводиться зубчастою рейкою 6, що ненарізаною частиною спирається на циліндричну напрямну станини. Вертикальний кут нахилу валків регулюється натискними механізмами 4. У заданому положенні барабани фіксуються клинами 5, що рухаються в циліндричних напрямних станини кліті.

Інший тип пристрою розвороту барабану наведено на рис.3.14. Він має встановлені на станині кліті силові циліндри 1, 2, що діють на обмежники 3 і 4 і упори 7 і 8 для обмеження ходу відповідних силових циліндрів 1 і 2. Обмежувальний упор включає гвинт 9 з упорною гайкою 10, вмонтованою в корпусі упору. Привід натискного гвинта - електромеханічний, що включає черв'ячний редуктор, з'єднаний з окремим електродвигуном зубчастою муфтою.



1,2 - силові циліндри; 3,4 - обмежники; 5,6 - серги;
7,8 - регульовані упори; 9- гвинт; 10- упорна гайка
Рисунок 3.14 – Механізм повороту валків на кут подачі

Упори гвинтами виставляються в положення, що відповідає горизонтальному куту подачі. Поворот барабану з валком виконується циліндрами 1,2, що діють на серги 5,6. закріплені на барабані, і відбувається до контакту з упорами 7,8.

3.4 Розкатні стани пілігримової (періодичної) прокатки

Для розкатування товстостінних гільз, в основному з легованих сталей і сплавів, використовують пілігримові стани. Переваги пілігримового способу прокатки труб полягає в можливості одержання труб зі злитків, виробництва особливо товстостінних і профільних труб спеціального призначення: квадратних, шестигранних, конічних, східчастих, труб значної довжини, з високим ступенем механізації й автоматизації.

Особливості пілігримової прокатки полягають у наступному:

1. Деформація металу відбувається в калібрі змінного перерізу; площа поперечного перерізу калібру зменшується в процесі деформації.

2. У кожному періоді деформації в осередок надходить гільза змінного перерізу; площа поперечного перерізу гільзи зменшується в процесі деформації.

3. Напрямок прокатки протилежний напрямку переміщення гільзи й готової труби; у зв'язку із цим процес пілігримової прокатки є періодичним: цикл деформації чергується з циклом переміщення гільзи й труби в напрямку подачі.

4. Процес деформації здійснюється при наявності сил підпору, перешкоджаючих просуванню металу в напрямку прокатки.

Стани пілігримової прокатки мають два робочих валка, які обертаються назустріч металу, що подається в осередок деформації (назустріч подачі металу).

Особливістю валка пілігрим- стану є наявність калібру змінного перерізу (рис.3.15 ,а).

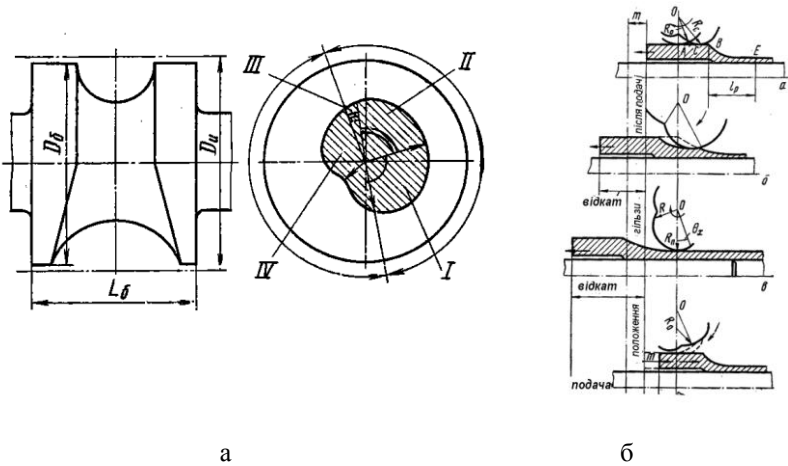


Рисунок 3.15 - Валок пілігрим – стану (а) і стадії прокатки за один прохід (б)

Калібр, утворений двома валками, має чотири ділянки (див. рис.3.15,а):

- ділянка інтенсивної деформації I, на якій радіус калібру змінюється від максимального до мінімального, за рахунок зміни глибини калібру відбувається основне обтиснення по стінці труби ;

- калібрувальна ділянка II, на якій радіус калібру мінімальний і не змінюється;

- ділянка поздовжнього випуску III, на якій радіус калібру змінюється від мінімального до максимального, що перевищує радіус заготовки;

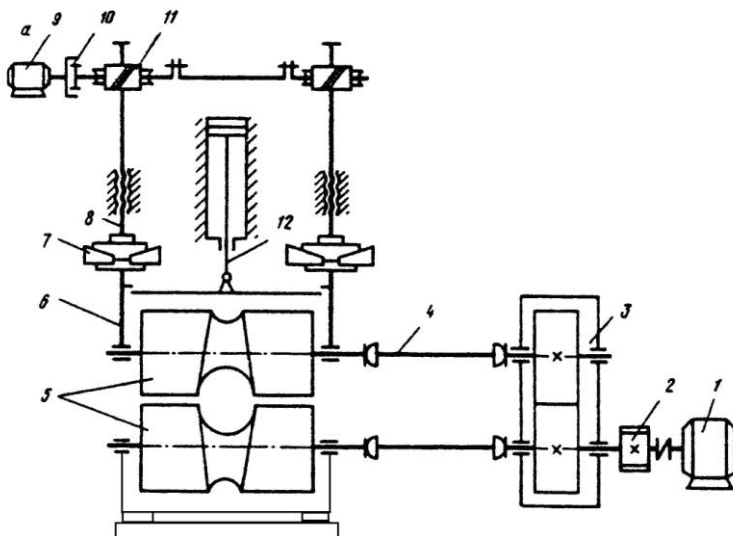
- холоста ділянка IV з калібром максимального радіуса.

Розглянемо стадії обтиснення труби за прохід. Задавальний апарат пілігрим -стану подає гільзу з оправкою у валки, коли калібр відповідає ділянці IV і не контактує з гільзою, при цьому величина подачі складе L_p (див. рис.3.15 ,б). У міру обертання валків назустріч подачі заготовки калібр переходить на ділянку I, на якій валки входять у контакт із заготовкою, і за рахунок зменшення глибини калібру відбувається обтиснення (розкатування) заданої у валки ділянки гільзи, яка при цьому виштовхується валками назад з

осередку деформації. Коли валки повернуться до ділянки IV, апарат перевіряє заготовку на 90^0 і знову подає її у валки на довжину L_p + довжину обтиснутої ділянки. Знову ділянка гільзи, що надійшла у валки, обтискається валками в зоні I калібру, а ділянка гільзи, обтиснута в попередньому пропуску, по мірі виштовхування заготовки калібрується у зоні II калібру, і заготовка знову виштовхується з валків. Далі (знову на ділянці IV) апарат кантує й задає заготовку у валки на довжину L_p + довжину обтиснутої й відкаліброваної ділянок. У зоні I відбувається деформація нової ділянки гільзи з виштовхуванням назад, у зоні II - калібрування обтиснутої в попередньому пропуску ділянки труби, а при переході в зону III радіус калібру збільшується й виходить із контакту з заготовкою на відкаліброваній в попередньому проході ділянці, що вже не виштовхується й залишається у валках. Потім відбувається кантування й подача у валки наступної ділянки гільзи, і процес повторюється. При цьому за кожний прохід труба виштовхується назад на сумарну довжину обтиснутої й відкаліброваної в даному проході ділянок, а ділянки труби, відкалібровані в попередніх пропусках, залишаються у валках і за кожну нову подачу виходять із валків на вихідну сторону стану. Так по ділянках поступово відбувається розкатування всієї гільзи в чорнову трубу.

Конструкція кліті пілігримового стану (рис.3.16) подібна конструкції робочої кліті дуо стану поздовжньої прокатки. У вікнах станини встановлені подушки робочих валків 5, шийки яких обертаються в текстолітових вкладах.

Регулювання положення верхніх робочих валків здійснюється за допомогою двох натискних гвинтів 8 із приводом від електродвигуна 9 через черв'ячні редуктори 11, розміщені вгорі станини. За допомогою натискного пристрою здійснюється підйом верхнього валка при пропуску нерозкاتаного кінця труби. Врівноваження верхнього валка гідравлічне, складається з циліндра 12, на плунжер штока якого опирається поперечка з підвішеними на тягах подушками 6 валка.



1 - електродвигун головного приводу; 2 - маховик; 3 - шестеренна кліть; 4 - шпindelь; 5 - робочі валки; 6 - подушки; 7 - клиновий механізм; 8 - натискний механізм; 9 - електродвигун натискного механізму; 10- муфта; 11 - черв'ячний редуктор; 12 – гідравлічне врівноваження

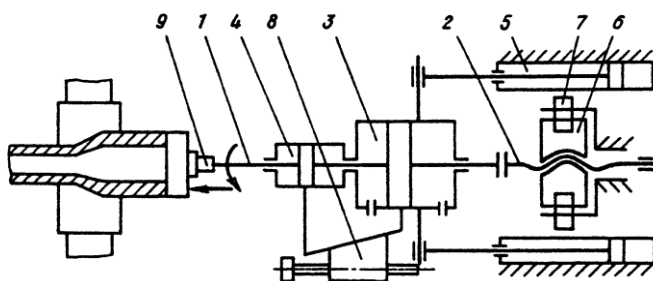
Рисунок 3.16 – Робоча кліть пілігрим-стану з приводом

Нижній валок встановлюється по висоті за допомогою прокладок, що перебувають під подушками, або клинів. Привід робочих валків здійснюється від електродвигуна 1 через шестеренну кліть 3 і універсальні шпindelі 4. Для зниження динамічних навантажень на привід при переході від холостого ходу до прокатки в лінії приводу встановлений маховик 2, що запасає кінетичну енергію на холостому ході й витрачає її на початку прокатки, розвантажуючи тим самим привід стану.

На вхідній стороні пілігримового стану найбільш важливою машиною є задавальний апарат, що безпосередньо бере участь у процесі пілігрим-прокатки. Основне завдання апарату - подати гільзу в зазор валків на певну

величину й повернути її на заданий кут (90^0). Подача повинна здійснюватися синхронно з валками, що висуває додаткові вимоги - гальмування повинне здійснюватися м'яко й у строго заданому положенні. Сучасні стани, як правило, мають задавальні апарати з пневматичним приводом подачі й гідравлічним гальмуванням.

В задавальному апараті (рис.3.17) процес подачі заготовки розділений між двома механізмами. У кожному пропуску заготовка задається у валки й виштовхується ними назустріч подачі на величину обтиснутої й відкаліброваної частини труби одним пристроєм й подається вперед на величину прокатої частини другим.



- 1 - шток; 2 - дріль; 3 - повітряна камера; 4 - гальмівна водяна камера;
 5 - гідроциліндр подачі; 6,7 - храпове колесо з засувками;
 8 - механізм підйому; 9- замок оправки

Рисунок 3.17 – Принципова схема задавального апарату

Подача на величину повернення заготовки здійснюється в усіх агрегатах існуючих станів за допомогою пневматичного пристрою, що не має власного приводу й працює за рахунок виштовхування заготовки валками стану.

Задавальний апарат складається з каретки, встановленої в напрямних рами, по яких переміщається вперед на величину прокатої (готової) частини труби за кожний цикл гідроциліндрами 5. Сам задавальний пристрій являє

собою встановлений на каретці сталевий литий корпус, у якому є повітряна 3 і водяна 4 камери. Усередині корпусу рухається шток 1, до кінця якого кріпиться замок оправки 9. На штоку встановлені поршні камер 3,4. З іншого боку шток з'єднаний із дрилем 2. До задньої сторони корпусу кріплять коробку храпового механізму 6,7. У розточенні корпусу вставлені гальмова букса й ущільнення, що розділяють повітряну й водяну камери. На каретці встановлений клиново-гвинтовий механізм 8 для регулювання осі апарата по висоті, що дозволяє точно виставляти його на вісь прокатки.

Заготовка з оправкою фіксується на штоку затискачем 9 і подається циліндрами 5 у зазор валків при крайнім лівому положенні штока 1. При обтисненні валки виштовхують заготовку, переміщуючи шток 1 вправо, при цьому в камері 3 повітря під поршнем стискується. Одночасно відбувається поворот з'єданого зі штоком дреля 2, що працює за принципом відомої всім з дитинства дзиги, і заготовка повертається на 90^0 вздовж своєї осі. Коли заготовка виходить із контакту з валками, стиснуте у камері 3 повітря штовхає шток 1, повертаючи заготовку у валки, а циліндри 5 подають її вперед на довжину готової ділянки труби. При цьому храповий механізм 6,7 перешкоджає провороту дреля 2 із заготовкою у вихідне положення, і вона залишається повернутою на заданий кут. (У деяких апаратах поворот заготовки дрилем відбувається не на зворотному, а на робочому ході.) Шток разом з оправкою і гільзою зупиняється в заданому положенні гідравлічним гальмуванням. Гальмівна камера 4 завжди заповнена водою. До неї входить гальмівна втулка, на яку шток 1 тисне при переміщенні. Втулка, що переміщається, витісняє воду через клапани водяної камери, і за рахунок опору води в клапанах гальмується рух штоку 1 і, відповідно, заготовки.

Перевага такої конструкції задавального апарата полягає в тому, що єдиним приводом у ньому є гідроциліндри 5. Всі інші маніпуляції із заготовкою здійснюються, використовуючи енергію валків прокатного стану при виштовхуванні заготовки.

Таким чином, при пілігримовій прокатці оправка з гільзою-трубою здійснює зворотно-поступальний рух, а розкатана ділянка труби поступово сходить з закріпленої в апарату оправки.

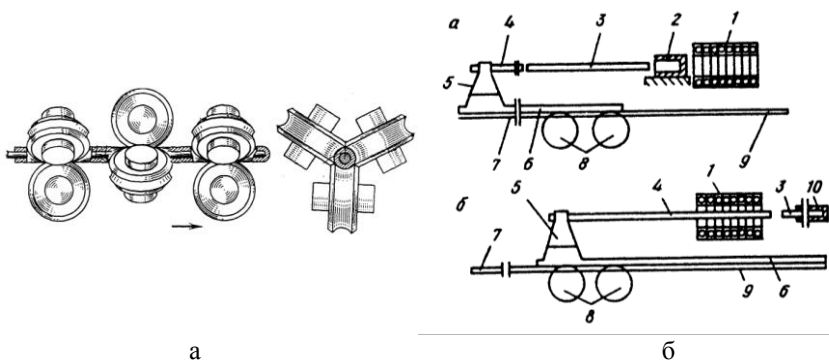
На вихідній стороні стану встановлені вивідні проводки, які надають трубі правильний напрямок під час і після закінчення прокатки.

3.5 Рейкові розкатні стани

Рейковий стан призначений для розкатування порожнього стакану або гільзи в тонкостінну трубу шляхом проштовхування їх через ряд роликів обойм. Рейкові стани за рубежом працюють у складі більш ніж 20 агрегатів.

На цих станах прошитий стакан (гільза) разом з оправкою проштовхується через неприводні ролики, розташовані в обоймі, що утворюють круглий калібр (рис. 3.18,а). Як калібри в рейковому стані в сьогодення використовують майже винятково роликові обойми, як правило, із трьома (рідко із чотирма) неприводними каліброваними роликами, розташованими під кутом 120° один щодо іншого.

Стан (рис.3.18 ,б) складається з наступних основних частин: станини для зубчастої рейки, зубчастої рейки, її приводу, станини для роликів обойм і лінії для циркуляції, підігріву й завантаження дорнів. Рейка виконана зварюванням у вигляді балки двотаврового перерізу із шевронними зубами на верхній і нижній полицях, які перебувають у постійному зачепленні із шестірнями. За допомогою зубчастої рейкової передачі 6,8 штовхальник 4 рухається праворуч (див. рис. рис.3.18 ,б) і спочатку заштовхує оправку 3 у нагріту до температури прокатки заготовку-стакан 2, а потім разом зі стаканом – у ряд холостих роликів обойм 1, у яких і відбувається розкатування заготовки в чорнову трубу. У перших п'ятнадцяти обоймах відстань між роликами не регулюється, а в інших десяти ця відстань регулюється.



1 - роликові обойми; 2 - стакан; 3 - оправка; 4 - штовхальник; 5 - утримувач штовхальника; 6 - зубчаста рейка; 7 - задня напрямна рейки; 8 - провідна шестірня приводу рейки; 9 – напрямна в станині; 10 - труба

Рисунок 3.18 - Схема прокатки (а) і схема рейкового стану в початковому й кінцевому положенні (б)

Величина регулювання обойм по діаметру калібру досягає 1,6 мм. На рис.3.19 представлена конструкція обойми рейкового стану.



Рисунок 3.19 - Конструкція роликової обойми рейкового стану

Істотним недоліком конструкції рейкового стану є наявність зубчастого зачеплення 6,8 (див.рис.3.18,б), яке працює у важких експлуатаційних ре-

жимах, що часто призводить до поломок і знижує його ККД. Крім того, до 50 % загальної витрати енергії йде на гальмування, розгін і холостий хід рейки.

Контрольні питання.

1. Укажіть призначення розкатних станів.
2. Поясніть принцип прокатки на автомат-стані.
3. Яке призначення клинового механізму авомат-стану? Як він працює?
4. Поясніть сенс установки клітей безперервного стану під 45° до рівня підлоги.
5. Які механізми встановлені на вході й виході безперервного стану?
6. Як здійснюється кутове настроювання валків трьохвалкового стану?
7. Який тип прокатки реалізує трьохвалковий стан?
8. Обґрунтуйте необхідність кутового настроювання валків трьохвалкового стану.
9. З яких стадій складається розкатування гільзи на пілігрим- стані?
10. Чому задавальний апарат пілігрим- стану має два механізми подачі?
11. Поясніть принцип роботи дреля механізму повороту заготовки в задавальному апараті пілігрим-стану.
12. Поясніть принцип роботи рейкового стану.

Література: [1-5]

Лекція 4

Редукційні й калібрувальні стани

Чорнова гарячекатана труба має товщину стінки, що відповідає готовому виробу. У той же час її діаметр може відрізнятись від заданого. Для

одержання чистової труби необхідного діаметра використовують процес редукування на безперервних редуційних станах. Калібрувальні стани призначені для усунення овальності поперечного перерізу труби. Обидва процеси здійснюються без використання оправок і близькі до сортової прокатки круглих профілів.

Стани безопрочної поздовжньої прокатки труб, що використовуються в трубопрокатних і трубопресувальних агрегатах, безперервні, мають подібну конструкцію й склад устаткування. Залежно від призначення їх підрозділяють на три типи: калібрувальні, редуційно-калібрувальні й редуційно-розтяжні.

Калібрувальні стани призначені для одержання точного діаметра готових труб. У цих станах труба піддається незначній деформації. Стани зазвичай мають 3...7 двохвалкових клітей.

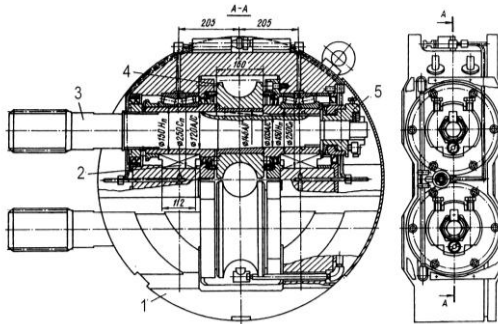
Редуційно-калібрувальні стани призначені для зменшення зовнішнього діаметра труб і їхнього калібрування. Редуційно-калібрувальні стани зазвичай мають 12...20 клітей, що працюють без натягіння або з невеликим натягінням. При прокатці труб у таких станах зменшення діаметра може досягати не більше, ніж 40...45%.

Основне призначення редуційно-розтяжних станів - одержання тонкостінних труб невеликих діаметрів. Ці стани працюють з натягінням, при цьому товщина стінки зменшується або зберігається незмінною залежно від величини прикладеного натягіння.

Стани поздовжньої безопрочної прокатки можуть мати кліті з двома або трьома валками. Чотирьохвалкові кліті практично не застосовують через складність їхньої конструкції.

Двохвалкові кліті сучасної конструкції мають двохопорне кріплення валків, що дозволяє їх застосовувати у випадках, коли на валки діють великі радіальні сили. Конструктивно ці кліті можуть бути аналогічні клітям безпе-

первних розкатних станів (див. рис. 3.8) або мають оригінальну конструкцію (рис. 4.1).

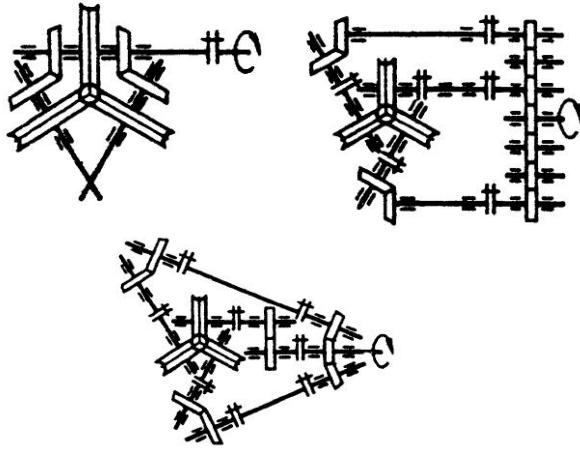


1-станина; 2 – вузол підшипників; 3 – приводні валів; 4 – робочі валки; 5 – гідро гайки

Рисунок 4.1 – Двохвалкова кліть редуційного стану зі сталим міжвалковим зазором

За рахунок відсутності регулювання розчину валків така кліть (див. рис. 4.1) має монолітну жорстку станину 1, у якій на дворядних конічних підшипниках 2 встановлені валкові вузли. Вони виконані у вигляді приводних валів 3, на яких змонтовані робочі валки 4. Валки з підшипниками фіксуються на валах 3 гідрогайками 5. Така кліть має високу жорсткість і забезпечує більшу точність прокати.

Стани з трьохвалковими клітьми одержали в останні роки велике розповсюдження. Перевага трьохвалкових клітей полягає в тім, що вони забезпечують більшу точність труб по товщині стінки. Конструктивно трьохвалкові робочі кліті можуть бути двох типів: коли розподіл моменту між валками здійснюється усередині кліті (рис. 4.2, а), а сама кліть має один вхідний вал; інший тип кліті (рис. 4.2,б,в) має три вхідні валів, а розподіл моменту здійснюється в додатковій шестеренній кліті, що може мати різні конструкційні виконання.



а

б

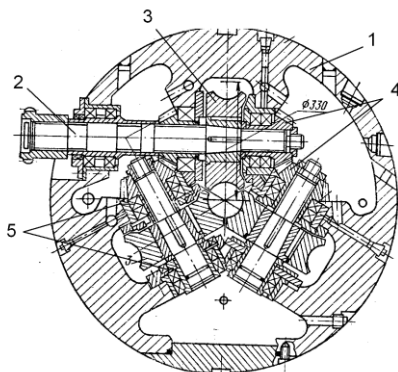
в

Рисунок 4.2 - Кінематичні схеми трьохвалкових клітей:
а - з одним вхідним валом; б, в - з трьома вхідними валами

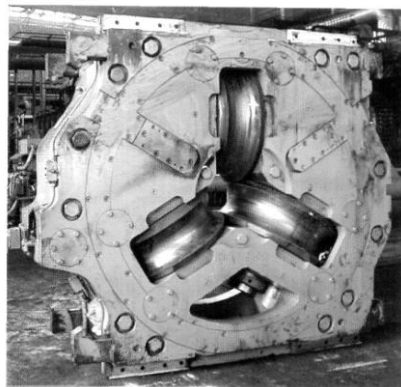
Перший тип кліті істотно спрощує привід стана, полегшуючи весь стан, але за довговічністю значно поступається другому. Конструкція кліті першого типу наведена на рис. 4.3.

Кліть має суцільну станину, у розточеннях якої на підшипниках 5 встановлені валкові вузли 3. Привід валків здійснюється від приводного вала 2 через конічні передачі 4 на ведені вали. На валах встановлені складені робочі валки 3 зі змінною робочою частиною. У станині є отвори для доступу до валкових вузлів. Перевалку на таких станах здійснюють заміною всієї кліті.

Редукційний стан з робочою кліттю, що має три вхідні вали, виявляється більше важким і громіздким. Заміна клітей такого стану вимагає більшого часу, тому що в цьому випадку необхідно від'єднати втричі більше число муфт.



а



б

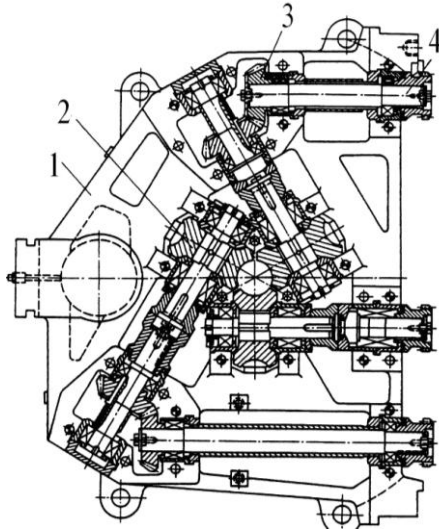
1-станина; 2 - приводний вал; 3– робочий валок; 4 – конічна передача
5 – вузол підшипників

Рисунок 4.3 – Трьохвалкова кліть редуційного стану зі сталим розчином валків та одним вхідним валом: схема(а) і загальний вигляд (б)

У порівнянні зі станом, що має кліті з одним вхідним валом, робочі кліті із трьома вхідними валами мають більшу несучу здатність, більш довговічні і їх доцільно застосовувати для більш важких режимів редукування, зокрема при виробництві труб з натягінням.

У практиці трубного виробництва достатнє поширення одержала конструкція кліті з трьома вступними валами фірми "Koks" (рис. 4.4). У такій конструкції конічні зачеплення 3, хоча й істотно віддалені від робочих валків, але змонтовані в корпусі кліті 1 і є його невід'ємною частиною.

Умови роботи конічних зачеплень значно поліпшені, тому що ці передачі віднесені від зони валків; підшипникові вузли всіх трьох валків 2 знаходяться в рівних умовах, сприймаючи тільки радіальні навантаження, а осьові відсутні. Вали приводяться від окремо розміщеної шестеренної кліті із сімома шестірнями, розташованими у вертикальній площині.



1 - станина; 2 - робочий валок; 3 - конічне зачеплення ; 4 - вхідний вал

Рисунок 4.4 - Трьохвалкова робоча кліть конструкції фірми "Koks"

У редукційних і калібрувальних станах використовуються приводи трьох видів: груповий, індивідуальний і комбінований (диференціально-індивідуальний і диференціально-груповий). Груповий привід використовували в старих калібрувальних і редукційних станах. При такому приводі не можна змінювати величину натягнення й регулювати співвідношення швидкостей клітей.

Стани з індивідуальним приводом валків дозволяють здійснювати прокатку як без натягнення, так і з заданим натягненням. Такі стани забезпечують регулювання швидкостей валків і натягнень у широких межах. Однак застосування індивідуального приводу зазвичай тягне збільшення сумарної потужності двигунів і вимагає у випадку використання цього приводу для редукційно-розтяжних станів застосування систем стабілізації швидкості валків.

Комбінований привід дозволяє регулювати співвідношення швидкостей валків і натягіння у достатніх для практичних цілей межах. У комбінованому приводі обороти валків кожної кліти визначаються як результат підсумовування швидкостей, переданих двом ланкам диференціала незалежними трансмісіями. Таким чином, обов'язковим вузлом комбінованого приводу є диференціальна передача.

Розглянемо привід валків двох послідовно встановлених клітей (рис.4.5).

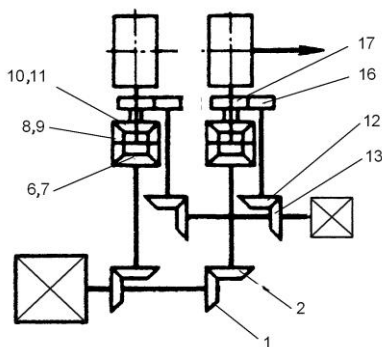
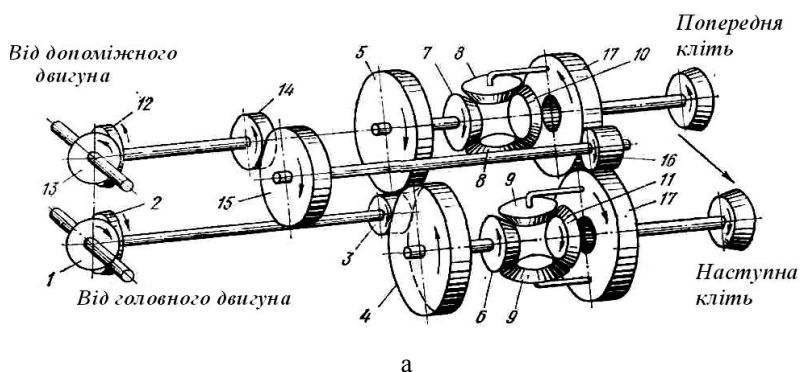


Рисунок 4.5 - Загальний вигляд (а) і спрощена схема (б) комбінованого диференціального приводу

Момент від головного двигуна через конічну 1,2 і циліндричну 3- 5 передачі передається на диференціали 6,9,11 і 7,8,10. Сонячні ведені шестірні 10,11 диференціалів приводять верхній валок попередньої і нижній валок наступної кліті за допомогою валів, що проходять через порожні маточини допоміжних зубчастих коліс 17. Сателітні шестірні 8,9 диференціалів встановлені на водилах, закріплених на зубчастих колесах 17. Колеса 17 мають окремий привід від допоміжного двигуна через конічну 12,13 і циліндричні 14,15 і 16,17 передачі. Якщо колеса 17 не обертаються, передатне число диференціалів дорівнює 1 (сателіти працюють як паразитні шестірні) і швидкості валків однакові. Якщо обертати колеса 17, то водила починають обертатися й обкатувати сателіти 8.9 по сонячних шестірнях 6,7. При цьому передатне відношення диференціалів зміниться. Оскільки колеса 17 перебувають між собою в зачепленні й обертаються в різні сторони, то й зміни передатних відношень диференціалів будуть протилежні - одного зменшиться, другого збільшиться. Це приведе до зміни співвідношень швидкостей валків у сусідніх клітках і до появи міжклітьового натягіння, яке можна регулювати частотою обертання зубчастих коліс 17.

Істотне поширення одержали трьохвалкові калібрувальні стани поперечно-гвинтової прокатки. Такі стани по конструкції аналогічні трьохвалковим розкатним станам (див. рис.3.12, 3.13). У трьохвалкових калібрувальних станах забезпечується висока точність труб при простому перенастроюванні калібру стану за рахунок зведення або розведення валків. Такий стан може використовуватися як при прокатці труб без оправки, так і при прокатці на короткій нерухомій оправці (у якості обкатного). Обкатані стани гвинтової прокатки (риллінг- стани) призначені для розкатування поверхневих нерівностей, рисок на гільзах після їхньої прокатки в автомат- стані й забезпечення необхідної точності геометричних розмірів труб. При обкатуванні діаметр труби трохи збільшується, при цьому труба набуває правильної круглої форми, а товщина стінки стає більше рівномірною: зменшується її різностін-

ність. Обкатані стани (риллінг-стани) встановлюють у складі устаткування трубопрокатних агрегатів з автоматичним станом. Іноді риллінг- стани використовують для обкатування труб і полегшення умов витягування довгих циліндричних оправок, на яких відбувалась попередня деформація гільзи, оскільки при риллінгуванні завжди збільшується діаметр труби. Конструкція робочої кліті риллінг- стану аналогічна трьохвалковій робочій кліті прошивного або розкатного станів гвинтової прокатки.

Контрольні питання

Література: [1-4]

Лекція 5 Агрегати для виробництва безшовних труб

5.1 Загальні відомості

На трубопрокатних агрегатах (ТПА) здійснюється повний цикл виробництва гарячекатаних безшовних труб. Склад і взаємодія устаткування ТПА визначається, в першу чергу, типом використовуваного розкатного стану. У характеристиці трубопрокатного агрегату звичайно вказують цифри, які вказують діаметр готових труб, які виробляють на даному агрегаті, наприклад ТПА 140, 250, 400, або ТПА 30- 102, або ТПА 4 і 10" і т.д. У першому випадку цифри вказують максимальний діаметр труб, що прокатуються на ТПА з автоматичним станом, у другому й третьому - мінімальний і максимальний діаметри труб на агрегатах з безперервним і пілігримовим станом відповідно.

5.2 Трубопрокатні агрегати з автоматичним розкатним станом

Трубопрокатні агрегати з автоматичним станом відносяться до числа найпоширеніших для виробництва безшовних гарячекатаних труб. На таких агрегатах виробляють до 30 % всіх гарячекатаних труб.

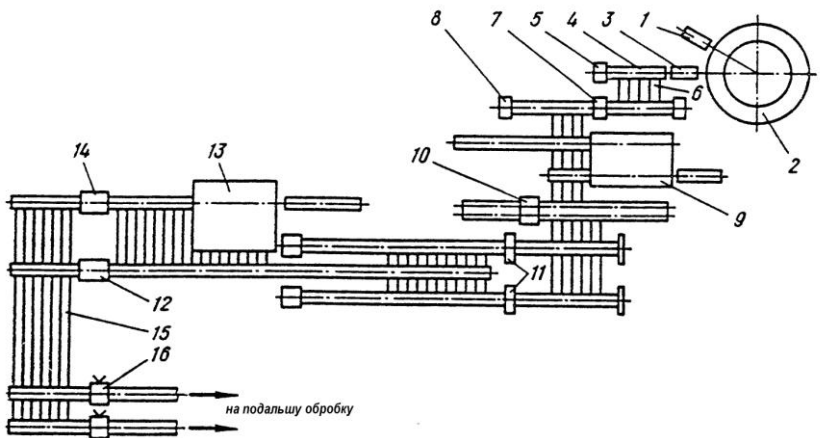
Відповідно до сортаменту труб, що випускаються, ТПА з автомат-станом умовно підрозділяють на три групи:

малі агрегати (ТПА 140) для виробництва труб розміром $D_T \times S_T = 60 - 159 \times 3 - 20$ мм (при редукуванні $D_T = 38$ мм);

середні агрегати (ТПА 220- 250) для виробництва труб розміром $D_T \times S_T = 76 - 250 \times 3,5 - 45$ мм (при редукуванні $D_T = 60$ мм);

великі агрегати (ТПА 400) для виробництва труб розміром $D_T \times S_T = 127 - 426 \times 4 - 60$ мм (в окремих випадках $D_T = 526$ мм).

Типова схема розташування устаткування ТПА з автоматичним станом показана на рис.5.1.

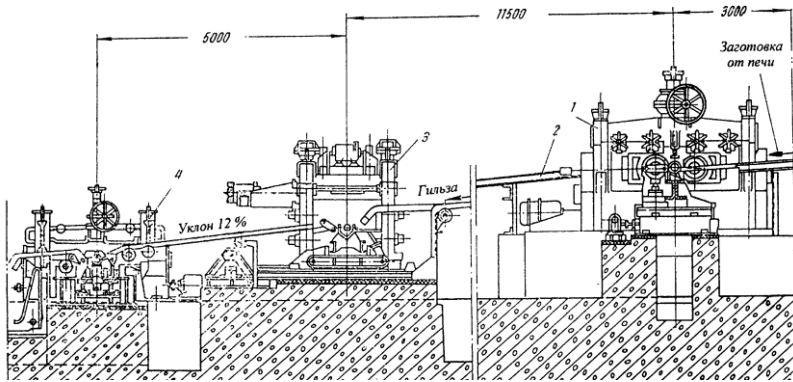


1 - завантажувальна машина; 2 - кільцева піч; 3 - вивантажувальна машина; 4 - підвідний рольганг; 5 - центрувач заготовок; 6 - похилі ґрати перед прошивним станом; 7- прошивний стан; 8 - вихідна сторона прошивного стана; 9 - піч для підігріву гільз; 10 – автомат-стан; 11 - риллінг- стани; 12 - калібрувальний стан; 13 - підігрівальна піч, 14 - редуційний стан; 15 - охолоджувальний стіл; 16 - трубоправильні машини

Рисунок 5.1 - Типова схема з каскадним розташуванням устаткування ТПА 140

Заготовки завантажувальним пристроєм 1 подаються в кільцеву піч 2, де нагріваються до температури прокатки, після чого їх витягають пристроєм 3 і подають до центрувача 5. Центрувач накернює лунку на осі заготовки, щоб при прошиванні дорн потрапив строго на вісь заготовки для виключення різностінності труби. Потім заготовка прошивається в гільзу на прошивному стані 7,8 і передається на автомат-стан 10. Залежно від сортаменту труб для забезпечення необхідної температури кінця прокатки гільза перед розкатуванням може підігріватися в печі 9. На автомат-стані 10 гільза розкатується за кілька пропусків в чорнову трубу. Далі труба надходить на обкатані стани 11 (їхнє призначення розглянуто в попередній лекції), і далі на калібрувальний 12 або редуційний 14 стани. Перед редукуванням для зниження енергосилових параметрів трубу підігрівують у печі 13. Чистова гарячекатана труба надходить на холодильник 15 і потім на ділянку виправлення, де овальність і поздовжня кривизна правляться на косовалкових трубоправильних машинах 16. Потім труба передається на подальшу обробку або на склад.

Особливістю більшості трубопрокатних агрегатів є каскадне розташування станів; кожний наступний стан перебуває на більше низькому рівні, а переміщення труби від одного стана до іншого здійснюється перекочуванням по похилих стелажах (рис. 5.2).



1 - прошивний стан, 2 - похилі ґрати, 3 - автомат-стан, 4 – обкатаний (риллінг) стан

Рисунок 5.2 - Каскадне розміщення устаткування ТПА з автомат- станом

При такому розміщенні устаткування відсутні зустрічні потоки в технологічному процесі; мінімальні шляхи руху труб у процесі їхнього виготовлення; створюється кращий огляд устаткування й заготовки труби з мінімальною кількістю пультів керування; забезпечені умови для організації одночасної перевалки технологічного інструмента всіх станів ТПА; забезпечені необхідні умови для нормальної експлуатації всього устаткування; мінімальна протяжність магістральних масло-, мазуто-, паро-, водопроводів, пневмомагістралей та ін.

Річна продуктивність ТПА з автомат-станом становить від 120 тис.т на малих до 400 тис.т на великих ТПА.

5.3 Трубопрокатні агрегати з безперервним розкатним станом

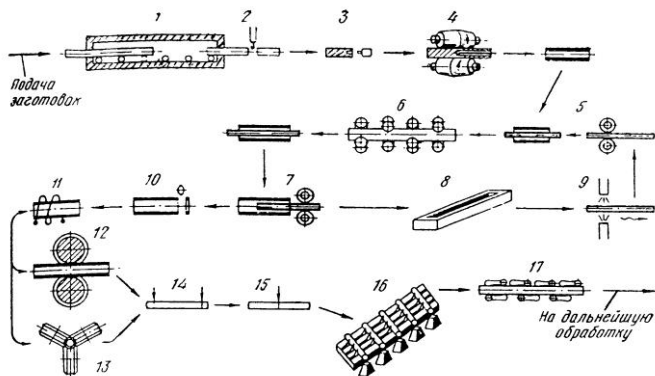
На сучасних трубопрокатних агрегатах з безперервним розкатним станом виробляють безшовні труби діаметром від 16 до 426 мм із товщиною

стілки 2- 25 мм з вуглецевих, низьколегованих і високолегованих сталей. Це найбільш продуктивні агрегати, але сортамент труб у порівнянні з іншими ТПА обмежений.

В агрегатах з безперервними станами розкатування здійснюється на рухливій оправці, що визначає характер взаємодії устаткування (рис.5.3).

Відмінною рисою ТПА з безперервним станом є використання при виготовленні всього сортаменту труб одного-, двох-, рідше трьох розмірів трубнової заготовки й чорнової труби з безперервного стану. Тому всю розмаїтість готових труб у сортаментному відношенні одержують за рахунок їхньої деформації в калібрувальному та редуційному станах.

Заготовки нагрівають у прохідній печі 1 в одну або кілька ниток, ріжуть ножицями 2 на мірні довжини й після центрування прошивають у гільзу на прошивному стані 4. Потім гільза передається в лінію безперервного стану. Перед прокаткою в гільзу на пристрої 5 задають оправку, після чого її разом з оправкою задають у безперервний розкатний стан 6 і розкатують у чорнову трубу. Трубу з оправкою передають на пристрій 7, де оправку витягають, передають у ванну охолодження 8, промаслюють на пристрої 9 і знов подають у лінію стану. Таким чином, на стані циркулюють кілька оправок.



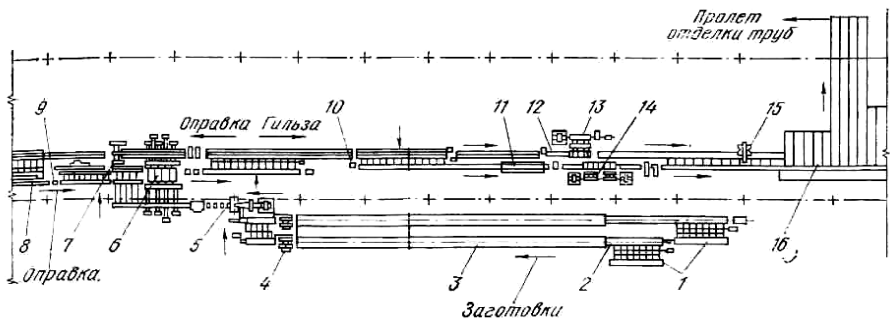
1 - нагрівання заготовок; 2 - розрізання заготовок; 3 - центрування заготовок; 4 - прошивання заготовок; 5 - зарядка оправки в гільзу; 6 - безперервна прокатка; 7 - витягування оправки із труби; 8 - охолодження оправок; 9 - нанесення змащення на оправку; 10 - відрізка заднього кінця труби; 11 - підігрів труби в індукторі; 12 - калібрування труб; 13 - редукування труб; 14 - відрізка кінців труб; 15 - розрізання труб на мірні довжини; 16 - охолодження труб; 17 - виправлення труб

Рисунок 5.3- Склад устаткування й послідовність операцій на ТПА з безперервним розкатним станом

Чорнова труба після видалення оправки нагрівається в пристрої 11 і надходить на калібрувальний стан 12, якщо її діаметр близький до готового виробу, або на редуційний стан 13, якщо необхідна істотна зміна діаметра. Після одержання чистової труби її передають на розрізання, охолодження і правлення.

Як приклад можна навести ТПА 30- 102 з безперервним розкатним станом.

Агрегат призначений для прокатки труб діаметром 30- 102 мм і товщиною стінки 3- 8 мм. Використовується заготовка одного діаметра 140 мм.



1 - завтажувальні ґрати; 2 - рольганги; 3 - печі; 4 - ножиці; 5 - прошивний стан; 6 - безперервний розкатний стан; 7 – пристрій видалення оправки

вок, 8 - ванна охолодження оправок; 9 - промаслювальний пристрій, 10 - дискові пили; 11 - накопичувач; 12 - індукційні нагрівачі; 13 - калібрувальний стан; 14 - редуційний стан; 15 - дискова пила; 16 – холодильник

Рисунок 5.4 - Склад устаткування ТПА 30- 102

Заготовки нагрівають у печах 3 (рис.5.4) у три нитки в кожній. На виході з печі ділильні ножиці 4 розрізають заготовки, які подаються на центрувач і потім на прошивний стан 5. Гільза подається в лінію безперервного дев'ятиклітьового розкатного стану 6, де розкатується в чорнову трубу діаметром 115 мм. Після прокатки оправку виймають на пристрої 7, охолоджують у ванні 8, промаслюють на машині 9 і повертають на стан. Після обрізки заднього кінця пилами 10 заготовки нагрівають в індукторах 12 і прокатують на безперервних 11-клітьовому калібрувальному стані 13 або 19-клітьовому редуційному стані 14. Редукування здійснюється з натягненням, що дозволяє змінювати як діаметр, так і товщину стінки без оправки за рахунок розтягування. В обох станах використовуються трьохвалкові робочі кліті.

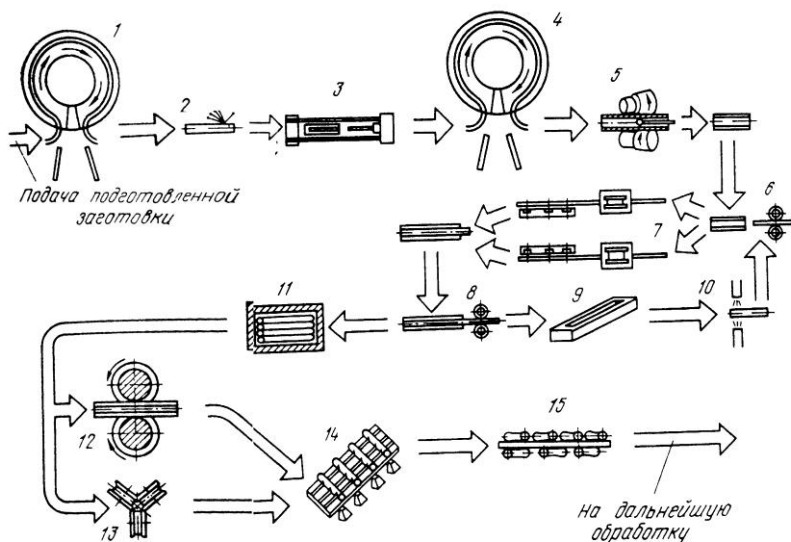
За станами розташовані летучі пили 15, що ріжуть трубу на довжини 16- 24 м (бо довжина труби після прокатки досягає 135 м). Далі труба охолоджується на холодильнику 16 і надходить на ділянку обробки.

Продуктивність агрегату ТПА 30- 102 сягає 650 тис.т на рік.

5.3 Трубопрокатні агрегати з пілігримовим станом

На агрегатах з пілігримовим станом виготовляють труби обсадні, бурильні, нафтопровідні й труби загального призначення діаметром до 720 мм і товщиною стінки 6-55 мм. Схема устаткування ТПА з пілігрим- станом наведена на рис. 5.5. Склад та взаємодія устаткування на початку агрегату істотно відрізняється від інших ТПА. Вихідною заготовкою є злитки, які прошиваються на прошивному пресі 3 у заготовку з денцем - стакан. Стакан проши-

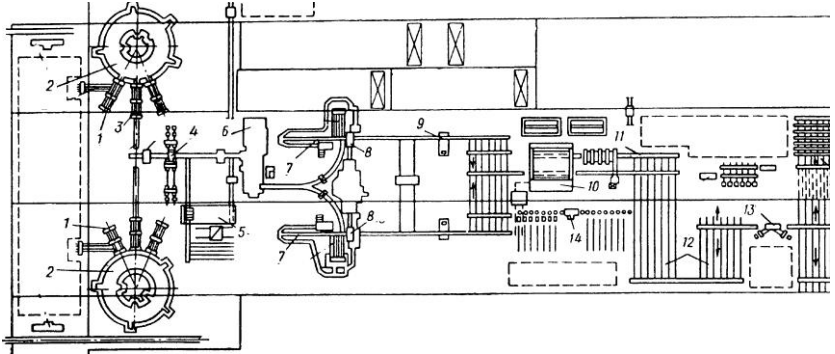
вається в гільзу на стані- елонгаторі 5, що за конструкцією аналогічний прошивному стану. Розкатування гільз здійснюється на пілігрим- станах 7, яких у ТПА зазвичай два для забезпечення необхідної продуктивності агрегату. Склад і взаємодія устаткування після розкатування аналогічні агрегату з безперервним розкатним станом (див. підрозд.5.2).



1-нагрівальна піч для злитків; 2 - гідрозбив окалини; 3 - прошивний прес; 4 - нагрівальна піч; 5 стан- елонгатор; 6 - пристрій для задавання оправок; 7- пілігрим-стан; 8- виймач оправок; 9 - ванна охолодження оправок; 10 - мастильний пристрій; 11 - підігрівальна піч; 12 - калібрувальний стан; 13 - редуційний стан; 14 холодильник; 15 - трубоправильні машини

Рисунок 5.5 - Склад устаткування й послідовність операцій на ТПА з пілігрим- станом

Склад устаткування цеху ТПА з пілігрим- станом наведений на рис.5.6.



1-завантажувальні пристрої; 2 - кільцеві нагрівальні печі; 3 - пристрій для вивантаження злитків; 4 - прошивний прес; 5 - підігрівальна піч; 6 - стан-елонгатор; 7 - задавальні апарати; 8 - пілігрим-станци; 9 - дискова пила, 10 - підігрівальна піч; 11 - редукційний стан; 12 - холодильник; 13 - трубоправильна машина; 14 - трубоправильний прес

Рисунок 5.6 - Склад устаткування цеху ТПА з пілігрим- станом

Заготовки-злитки багатогранні або квадратні із хвилястою поверхнею подаються в цех і розвантажуються електромагнітними кранами на склад. Зі складу злитки краном подаються на інспекційні ґрати для огляду й зважування. Придатні злитки транспортують на ґрати, що подають, рольганга, по якому злиток подається до завантажувальних механізмів 1 двох кільцевих печей 2. Після нагрівання до температури 1240 - 1280 °С в залежності від марки сталі злиток вивантажується з печі маніпулятором 3 і подається рольгангом до поворотного стола, що розвертає його донним кінцем у напрямку подальшого переміщення, і злиток транспортується до преса 4, де відбувається операція прошивання злитка в стакан. З боку донної частини злитка розвантажувальний важіль преса скидає стакан з денцем ($S_{\text{дн}} < 100$ мм) на транспортер, що веде до кільцевої підігрівальної печі 5 з обертливим подом, у

якій стакани підігріваються до температури 1220 - 1260 °С за 40 - 60 хв. Після вивантаження з печі стакан транспортером передається на рольганг стан-елонгатора 6 гвинтової прокатки. Гідравлічним штовхальником стакан зіштовхується в жолоб елонгатора й задається в робочі валки стана, де його денце прошивається й виходить гільза.

Після виходу з елонгатора гільза рольгангом транспортується по криволінійному шляху до пристрою для позастанового заряджання оправки, що розташоване перед кожним із двох пілігримових станів 8. Після прокатки труби на пілігримовому стані оправка виймається з задавального апарата 7, охолоджується водою, вставляється в наступну гільзу й разом з нею встановлюється в задавальний апарат. Задавальний апарат 7 з гільзою й оправкою подається до валків пілігримового стану 8 і починається процес розкатування. У валки гільза задається донним кінцем. При прокатці на пілігримовому стані залишається недокатана задня конусна ділянка гільзи - пілігримова голівка, яку обрізають на пилі 9. Обрізка переднього кінця труби - пільгерго-ловки й розрізання на мірні довжини здійснюються у час прокатки наступної труби. Замаркірована труба по ґратах передається на рольганг, що веде до секційної підігрівальної печі 10 калібрувального або редуційного 11 стана, де здійснюється підігрів труби до 1000 - 1150 °С.

Після редукування або калібрування труби надходять на охолоджувальний стіл 12, а потім на правильну машину 13 або правильний прес 14, де їх правлять у холодному або теплому стані. Потім труби інспектують на стелажках, де їх піддають продувці стисненим повітрям, контролю зовнішнього діаметра й товщини стінки, а також огляду зовнішньої й внутрішньої поверхонь, зачищенню дефектів, після чого труби надходять до складських приміщень.

Продуктивність ТПА з пілігрим- станом становить 140-400 тис.т на рік.

5.4 Склад і взаємодія устаткування агрегатів із трьохвалковим розкатним станом

Трубопрокатні агрегати із трьохвалковим станом гвинтової прокатки не знайшли такого широкого застосування, як агрегати з автоматичним, безперервним і пілігримовим станами. Однак їхня висока значимість визначається насамперед тим, що труби, які одержують на таких агрегатах, мають точність по товщині стінки й по зовнішньому діаметрі, що в 2...2,5 рази перевищує точність труб, одержуваних іншими способами гарячої прокатки. Це обумовлено наявністю в складі ТПА тільки станів гвинтової прокатки: прошивного, розкатного й калібрувального (в окремих випадках до складу агрегату входить 5 - 14 клітьовий калібрувальний стан поздовжньої прокатки).

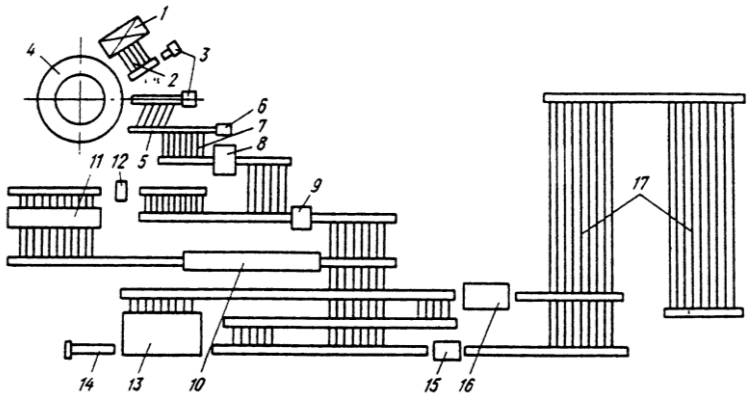
У наш час одержали поширення дві схеми ТПА, у яких розкатування виконують на станах гвинтової прокатки:

1. ТПА з трьохвалковим розкатним станом гвинтової прокатки (стани Ассела).

2. ТПА з двохвалковим розкатним станом з напрямними дисками (стани Дишера).

Найбільш поширені у світовій практиці агрегати з трьохвалковими розкатними станами у зв'язку з тим, що вони забезпечують: можливість одержання труб з високою точністю геометричних розмірів по діаметру (у межах $\pm 0,05\%$) і по товщині стінки (не більше $\pm 7,0\%$); швидке переналаштування станів при зміні сортаменту труб, що прокатуються; застосування автоматичного керування всіма механізмами. На цих установках виробляють безшовні товстостінні труби зі сталей ШХ15, ШХ15СГ та ін., призначених, в основному, для виробництва шарикопідшипників кочення з відношенням діаметра до товщини стінки до 11,5. Діаметр труб до 203 мм (8"), товщина стінки до 50 мм. Продуктивність становить до 150 тис.т на рік.

Схема устаткування ТПА зі станами гвинтової прокатки представлена на рис.5.7.



1 - ваги; 2 - похилі ґрати; 3 - завантажувальна й вивантажувальна машини; 4 - кільцева нагрівальна піч; 5 - рольганг, 6 - центрувач; 7 - похилі ґрати; 8 - прошивний стан; 9 - трьохвалковий розкатний стан; 10 – пристрій для видалення оправок; 11 - ванна для охолодження оправок; 12 - механізм для змащення оправок; 13 - підігрівальна піч; 14 - виштовхувач труб з печі; 15 - трьохвалковий калібрувальний стан; 16 - 12клітьовий редуційно-калібрувальний стан; 17- холодильник

Рисунок 5.7 - Типова схема розташування устаткування агрегату з трьохвалковим розкатним станом

Технологічний процес виготовлення труб здійснюється наступним чином: заготовки, що подаються в цех, розрізаються на необхідні довжини на двох пресах ламання заготовки або на прес-ножицях; далі по рольгангу заготовки поступають на завантажувальні ґрати нагрівальної печі 4, де вони нагріваються до температури прокатки 1220 - 1260 °С, після чого заготовки надходять на пневматичний центувач 6, де на передніх торцях наносять центрувальні отвори глибиною 25- 30 мм; далі заготовки прошивають у гіль-

зи в прошивному стані 8. Отриману гільзу розкатують у трьохвалковому стані Ассела 9 на довгій плаваючій оправці, при цьому формується остаточна товщина стінки труби. Після витягування оправки пристроєм 10 (маршрут оправок аналогічний ТПА з безперервним станом) труби надходять у піч з крокуючими балками 13 для підігріву й вирівнювання температури перед чистовими операціями; залежно від сортаменту труб остання операція формування зовнішнього діаметру здійснюється або в трьохвалковому калібрувальному стані гвинтової прокатки 15, або в 12-клітьовому двохвалковому редуційно-калібрувальному стані поздовжньої прокатки 16. У виробництві підшипникових труб передбачене повітряне й водяне охолодження після калібрувального стану перед подачею труб на холодильник 17. Шарикопідшипникові труби надалі піддають термообробці, обробці й виправленню.

Контрольні питання

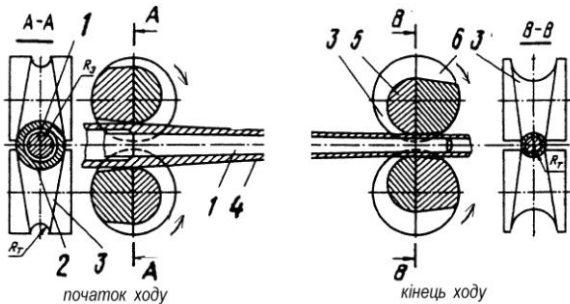
Література: [1-6]

ТЕМА 2 УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХОЛОДНОКАТАНИХ І ХОЛОДНОТЯГНУТИХ ТРУБ

Лекція 6 Стани валкової прокатки

Холодну прокатку труб здійснюють на станах періодичної прокатки валкового (ХПТ) і роликowego (ХПТР) типів. На станах ХПТ прокатують труби діаметром 16- 450 мм із товщиною стінки 0,4 - 30 мм. Стани ХПТР призначені для прокатки тонкостінних труб діаметром 4 -120 мм з мінімальною товщиною стінки 0,15 - 0,6 мм. Заготовкою служать як безшовні гарячекатані (в основному, з нержавіючих сталей), так і зварені труби (з вуглецевих сталей).

Процес холодної прокатки труб на станах ХПТ здійснюється в калібрі перемінного перерізу й близький до процесу пілігримової прокатки. Основна відмінність полягає в тому, що деформація металу здійснюється в цьому випадку при нерухомій заготовці й зворотно-поступальному русі робочої кліті. Процес прокатки на станах ХПТ (рис.6.1) має періодичний характер, тому що труба прокатується окремими ділянками по її довжині. Прокатку труб на стані ХПТ виконують на конічній оправці 1 калібрами 5, виконаними у валках 6, розміщених у робочій кліті, яка рухається зворотно-поступально при нерухомих заготовці й оправці.



а

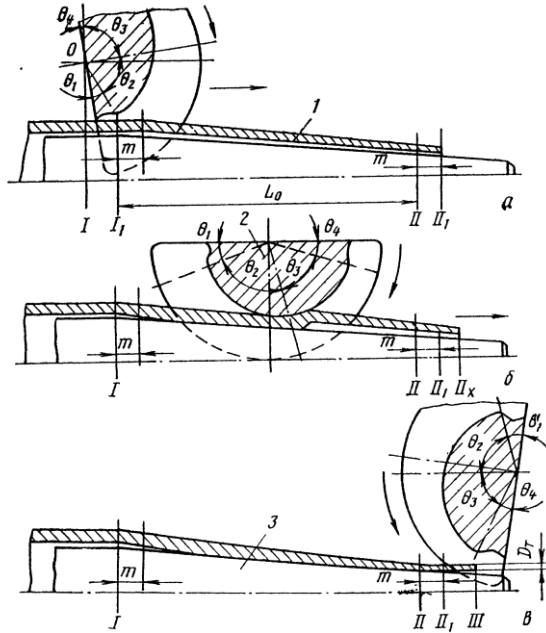
б

1 - конічна оправка; 2 - кільцевий зазор; 3 - рівчак калібру; 4 - труба, що прокатується; 5 - калібр; 6 - робочі валки

Рисунок 6.1- Схема прокатки труб на стані ХПТ (робочий хід): а- початок прокатки; б – кінець прокатки

Рівчак калібру (рис.6.2) складається з передньої холостої ділянки θ_1 , робочої ділянки θ_2 зі змінним радіусом калібру, калібрувальної ділянки θ_3 з постійним радіусом калібру і задньої холостої ділянки θ_4 . Початковий розмір калібру робочої ділянки дорівнює зовнішньому діаметру заготовки, а кінцевий розмір тієї ж ділянки й розмір калібрувальної ділянки дорівнюють зовнішньому діаметру готової труби.

У вихідному положенні (див.рис.6.2,а) за допомогою подавального механізму труба подана вперед на величину подачі m . При робочому ході калібри стикаються з трубою, редукують її по діаметру до зіткнення з оправкою і потім розкатують стінку на оправці (див.рис.6.2,б). У калібрувальній ділянці труба остаточно калібрується по діаметру.



1 — заготовка; 2 — калібр; 3 — оправка

Рисунок 6.2 – Осередок деформації стана ХПТ на різних стадіях робочого ходу: перед прокаткою (а), під час прокатки (б), наприкінці прокатки (в)

На рис.6.2,в показано момент, коли валок вийшов із контакту з трубою; спеціальним механізмом труба повертається разом з оправкою навколо своєї осі на 60- 90°, після чого відбувається зворотний хід кліті. При зворотному ході кліті труба додатково розкатується, вона одержує циліндричну форму й відстає від оправки. Загальне обтиснення труби за один прохід складає 75-90% .

Стани ХПТ класифікуються, в основному, по максимальному діаметру труб, що прокатуються: ХПТ-32.ХПТ-55, ХПТ-75, ХПТ-90, ХПТ-90П, ХПТ-120, ХПТ-120П, ХПТ-250 і ХПТ-450. Цифри означають діаметри труби; на станах ХПТ-90П и ХПТ-120П прокатують труби змінного перерізу. До скла-

ду станів ХПТ входять наступні основні складові: привід, робоча кліть, кривошипно-шатульний механізм, розподільчо-подавальний механізм, механізм відводу гільзи, прийомний стіл і стіл видачі прокату.

На рис.6.3 показаний план розташування устаткування стана ХПТ з бічним завантаженням заготовок. Технологічні операції на цьому стані здійснюються в наступній послідовності. Пакет заготовок краном завантажується на прийомний стіл 8. Тут заготовки розподіляються в один ряд і за допомогою дозаторів передаються на вісь прокатки. Під час передачі патрон 4 заготовки й патрон 6 стрижня оправки перебувають у крайнім заднім положенні. Чергова заготовка центрується люнетами. Потім включається привід 5 патрона стрижня оправки, яка, просуваючись крізь заготовку, встановлюється у вихідне положення в зоні руху робочої кліті 3. Включається головний привід стана, надаючи зворотно-поступальний рух робочій кліті й переривчастий рух патрону подачі й заготовці через механізми подачі й повороту. Прокатка труби відбувається доти, доки патрон заготовки не переміститься до свого крайнього положення. У цей момент головний привід стана відключається, а патрони заготовки й стрижня оправки вертаються у вихідне (вкрай заднє) положення, звільняючи місце для розміщення чергової заготовки. Потім цикл прокатки повторюється. Різання готових труб виконується під час прокатки летучою пилою 2 і мірні труби укладаються на стіл готових труб 1.

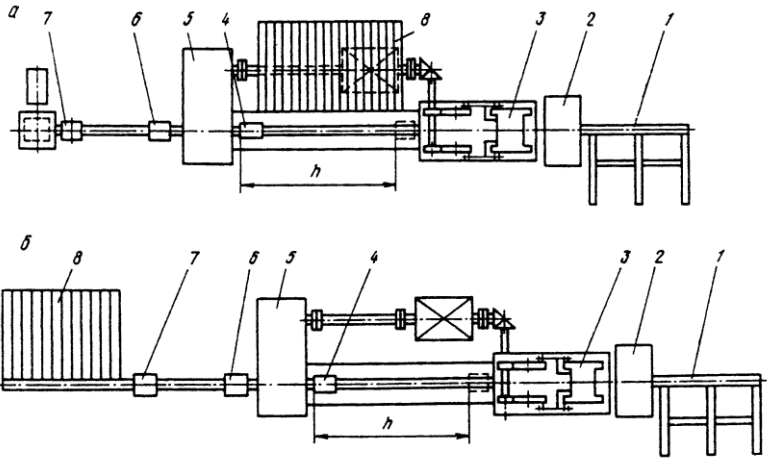


Рисунок 6.3- Схеми розташування устаткування станів холодної прокатки труб з бічним (а) і торцевим (б) завантаженням заготовок

Бічне завантаження вимагає зупинки стана при його перезарядженні черговими заготовками. Часті зупинки стана обумовлюють істотне зниження продуктивності й порушення теплового режиму прокатки, що негативно впливає на якісні показники технологічного процесу. Перевагою бічного завантаження є можливість візуального контролю поверхні оправки під час перезарядження заготовок.

При торцевому завантаженні (див.рис.6.3,б) стіл заготовок розміщують наприкінці стана. Стрижень оправки втримується двома затискачами, що працюють по черзі. Чергова заготовка, потрапляючи на вісь прокатки, просувається через відкритий затискач стрижня 7 за допомогою подавальних роликів або іншими транспортними засобами. Як тільки заготовка мине затискач, останній автоматично закривається, відкривається затискач 6 і заготовка просувається до упору в суміжну трубу, що прокатується. Патрон 4 захоплює нову заготовку й цикл повторюється. При торцевому завантаженні заготовок не потрібен механізм відводу стрижня оправки. Час зупинки стана на

перезарядку заготовки значно скорочується в порівнянні з бічним завантаженням. Час перезарядження заощаджується за рахунок зменшення кількості операцій.

По своїй конструкції стан ХПТ являє собою двохвалковий стан періодичної дії, в якому робоча кліть в процесі прокатки рухається зворотно-поступально за допомогою кривошипно-шатунного механізму. Валки при цьому роблять зворотно-обертальний рух.

Робочі кліті виконують з рухливою або нерухливою станиною. Більшість станів ХПТ має рухливу станину. У випадку великої маси робочої кліті (стани великих типорозмірів, багатониточні стани) застосовують нерухливу станину з обертовими робочими валками.

Робоча кліть (рис. 6.4) має жорстку сталеву станину 10 рамного типу з нижніми припливами, у яких на підшипниках змонтовані ролики 3, що опираються на бруси 2, закріплені в пазах нижньої опорної рами 1. Опорна рама укріплена на фундаменті за допомогою болтів. До двох бічних припливів на станині шарнірно приєднані шатуни 13 кривошипно-шатунного механізму, за допомогою якого робоча кліть виконує зворотно-поступальний рух по брусах 2 на роликах 3. Два робочі валки 11 встановлені на чотирирядних роликових підшипниках 9.

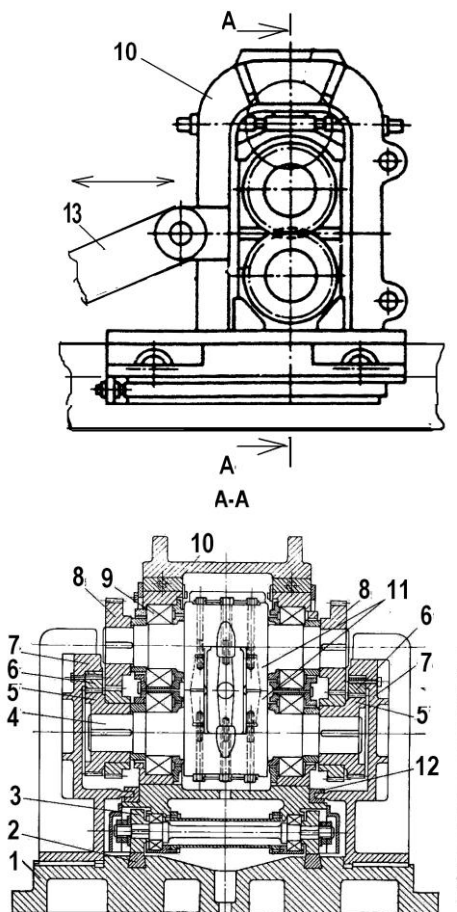
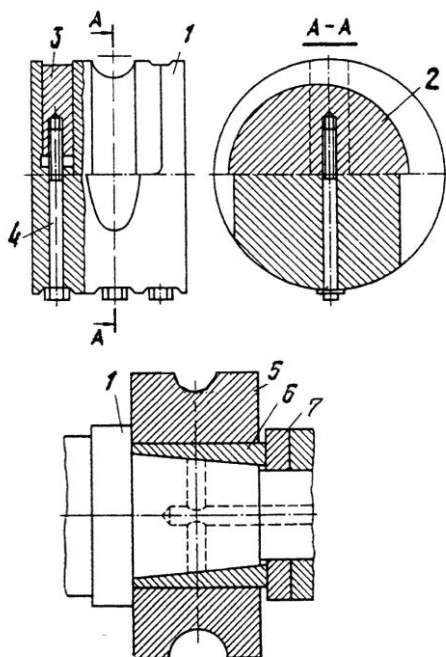


Рисунок 6.4– Робоча кліть стану ХПТ з рухливою станиною

Обидва валки на кінцях зв'язані між собою двома парами однакових зубчастих (ведених) коліс 8. На шийках 4 нижніх валків закріплені зубчасті шестірни 5, що перебувають у зачепленні з зубчастими рейками 6, які нерухомо закріплені в припливах 7 напрямної рами кліті. При переміщенні кліті шестірни 5 перекачуються по нерухомих рейках і обертають нижній валок, який через зачеплення 8 приводить верхній валок. Таке з'єднання забезпечує

синхронний поворот валків, тому положення калібрів валків буде завжди цілком певним і залежним тільки від величини переміщення робочої кліті. Таким чином, валки не мають власного приводу й приводяться за рахунок руху робочої кліті. Щоб уникнути перекосу кліті при русі, до напрямних рами прикріплені напрямні планки 12.

У станах ХПТ обтиснення металу здійснюється спеціальними калібрами, змонтованими на робочих валках. (рис.6.5). Калібри виготовляють зі сталі ШХ15 або 60ХФА. Після термообробки твердість поверхні рівчака калібру повинна бути не менш 55...60 HRC. Робочі валки виготовляють зі сталі 30ХГСА. Їх піддають термообробці до твердості 250...320 НВ.



1 - валок, 2 - змінний калібр, 3- клин, 4- болт, 5 - кільцевий калібр;
6 - втулка; 7 – гайка

Рисунок 6.5– Валки станів ХПТ: напівдисковий (а) та кільцевий (б)

Напівдискові калібри 2 (рис. 6.5,а) встановлюють у пазах робочих валків. Фіксацію калібру в пазу валка здійснюють клинами 3 за допомогою болтів 4. Напівдисковий калібр займає половину окружності валка й обмежує тим самим довжину її ходу. Оскільки продуктивність стана багато в чому визначається числом ходів робочої кліті, доцільно, щоб маса кліті була мінімальною, а довжина її ходу максимальною. Прагнення до збільшення довжини зони деформації без збільшення діаметра валків, а виходить, і до підвищення продуктивності станів привело до створення калібрів нових типів і, насамперед, до кільцевих калібрів (див.рис.6.5,б). Кільцеві калібри дозволяють майже вдвічі збільшити зону деформації. Вони зручні у виготовленні, але для їхньої зміни потрібен демонтаж робочих валків. Калібр 5 (бандаж) попередньо монтується на втулці 6, потім у зборі встановлюється на конічну ділянку валка 1 і фіксується гайкою 7. Звичайно заміну калібрів виконують на спеціальному стенді, а стан комплектують двома змінними клітями.

З метою зменшення інерційних сил у станах ХПТ застосовують рівноважувальні пристрої. Широке поширення одержали вантажне, пружинне, пневматичне й пневмогідрравлічне врівноваження. Переваги й недоліки таких схем аналогічні вивченим раніше пристроям врівноваження валків звичайних робочих клітей. Кінематична схема вантажного врівноваження інерційних сил представлена на рис.6.6,а. Спосіб вантажного врівноваження полягає в тім, що робоча кліть 1 і врівноважувальні вантажі 2 і 3 приводяться до руху від одного колінчатого вала 4, що одержує обертання від головного приводу 5. У момент зупинки робочої кліті в крайнім положенні врівноважувальні вантажі мають максимальну швидкість, завдяки цьому динамічні навантаження різко знижуються, швидкість прокатки може бути значно збільшена.

При пружинному врівноваженні (див.рис. 6.6,б) кінетична енергія руху кліті 1 переходить у потенційну енергію стиснутої пружини 2. Великі вели-

чини ходів, труднощі регулювання й швидке зношування пружин знижують ефективність такого врівноваження, незважаючи на його простоту.

Пневмогідрравлічний пристрій (див.рис.6.б,в) врівноважує динамічні навантаження в робочій клітці 1 за допомогою гідроциліндра 2, у якому рухається поршень 5, з'єднаний штоком 4 з робочою кліткою. Ліва й права порожнини гідроциліндру з'єднані із двома газовими акумуляторами 5 і 6. При русі клітці до крайнього положення її кінематична енергія переходить в енергію стисненого газу в одному з акумуляторів. При поверненні клітці в середнє положення енергія стисненого газу сприяє руху клітці зі збільшеною швидкістю. Зворотно-поступальний рух робочої клітці здійснюється від електродвигуна за допомогою шатунів 7.

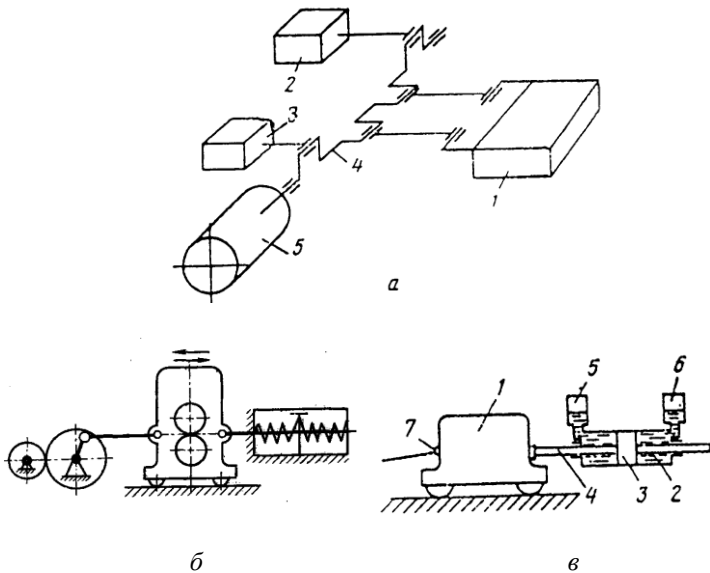


Рисунок 6.б - Врівноваження робочих клітей ХПТ: вантажне (а), пружинне (б), пневмогідрравлічне (в)

Окрім розглянутої конструкції стану ХПТ застосовуються й інші конструкції: з нерухомою станиною й рухливим валковим вузлом у касеті, що виконує зворотно-поступальний рух; з нерухомою кліткою, аналогічні звичай-

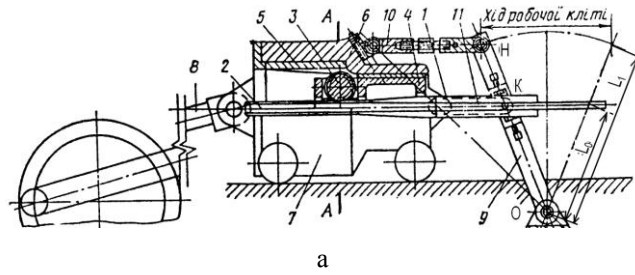
ним прокатним станам і прокаткою труби по ділянках; багатониточні, на яких одночасно прокатується до трьох труб у сусідніх калібрах; кліті з опорними валками. Їхні конструкції докладно розглянуті в роботі //.

Лекція 7 Роликові стани холодної прокатки труб (стани ХПТР)

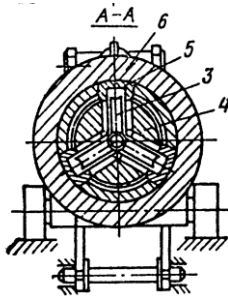
Роликові стани періодичної дії призначені для холодної прокатки особливо тонкостінних труб діаметром 4 - 120 мм і товщиною стінки 0,03 - 3 мм. Загальна відносна деформація труби за один прохід 80- 85% досягається, в основному, за рахунок зменшення товщини стінки, тому що по діаметру труба може бути зменшена тільки на 2 - 4 мм. Стани ХПТР забезпечують одержання труб з високим класом (4 – 6 клас) шорсткості поверхні, малими допусками по товщині стінки $\pm 5 - \pm 10\%$ і відношенням діаметра до товщини стінки 150 : 1.

Устаткування стана ХПТР включає робочу кліть, що встановлена на напрямні рами; привід стана; механізми подачі й повороту заготовки; стіл для заготовок із механізмів їхнього завантаження й стіл видачі. Кліть приводиться в рух від електродвигуна постійного струму кривошипно-шатунним механізмом. Для повідомлення заготовці переривчастого руху служить механізм подачі й повороту із трансмісійним валом. Прокатка ведеться на циліндричній оправці.

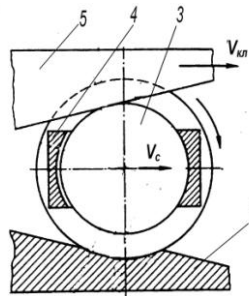
Робоча кліть стана ХПТР (рис. 7.1) складається з товстостінної втулки-станини 6, що сприймає силу прокатки. Усередині товстостінної втулки встановлені опорні планки 5 з похилими профілем, по яких перекачуються шийки робочих роликів 3, бочки роликів обтискають трубу 1 на оправці 2.



а



б



в

Рисунок 7.1 - Робоча кліть стана ХПТР: поздовжній розріз (а), поперечний переріз (б), схема перекатування ролика й обтиснення труби (в).

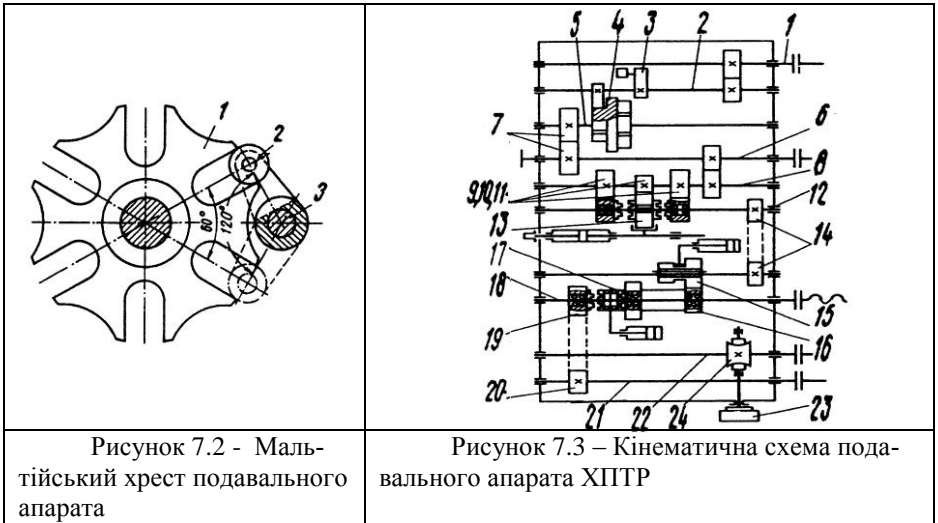
Втулка монтується в каретці візка 7, що разом з напрямними планками 5 рухається зворотно-поступально за допомогою кривошипно-шатунного механізму 8. З протилежної сторони каретка зв'язана тягами 10 з важелями-кулісами 9. Важіль 9 одним кінцем закріплений на нерухомій осі, навколо якої виконує хитний рух під дією зворотно-поступального руху каретки 6. Три ролики 3 розміщені під кутом 120° у сепараторі 4, що має можливість осевого переміщення усередині втулки 6. Сепаратор 4 також з'єднаний з важелями-кулісами 9 за допомогою тяг 11, що проходять з боків від труби з оправкою. Переміщаючись по похилих поверхнях планок 5, (див.рис.7.1,в) ролики 3 зближаються й обтискають трубу 1 на оправці 2.

Швидкість переміщення сепаратора V_c повинна дорівнювати швидкості переміщення роликів, оскільки останні розміщені в сепараторі. Нормальний процес про-катки може бути порушений з появою порівняно невеликого

розбігу цих швидкостей. У результаті заготовка зміщується з оправки й на поверхні труб з'являються характерні дефекти. Тому при конструюванні станів ХПТР питанню кінематичного узгодження рухів у осередку деформації приділяється велика увага. Як видно з рис. 7.1,а, необхідне співвідношення швидкостей сепаратора V_c і самої кліті $V_{кл}$ досягається застосуванням двохплечого важеля 9, більше плече якого приєднане до робочої кліті, а менше - до сепаратору. Вісь хитання важеля закріплена на рамі стана. Співвідношення V_c і $V_{кл}$ можна варіювати переміщенням точки К на важелі: $V_c/V_{кл} = OK/OH = L_0/L_1$.

Подавальний апарат стана забезпечує подачу заготовки у валки під час кожного циклу й поворот на певний кут (як у пілігрим-стані). Механізм подачі й повороту здійснює операції подачі й повороту заготовок у строго певні моменти часу в крайніх положеннях робочої кліті. Для забезпечення високої точності величини подачі й кута повороту в цьому механізмі використовується мальтійський хрест (рис.7.2) як перетворювач безперервного обертання в переривчасте. Періодичний поворот шестипазового веденого диска 1 на 60° здійснюється пальцем 2, встановленим на кривошипному ведучому валу 3 при його повороті на кут 120° . Під час повороту на інші 240° кривошип не взаємодіє з веденим диском, що залишається нерухомим.

Типова кінематична схема механізму подачі й повороту для ХПТР показана на рис. 7.3.



Обертання від приводу робочої кліті через трансмісійний вал 1 передається на вал 2, на якому встановлений кривошип 3 мальтійського хреста. Частота обертання кривошипного вала повинна точно відповідати числу подвійних ходів робочої кліті в хвилину. У момент подачі й повороту заготовки кривошип надає руху шестипазовому диску 4, забезпечуючи поворот вала 5 на 60° . На вал повороту заготовки 6 обертання передається за допомогою зубчастої передачі 7, передатне відношення якої визначається необхідним кутом повороту заготовки. На гвинт подачі обертання передається від вала через одну із шестірень 9- 11 на вал перемиканням муфти 13. Далі з допомогою зубчастої пари 14 обертання передається блоку шестірень 15,16. Таким чином, перемиканням муфти 13 блоків шестірень 15,16 забезпечується шість різних по величині подач заготовки. При нормальній роботі стана муфти перемикання 17 з'єднує вал 18 із шестірнями блоку 16. Прискорене обертання гвинта подачі здійснюється перемиканням муфти 17, при якому гвинт подачі через шестірні 19, 20 з'єднується з валом 21 приводу прискореного ходу. Обертання на вал затискача 22 заготовки в патроні подачі передається від гідродвигуна 23 через черв'ячну пару 24.

Поряд з розглянутими конструкціями для виробництва холоднокатаних труб використовують трьохвалкові стани поперечно-гвинтової прокатки, стани ХПТ з послідовним безперервним розташуванням клітей, комбіновані хитно- роликові стани. Але вони ще не одержали досить широкого розповсюдження.

Контрольні питання

- 1 Яку продукцію виробляють на станах холодної прокатки труб? Що служить заготовкою?
- 2 Опишіть процес прокатки ділянки труби на конічній оправці.
- 3 Наведіть профіль змінного по глибині калібру валка.
- 4 Які механізми входять до складу стана ХПТ? Укажіть їхнє призначення.
- 5 Як приводиться робоча кліть стана ХПТ?
- 6 У чьому перевага станів ХПТР перед ХПТ?
- 7 Назвіть склад устаткування робочої кліті стана ХПТР
- 8 За рахунок чого відбувається обтиснення стінки труби на станах ХПТ і ХПТР?
- 9 Як забезпечується хід повзуна відносно станини в кліті ХПТР?
- 10 Яке призначення та принцип роботи подавальних апаратів станів ХПТ?
- 11 Наведіть кінематичну схему подавального апарату

Література: [1-4]

Лекція 8 Устаткування для волочіння труб

8.1 Схеми волочіння труб

Процес волочіння полягає в пластичній деформації металу шляхом протягування через отвір зменшеного розміру - філь'єру або волоку. Плас-

тична деформація здійснюється за рахунок енергії натягіння, прикладеного до заготовки, що деформується.

Волочінням одержують як суцільні вироби - прутки й дріт, так і труби. У вітчизняній і закордонній практиці трубного виробництва волочінням одержують труби з вуглецевих і легованих сталей і сплавів діаметром від 0,1 до 480 мм і товщиною стінки від 0,01 до 40 мм різного профілю. Волочіння забезпечує високу якість труб при використанні порівняно недорогого інструмента й простих конструкцій устаткування. До недоліків цього процесу ставляться багатоциклічність (максимальний ступінь деформації за один прохід не перевищує 50%), велика кількість допоміжних операцій і більші витрати метала в порівнянні з холодною прокаткою труб.

У практиці трубного виробництва застосовують наступні основні способи волочіння: волочіння без оправки, волочіння на нерухомій короткій оправці, волочіння на довгій рухливій оправці, волочіння на плаваючій (самовстановлювальній) оправці, волочіння роздачею (рис.8.1)

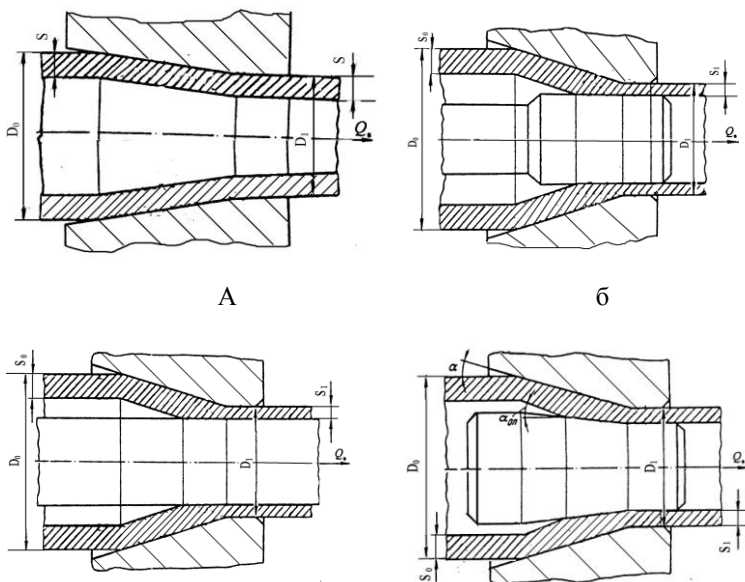
Волочіння без оправки (див.рис.8.1,а) застосовують для редукування, тобто зменшення діаметра труби; деформація труби за прохід становить $\varepsilon = 10\text{-}35\%$, а коефіцієнт витяжки $\lambda = 1,10\text{-}1,5$. Товщина стінки S при цьому практично не змінюється. Зовнішній діаметр D_1 дорівнює малому діаметру волоки.

Волочіння на короткій (нерухомій) оправці (див.рис. 8.1,б) застосовують для зменшення діаметра й товщини стінки труби. Припустима деформація труби за один прохід становить не більше 35- 40%, коефіцієнт витяжки $\lambda = 1,2\text{-}1,7$. Зміна товщини стінки не перевищує 26%. Мінімальний діаметр труб дорівнює 8- 10 мм і обмежений розмірами стрижня на якому кріпиться оправка. Товщина стінки S_1 дорівнює різниці мінімального радіуса волоки й радіуса оправки.

Волочіння на довгій рухливій оправці (див.рис. 8.1,в) також застосовують для зменшення діаметра й товщини стінки труби. Довга оправка, що

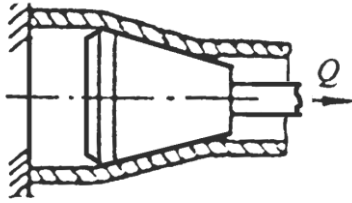
перебуває усередині труби, не закріплюється на станині, а переміщується разом із заготовкою при волочінні (тягове зусилля прикладається до труби й оправки), у осередку деформації створюється сприятлива схема напруженого стану, що дозволяє збільшити витяжку до $u = 1,7 - 2,4$, головним чином за рахунок обтиснення по стінці ($u = 1,43 - 1,54$). Після волочіння оправку витягають із труби. Як і в попередньому випадку, товщина стінки S_1 дорівнює різниці мінімального радіуса волокни й радіуса оправки.

Волочіння на плаваючій оправці (див.рис. 8.1,г) застосовують для виготовлення труб великої довжини, а також у тих випадках, коли необхідно розвантажити стрижень для кріплення оправки від осьових сил й усунути його вібрації. При цьому способі волочіння поліпшується якість на внутрішній поверхні труб і підвищується стійкість оправок. Витяжка за прохід становить $u = 1,2 - 1,8$, обтиснення по діаметру 4 - 4,5, а зменшення товщини стінки незначне й становить 0,1 - 0,2 мм.



В

Г



Д

Рисунок 8.1 - Схеми волочіння труб: безоправочне (а), на короткій нерухомій оправці (б), на довгій рухливій оправці (в), на плаваючій оправці (г), роздача протягуванням (д)

Плаваюча оправка втримується у осередку деформації силами тертя між оправкою і трубою, у той час як горизонтальна складова деформуючої сили прагне видавити оправку із труби. Таким чином, положення оправки визначається балансом зазначених сил, які будуть залежати від коефіцієнта тертя між трубою і оправкою і співвідношення кутів α і $\alpha_{оп}$.

Волочіння роздачею (див.рис. 8.1,д) застосовують при виготовленні труб великого діаметру, при калібруванні внутрішнього діаметру труби, при виготовленні біметалічних труб, а також для виправлення браку по внутрішньому й зовнішньому діаметрах. Конічну оправку протягують через закріплену на станині трубу, внутрішній діаметр якої збільшується до максимального діаметру оправки.

8.2 Трубоволоочильні стани

8.2.1 Класифікація трубоволоочильних станів

Трубоволоочильні стани підрозділяють:

за способом волочіння: на стани безоправочні, на коротко- довгій оправці, стани для роздачі труб;

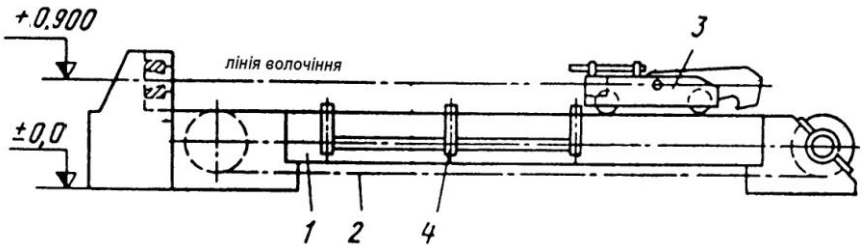
за величиною тягової сили ;

за типом приводу: на ланцюгові стани, рейкові стани, стани з гідравлічним приводом, стани з канатним приводом, барабанного типу, напівбезперервні й без-перервні стани.

У нашій країні рейкові стани й стани з гідравлічним і канатним приводом поширення не одержали. Найбільш поширені ланцюгові стани періодичної дії з приводом від електродвигуна.

8.2.2 Ланцюгові волочильні стани

Робоча лінія ланцюгових волочильних станів (рис.8.2.) складається з робочого стола 1 зі стійкою волок 5, тягового ланцюга 2, головного приводу 6, волочильного візка 3, механізму повернення візка й механізму скидання труб 4.



На робочому столі стана розміщені ланцюг і волочильний візок. Заготовки після забивання краю для вільного проходження через волоку 5 пропускаються через волоку й затискаються в захоплювачі, розміщеному на волочильному візку 3. Тягові ланцюги 2 переміщують візок 3 від стола 1, створюючи в заготовці натяжіння, необхідне для її деформації. Після виходу заготовки з волоки опір переміщенню, а отже, і натяжіння зникає, труба звільняється від захоплювача й скидається механізмом 4 у кишеню. Візок 3 меха-

нізом повернення на підвищеній швидкості подається до столу 1 і процес повторюється.

Волочильний візок призначений для руху труби через волоку під дією ланцюгової передачі. Візок повинна мати механізм, що автоматично захоплює заготовки, що виступають із волок, надійно втримувати їх при волочінні й звільняти від захоплення після закінчення процесу. На рис. 8.3 показаний візок із кліщовим захватом. Рама 1 візка переміщається по станині на роликах 2. Навколо осі обертаються кліщі 5. Вони оснащені плашками 6 із загартованої сталі з насічкою для кращого захоплення прутків. Кінці важелів кліщів шарнірними тягами 3 з'єднуються з віссю 9, встановленою в рухливому повзуні 10, що пересувається в напрямних задньої частини рами. Поворотом важеля 4 кліщі відкриваються й закриваються.

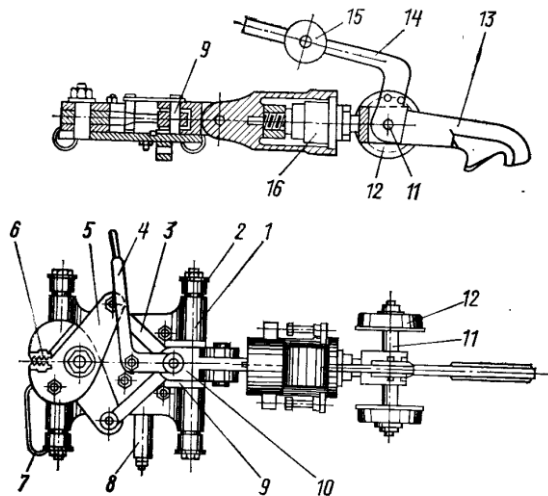


Рисунок 8.3 - Волочильний візок із кліщовим захватом

Гак 13 вільно надітий на вісь 11, підтримувану колісьми 12, які котяться по внутрішній крайці станини. На вісь 11 надіта вилка, що через амортиза-

тор 16 пов'язана з повзуном 10. Підйом і опускання гака здійснюють важелем 14, оснащеним противагою 15. Коли гак буде зчеплений волочильним ланцюгом, повзун буде відтягатися назад і кліщі затиснуть кінець прутка. Після закінчення волочіння, коли натяжіння ланцюга ослабне, ланцюг опуститься долілиць; відключення гака від ланцюга автоматичне за допомогою противаги. Упор 7 служить для відводу важелів скидачів у кишені, коли візок вертається до люнету. Для зупинки важелів скидачів у робоче положення є планка. Рама візка постачена скобою 8 для кріплення каната механізму повернення.

На рис.8.4 показано конструкцію волочильного візка із пневмоприводом. Візок складається зі звареної рами 10, у передній частині якої жорстко кріпляться плашкові голівки. Вона переміщається на чотирьох роликах 15 і утримується від повороту чотирма роликами 13. У звареному корпусі візка 10 встановлюють одну-три головки 7 з набором плашок 2 зі змінними губками. Плашки приводяться в дію трьома пневмоциліндрами 4 по одному на кожному парі плашок. Під дією пневмоциліндрів плашки ковзають по конічних пазах голівки й затискають кінці труб, що протягуються. Штоки пневмоциліндрів з'єднуються з плашками через пружинний амортизатор 14. Одночасність захоплення забезпечується механічним з'єднанням всіх штоків пневмоциліндрів за допомогою траверси 11. Живлення пневмоциліндрів забезпечують сопла 3, що нагнітають повітря в живильники, розміщені на стійці волокотримачів. Від живильників повітря через клапани спрямовується в ємності ресиверів 9, що дозволяють при відсутності з'єднання сопел з живильниками постійно підтримувати клинові плашки в розжатім положенні. При зворотному русі візка від стійки волок труби заклинюються в плашках силою волочіння. Після виходу сопел з живильників повітря з ресивера, потрапляючи в штокові порожнини пневмоциліндра, починає віджимати плашки, однак заклинювання труб, підтримуване силою волочіння, виявляється більше за силу розтиснення, тому плашки втримують трубу в захоплювачах. Після протягання труби відбувається скидання заклинювання й труба звільняється від

захоплювача. Візок з'єднаний з тяговими ланцюгами зрівняльним пристроєм, що складається з важелів 5, підтягуваних пружиною 6. У випадку обриву середньої нитки зрівняльний пристрій дозволяє компенсувати нерівномірну витяжку ланцюгів внаслідок повороту важелів 5. Тут також передбачені демпфери 12, які спрацьовують при наближенні візка до стійки волок.

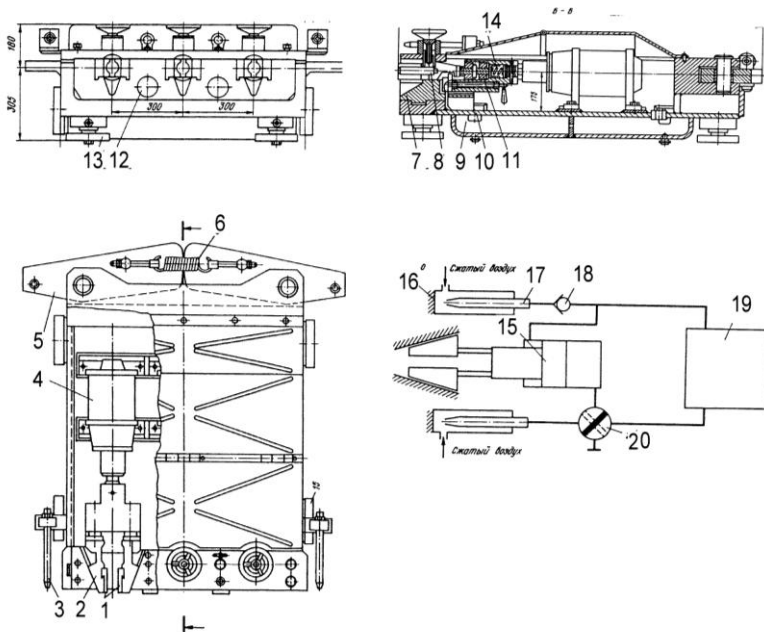


Рисунок 8.4 - Схема волочильного візка триниткового волочильного стану з пневматичним затискачем

На рис.8.4, б показана схема пневмокерування механізмом затиску труб. У неї входять пневмоциліндр 15, у який стисле до 0,4...0,6 МПа повітря надходять через живильники 16, сопло 17, зворотний клапан 18 і кран 20. Повітря з ресивера 19 попадає в штокову порожнину пневмоциліндру, забезпечуючи постійне розкриття плашок. У випадку е повітря попадає в бесшто-

кову порожнину пневмоциліндра, та труба захоплюється плашками. Візок переміщається по напрямних за допомогою **тj вих** ланцюгів, що приводяться від головного приводу.

Механізми повернення візка звичайно мають як привід окремі двигуни або працюють від основного двигуна. У станах старих конструкціях повернення візка у вихідне положення здійснювалося нахилом стани з волокою, однак це обмежувало продуктивність стана, тому що не забезпечувало достатньої швидкості повернення візка. Для приводу механізму повернення застосовують двошвидкісні електродвигуни змінного струму, що забезпечують плавний підхід візка до стійки на невеликих швидкостях. Використовують також електродвигуни постійного струму з динамічним гальмуванням. Використовують повернення волочильного візка від двигуна через черв'ячний редуктор, котрий передає обертання на канатний барабан. З одного кінця канатного барабана трос змотується, а на іншій намотується. Щоб уникнути прослизання каната по барабані встановлене натяжне пристосування.

Основним недоліком трубоволочильних станів періодичної дії є обмеження довжини труби, обумовлене довжиною самого стана й ходом візка, а також циклічність операції, що знижує продуктивність стана. Зазначених недоліків багато в чому позбавлені волочильні стани безперервної дії (рис.8.5). У них натягіння створюється за допомогою двох ланцюгів, що нагадують тракторні гусениці (тому стани іноді називають гусеничними).

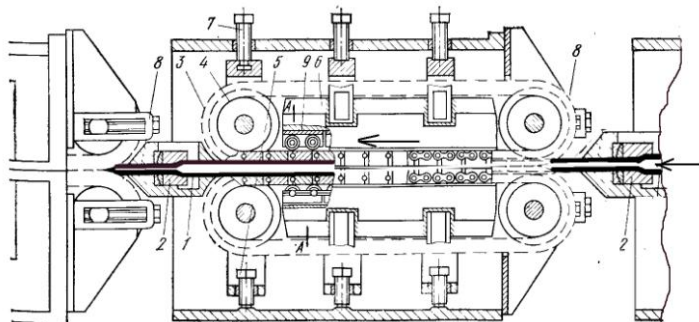


Рисунок 8.5 – Ланцюговий стан прямолінійного нескінченного волочіння

Труба протягується між двома замкнутими нескінченними ланцюгами 5, що рухаються від приводних зірочок 4, потім вона попадає у волоку 2 або в обертовий роликівий калібр. Нескінченний ланцюг складається із втулочно-роликівих ланок, з'єднаних між собою через кожні два- три кроки осями. На осях закріплені елементи, що подають, по довжині яких зроблений напівкруглий рівчак.

Кінець труби 1 по периметрі поперечного перерізу затискається елементами, що подають, а необхідна сила забезпечується натискними гвинтами 5 і 7, які пері дають це зусилля через опорну балку 6, тарілчасті пру жини й опорні стійки . Стійки через опорні ролики 9 передають силу затиснення елементам, що подають. Зусилля необхідне для вштовхування або виштовхування прутка й, волочильного очка при заданій величині обтиснення, созда ется за рахунок сил тертя. Довжина ланцюга така, що матеріал стикається з достатньою кількістю що затискають: ланок для того, щоб забезпечити відносно низький питомий тиск на поверхні прутка, що простягається, Що Ви-йшов з волоки кінець прутка 8 захоплюється ледве, що дме механізмом, при цьому забезпечується безперервність процесу волочіння.

8.2.2 Стани бухтового волочіння

Найбільше поширення одержав спосіб бухтового волочіння безоправочний і на самовстановлювальній плаваючій оправці труб малих діаметрів, що характеризується майже повною відсутністю налипання металу на поверхню оправки. При бухтовому волочінні в порівнянні з волочінням на станах прямолінійного типу збільшується довжина труб з 5 - 40 м до 100 - 300 м і підвищується швидкість волочіння з 0,5 - 2,0 до 10 м/с. При волочінні на станах барабанного типу труба, згорнута в бухту, випрямлюється перед входом у волоку, а при виході з неї знову згибається. Залежно від положення площин вигину оброблюваної труби можливі три схеми бухтового волочіння. Перша схема (рис. 8.6, а) характерна тим, що волочіння й вигин труби на барабані здійснюються в одній площині. Оброблювана труба при кожному проході одержує знакозмінний згин. Така схема застосовується при обробці труб на волочильних станах з вертикальним і горизонтальним розташуванням робочих барабанів, осі яких паралельні осям розмотувальних столів.

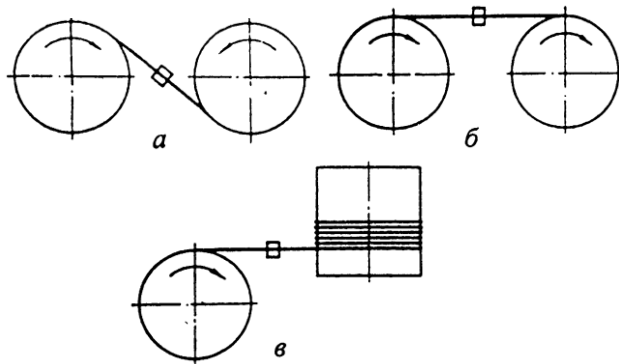
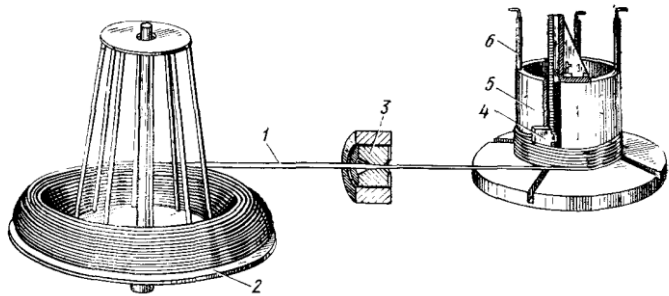


Рисунок 8.6 - Схеми бухтового волочіння труб:

На рис. 8.7 показана схема стану однократного волочіння з вертикальним розміщенням барабанів, що відповідає розглянутій на рис.8.6,а схемі волочіння.

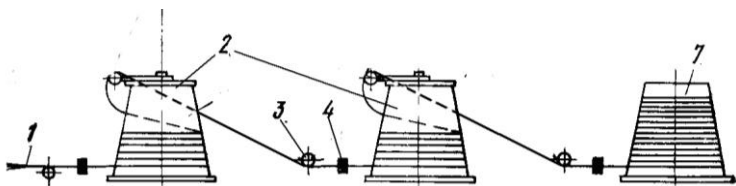
По другій схемі (див. рис. 8.6, б) волочіння й вигин відбуваються в одній площині, причому вигин труби на барабані здійснюється на всіх переходах волочіння в одному напрямку. Ця схема застосовується при багаторазовому волочінні труб з барабана на барабан. Залежно від розташування й конструкції робочого барабана існують три типи станів: з горизонтальним барабаном, вертикальним і з декількома робочими барабанами.

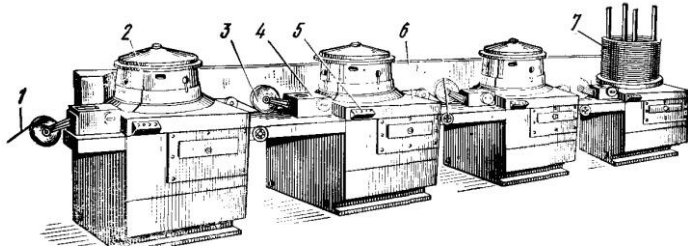


1 – заготовка, 2 - розмотувач, 3- волока, 4 - кліщі, 5 - барабан, 6 – спиця

Рисунок 8.7 - Стан однократного волочіння з вертикальними барабанами й знакозмінним вигином труби

Схема стану багаторазового волочіння з вертикальними барабанами наведена на рис.8.8.

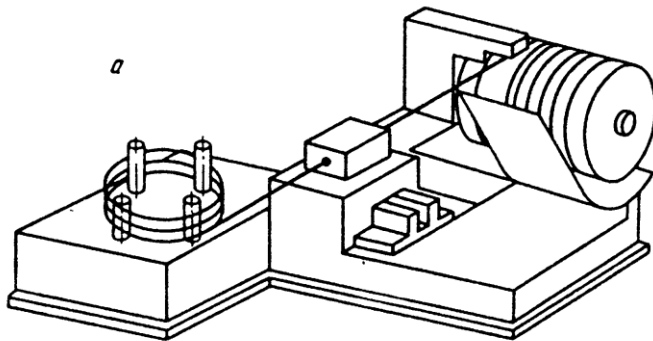




1 – заготовка, 2 - проміжні приводні барабани, 3 - напрямні ролики, 4 - волочильні столи, 5 - пульт керування, 6 - станина, - 7 – моталка

Рисунок 8.8 - Принципова схема (а) і загальний вигляд (б) стану багаторозового волочіння з вертикальними барабанами

По третій схемі (див. рис. 8.6, в) волочіння й вигин труби здійснюються у взаємно перпендикулярних площинах. Вісь вигину труби при такій схемі повертається на 90° при кожному новому переході волочіння. Ця схема знайшла використання при волочінні труб на станах з горизонтальним розташуванням робочого барабана, вісь якого перпендикулярна осі розмотувального стола (рис.8.9).



Згорнута в бухту труба укладається на розмотувальний стіл з вертикальною віссю. Після прошовування кінця труби через волоку труба закріплюється на горизонтальному барабані. При пересуванні роздавального стола з волокотримачем по напрямних станини здійснюється розкладка труби на барабані.

Контрольні питання

Література: [1-3, 7,8]

ТЕМА 3 УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗВАРНИХ ТРУБ

Лекція Сортамент та загальна характеристика способів виробництва зварних труб

3.1 Загальна характеристика зварних труб

В обсязі світового трубного виробництва частка зварних труб становить ~60%. Широкому застосуванню зварних труб сприяє їх більш низька (на 15 - 20%) вартість у порівнянні з безшовними, можливість у більш короткий термін організувати їхнє виробництво при менших капітальних витратах, а також економія металу за рахунок використання більш тонкостінних труб. Зварні труби більш точні, особливо по товщині стінок, тому що формуються з листового прокату високої точності. Максимальний діаметр зварних труб в 2- 3 рази перевищує діаметр безшовних.

До недоліків зварних труб слід віднести їх гіршу, у порівнянні з безшовними, якість. Причиною низької якості зварних труб є, насамперед, наявність зварних швів. Зварний шов має литу крупнозернисту структуру зі зниженими у порівнянні з основним металом міцністю, в'язкістю й пластичністю, а це негативно впливає на міцність й експлуатаційну надійність готових труб. Крім того, має місце охрупчування матеріалу труби в навколошовній зоні, з'являються залишкові напруження в районі шва, усередині труби по довжині шва збільшується гідродинамічний опір, виникає ділянка турбулентних завихрень і відбувається уповільнення потоку рідини (газу). Зварні труби також мають меншу товщину стінки (в залежності від призначення труби це може бути як перевагою, так і недоліком), що пов'язане із труднощами формування прокату товщиною більше 30 мм. Сортамент сталей для зварних труб значно вужчий, ніж для безшовних.

3.2 Сортамент і класифікація.

Зварні труби виготовляють малих (5 - 114 мм), середніх (114 - 480 мм) і великих (480 - 2520 мм) діаметрів з товщиною стінки 0,5 - 28 мм.

По кількості й напрямку швів на трубах розрізняють одношовні й двошовні, прямошовні й спіральні труби. Труби двошовні з прямим швом є трубами великого діаметру. Випуск одношовних труб з прямим швом обмежений шириною вихідного листа - заготовки. При виробництві труб зі спіральним швом забезпечується одержання труб великого діаметру з більше вузького листа або смуги, однак спіральні труби мають у порівнянні з прямошовними більшу довжину зварного шва і при їхньому виробництві використовують менші швидкості виходу труби зі стану.

3.3 Способи виробництва зварних труб.

Заготовкою для виробництва зварних труб служить плоский прокат у вигляді штрипса, смуги або листа, у тому числі, товстого. Сутність одержання зварної труби складається у формуванні труби з плоскої заготовки, з'єднання стику (країв) шляхом зварювання й подальшого редукування одержаної труби до потрібного діаметра.

Формування можуть здійснювати в гарячому й холодному стані. Залежно від способу виробництва для формування використовують формувальні стани, преси або згинальні машини (вальці).

За способами зварювання розрізняють пічне зварювання й електрозварювання. У наш час відомо більше двадцяти способів виготовлення зварних труб, але найбільш поширеними є пічне зварювання, зварювання струмом високої частоти, зварювання опором, індукційне зварювання, дугове зварювання під шаром флюсу й аргонно-дугове зварювання. Відомі також деякі види зварювання, які вкрай рідко застосовуються в трубній промисловості (електронно-променево, плазмене, зварювання променем лазера, холодне зварювання і т. д.). Це - перспективні способи зварювання труб, впроваджен-

ня яких дозволить підвищити продуктивність трубозварювальних агрегатів і поліпшити якість зварних труб.

Зварювання труб виконують у потокових технологічних лініях, які за способами виробництва можна розділити на лінії з безперервним циклом, порулонним циклом і поштучним циклом. Для виробництва труб малого й середнього сортаменту, а також спіральних застосовують безперервні трубозварювальні агрегати. Заготовкою є штрипс і смуги в рулонах. Для виробництва одно- і двохшовних труб великого діаметру застосовують поштучний цикл виробництва. Заготовкою є листі кінцевої довжини. Агрегати з порулонним циклом застосовують на непрофільних підприємствах або на підприємствах малого бізнесу з невеликими обсягами виробництва.

Контрольні питання

Література: [1-3]

Лекція Виробництво труб пічним зварюванням

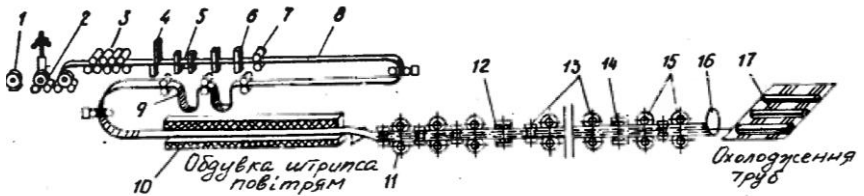
3.4 Виробництво труб на агрегаті безперервного пічного зварювання

Пічним зварюванням одержують труби діаметром від 9 до 114 мм з товщиною стінки 2...4 мм. Зварювання ведуть на безперервних агрегатах. Як вихідні заготовки використовують рулони штрипсової штаби. Характерною особливістю процесу є те, що формування й зварювання проходять практично одночасно в гарячому стані.

Схему технологічного процесу виробництва труб на безперервному агрегаті пічного зварювання 1/2-2" зображено на рис.3.1. У цій схемі можна виділити такі основні етапи: підготовка штаби у вхідній лінії агрегату (розмотування штаби, виправлення й зварювання в стик у неперервну заготовку); нагрівання неперервної штаби; формування профілю труби зі штаби; зварювання, редукування, калібрування в технологічній частині, охолодження й оброблення труб у вихідній частині агрегату.

На агрегаті пічного зварювання 1/2-2" виробляють труби зовнішнім діаметром від 21 до 60 мм з товщиною стінки 2,75...4 мм зі штрипсової рулонної сталі шириною 320...400 мм.

Рулони штрипсової сталі конвеєром 1 подають до трубозварювального агрегату і встановлюють на розмотувачі 2. За допомогою відгинача кінець штаби відділяють від рулону й тягнучими роликками задають у девятироликову правильну машину 3. Штабу після правлення подають до гільйотинних ножиць 4, які відрізають передній кінець поданої штаби і задній кінець розмотаного рулону.



- 1- конвеєр рулонів; 2 - розмотувач; 3 - правильна машина; 4 - гільйотинні ножиці;
- 5 - стикозварювальна машина; 6 - гратзійомник; 7 - протягувальні роликки;
- 8, 9 - петлеві накопичувачі; 10 - тунельна піч; 11 - формувально-зварювальний стан;
- 12, 14 - охолоджувальний пристрій; 13 - редукційний стан; 15 - калібрувальний стан;
- 16 - планетарна летуча пила; 17 - холодильник

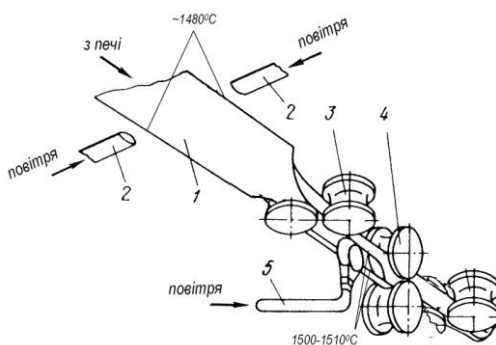
Рисунок 3.1 - Схема агрегату пічного зварювання 1/2-2"

Обрізані кінці штаб рулонів зварюють встик на стикозварювальній машині 5 і за допомогою гратзійомника 6 видаляють грат, що утворився на поперечному шві. Швидкість руху через перелічені агрегати задають протягувальними роликками 7.

У момент зварювання кінців штабу зупиняють, а безперервність процесу на наступних ділянках агрегату забезпечується за рахунок запасу штаби, який утворюється горизонтальним 8 й вертикальним 9 петлевими накопичувачами.

Штабу, котра безперервно рухається, нагрівають до 1300...1340 °С у тунельній печі 10 довжиною 50 м, при цьому кромки штаби мають температуру, яка перевищує температуру основного металу на 40...80 °С. Після виходу з печі кромки штаби обду-

вають повітрям з сопел 2 (рис. 3.2) і за рахунок реакції з гарячим металом температура кромки підвищується до 1390...1480 °С. Далі штабу пропускають через формувальньо-зварювальний безперервний шестиклітьовий стан 11, який включає зварювальне сопло 5 (див. рис. 3.2) для додаткового обдування кромки повітрям і шість клітей з вертикальними й горизонтальними роликками, в яких штаба згинається, формується кругла труба й зварюються кромки штаби, котрі за рахунок додаткової подачі повітря розігріваються до 1500...1520 °С - температури зварювання, а також труба обтискається по діаметру.



1 – штрипс; 2 – сопло; 3 - вертикальна кліть №1; 4 - горизонтальна кліть №2; 5 – зварювальне сопло

Рисунок 3.2 – Зона формування й зварювання труби (перші дві кліті)

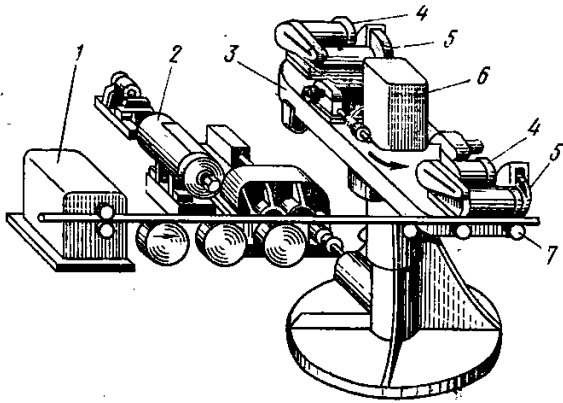
У першій формувальній клітці 3 (див.рис.3.2) штаба формується роликками в трубку заготовку з кутом 220...270°. У другій клітці 4 остаточно формується профіль труби і зварюються кромки штаби за рахунок їх здавлювання роликками. В останніх клітках формуально-зварювального стану труба обтискається по діаметру на 4-8% для того, щоб шов не розійшовся до повної його кристалізації. Таким чином, форму-

вання і саме зварювання відбувається у перших двох клітках з шести, а останні забезпечують надійність зварного з'єднання.

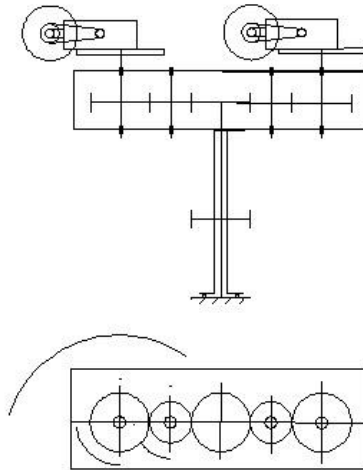
Після виходу з формуально-зварного стану 11 (див.рис. 3.1) труба охолоджується в першій установці 12 з душ-охолодником до температури 1100...1200 °С і подається у безперервний чотирнадцятиклітковий редукційний стан 13 з вертикальними і горизонтальними валками, де її зовнішній діаметр зменшується на 40-75%, а товщина стінки за рахунок натягіння - на 25-30%. У другій установці 14 з душ-охолодником температура труби знижується до 800...900 °С. Далі калібрують трубу в трьохклітковому стані 15 з горизонтальними й вертикальними валками. Готову трубу летучою пилою 16 ріжуть на мірні частини. Готові труби подають на холодильник 17.

В агрегаті для розрізання труби на мірні довжини використано планетарну летучу пилу (рис.3.3), яка для даних сортаментів є більш компактною у порівнянні з полозковими або роторними пилами. За принципом дії вона подібна до планетарних летучих ножиць.

Основу пили складає обертовий стіл 3 з розміщеним в середині планетарним редуктором, для якого він є водилом. На стійці в порожнистому валі приводу стола розміщено нерухому сонячну шестірню 6, навколо якої при обертанні столу 3 обертаються паразитні шестірні 8, що приводять планетарні шестірні 9. Вали шестірень встановлені в столі 3 на підшипниках кочення. На валах шестірень 9 встановлені каретки 4, на яких розміщено дискові пили 5 з приводом. Диски пил зорієнтовані перпендикулярно до осі труби. Оскільки при обертанні столу-водиля 3 в один бік планетарні шестірні 9 обертаються в інший бік на той же кут, сумарний кут повороту встановлених на них кареток 4 дорівнює 0, і орієнтація дисків в просторі не змінюється. Завдяки обертанню столу 3 диски під час різання супроводжують трубу, що дозволяє різати її на ходу. Стіл приводиться двигуном 2, ролики 1 синхронізують швидкість подачі труби та обертання столу, а пристрій 7 підіймає трубу до диску під час розрізання.



а



б

Рисунок 3. 3 – Загальний вигляд (а) та кінематична схема (б) летучої планетарної пили.

Розрізані труби передаються на холодильник за допомогою скидального пристрою, виконаного у виді приводного барабану з оребреною поверхнею (рис.3.4).

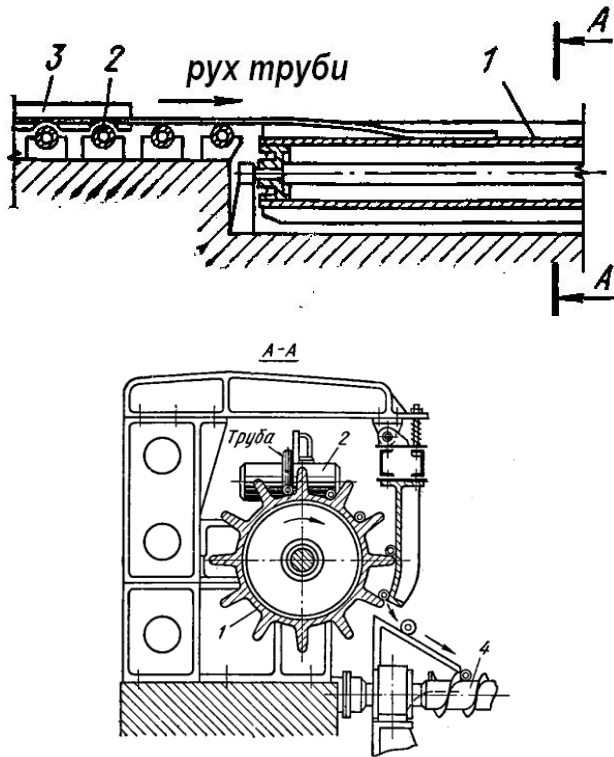


Рисунок 3.4 – Розподільувальник-скидач труб на холодильник

Скидальний пристрій являє собою обертовий циліндр 1 з поздовжніми ребрами, розташованими нижче рівня роликів рольганга 2. Труба, що рухається зі швидкістю до 8 м/с, косорозміщеними роликами притискається до напрямної лінійки 3, спрямовується нею по осі барабану й попадає в проміжок між двома ребрами барабану. За період сходу однієї труби з рольганга

барабан повертається за годинниковою стрілкою на один крок між ребрами, приймаючи послідовно в кожний проміжок по одній трубі. З проміжків труба подається на гвинтовий холодильник 4.

Контрольні питання

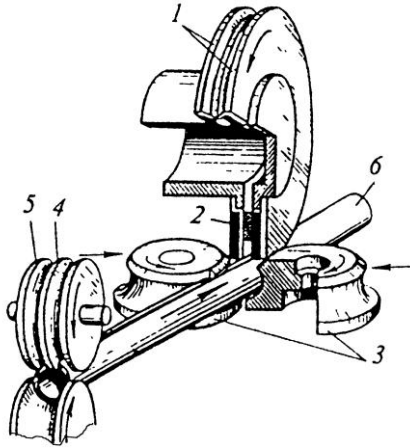
Література: [1-3,9]

Лекція Обладнання для виробництва електрозварних труб

3.5 Способи зварювання електрозварних труб

За способами зварювання розрізняють виробництво електрозварних труб дуговим зварюванням під шаром флюсу, зварюванням електричним опором, індукційним зварюванням, зварюванням струмом високої частоти, електрозварюванням у середовищі інертних газів, постійним струмом, електронно-променевим, плазменним і ультразвуковим зварюванням.

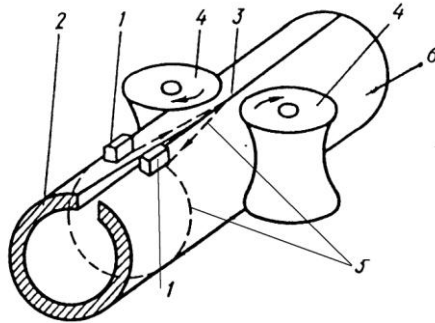
Електрозварювання опором (рис. 3.5) на звичайній (50 Гц) і підвищеній (до 150 Гц) частотах широко застосовують для виготовлення труб діаметром 6...520 мм і товщиною стінки 0,4...20 мм з вуглецевої сталі. Через електродні кільця 1 обертового трансформатора до крайок заготовки підводиться електричний струм. Електродні кільця ізолювані між собою прокладкою 2. Трубна заготовка проходить через формувальні валки 5 з напрямною шайбою 4. Стик крайок попадає між електродними кільцями, де при проходженні струму між кільцями за рахунок опору повітряного проміжку стику крайки нагріваються до зварювальної температури, стискаються валками зварювального вузла й електродних кілець і створюють зварений поздовжній шов.



1 - електроди; 2 - ізолятори; 3 - стискаючі валки; 4 - напрямна шайба;
5 - формувальні валки; 6 - труба

Рисунок 3.5 – Схема пристрою для зварювання опором

Електрозварювання струмом високої частоти застосовується для виробництва труб діаметром 8...529 мм і товщиною стінки 0,3...10 мм. Останнім часом широке поширення одержав спосіб виробництва електрозварних труб зварюванням струмами високої (радіотехнічної) частоти 70...450 кГц (рис. 3.6). Основними перевагами цього способу зварювання є: можливість значного збільшення швидкості зварювання до 150 м/хв і більше з вуглецевих марок сталі при одночасному підвищенні якості зварного шва; можливість зварювання труб з легованих і високолегованих марок сталі, кольорових і рідкісних металів і сплавів з високою швидкістю; одержання труб з якісним швом з гарячекатаної нетравленої сталі; значне зменшення питомої витрати електроенергії на 1 т готових труб; можливість застосування однакового зварювального устаткування при зварюванні різних матеріалів.



1 - струмопровідні контакти; 2 - трубна заготовка; 3 - місце сходження крайок; 4 - шовостискувальні валки; 5 - два можливих шляхи струму (штрихові лінії); 6 - труба

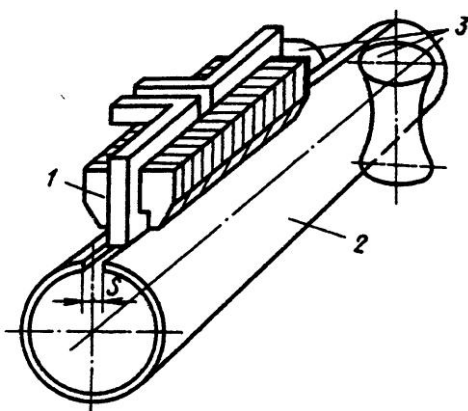
Рисунок 3.6 - Зварювання струмом високої частоти

З формувального стану трубна заготовка надходить у зварювальний пристрій, де її крайки стискаються за допомогою двох валків, утворюючи щілину V-подібної форми. До крайок трубної заготовки на певній відстані перед обтискними валками підводять контакти, що ковзають по поверхні трубної заготовки, яка рухається. При контактному підведенні струму він іде по шляху найменшого опору уздовж V-подібної щілини, а не по діаметру, і більша частина виникаючої теплової енергії виділяється на поверхні торців крайок трубної заготовки, розігріваючи її до температури зварювання.

Недоліком зварювання труб струмами високої частоти з контактним підведенням струму є сама наявність контактів, які швидко виходять з ладу й можуть створювати дефекти на поверхні труби.

Індукційне зварювання застосовується для виробництва водогазопровідних і конструкційних труб діаметром 21,5...219 мм. При індукційному зварюванні труб (рис.3.7) для нагрівання трубної заготовки використовують прямолінійні індуктори з магнітопроводами, призначеними для концентрації магнітного потоку. Крайки трубної заготовки проходять у безпосередній

близькості до індуктора й нагріваються до зварювальної температури. Магнітний потік, створюваний струмом індуктора, перетинає трубну заготовку перпендикулярно її поверхні. Струм, що індуктується у трубній заготовці, протікає уздовж її крайок. Нагріті крайки за допомогою зварювальних валків зближаються під тиском, достатнім для того, щоб виконати зварювання й видавити окисли металу в грат, що потім механічним шляхом видаляється. Число індукторів вибирають залежно від необхідної швидкості зварювання (від одного до трьох).



1 - плоский індуктор; 2 - заготовка; 3 - шовостискувальні валки

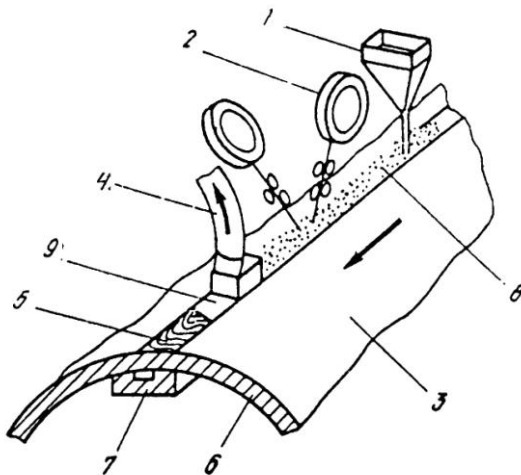
Рисунок 3.7 - Індукційне зварювання труби

Індукційне зварювання має ряд переваг у порівнянні зі зварюванням опором: не потрібні спеціальні машини в лінії стану для очищення крайок стрічки від окалини, тому що процес нагрівання є безконтактним; не потрібна установка в лінії стану дискових ножиць, оскільки крайки, що з'єднуються, не є струмопровідними площинами і їхній фізичний стан не впливає на якість зварювання; можна одержувати більші швидкості зварювання (50...80 м/хв); немає необхідності застосовувати дорогі електродні кільця, що зношуються.

Розглянуті способи, як і пічне зварювання, відносяться до зварювання тиском, коли нагріті до температури зварювання крайки стискуються валками й утримуються під тиском до утворення зварного шва.

При зварюванні плавленням зварювання здійснюється спільним плавленням крайок і присадного металу від потужного джерела тепла. Розплавлений метал без дії зовнішніх сил зливається, створюючи так звану зварювальну ванну з наступною її кристалізацією й утворенням зварного шва. Найпоширеніший вид зварювання плавленням - електродугове зварювання.

Дугове електрозварювання під шаром флюсу (рис. 3.8) застосовуються для виробництва прямошовних труб діаметром 426...1620 мм з товщиною стінки 3,0...32,0 мм і довжиною 6...18 м, а також спіральних труб діаметром 426...2500 мм з товщиною стінки 3...25 мм і довжиною 12...24 м для магістральних трубопроводів газу, нафти й нафтопродуктів.



1 - лійка для флюсу; 2 - електродний дріт; 3 - заготовка; 4 - прибиральник флюсу; 5 - зварний шов; 6 - труба; 7- башмак; 8 - флюс; 9 - шлакова кірка

Рисунок 3.8 - Електродугове зварювання під шаром флюсу

Процес дугового зварювання полягає в створенні між металом труби й електродом у місці стику крайок потужного електричного розряду - дуги. Електродний дріт 2 безупинно подається в зону зварювання, що захищена від впливу повітря шаром флюсу 8, що подається через лійку 1. Під дією тепла дуги плавляться основний метал 3, електродний дріт 2 і флюс 8. Електродний метал переходить у зварювальну ванну у вигляді окремих крапель. Після охолодження рідкого металу утвориться зварний шов 5, покритий кіркою шлаків 9. При русі труби вперед залишки флюсу, що не оплавився, віддаляються флюсовідсосом 4. Для того, щоб утримувати флюс 8 і щоб при зварюванні рідкий метал не протікав долілиць, у місці стику усередині трубної заготовки приварюють мідний башмак 7, який видаляють після зварювання. Зварювання під шаром флюсу виконують змінним або постійним струмом, використовуючи спеціальні зварювальні трансформатори, генератори постійного струму й випрямлячі.

Для виробництва тонкостінних труб з високолегованих сталей (нержавіючих й жароміцних), нікелю і його сплавів, алюмінію, магнію, цирконію та ін. застосовують дугове зварювання із захистом дуги інертним газом (аргоном, гелієм) від окислювання. Таким зварюванням виробляють труби з прямим швом діаметром 6 - 426 мм, товщиною стінки 0,2 - 5,0 мм. Найбільше поширення такий спосіб зварювання одержав при виробництві труб діаметром 6,0 - 71 мм і товщиною стінки 0,4 - 3,0 мм.

Серед перспективних способів зварювання плавленням треба вказати плазмене й мікроплазмене зварювання, зварювання стислою дугою, електронно-променево зварювання.

Лекція Обладнання для виробництва прямошовних труб малого й середнього діаметра

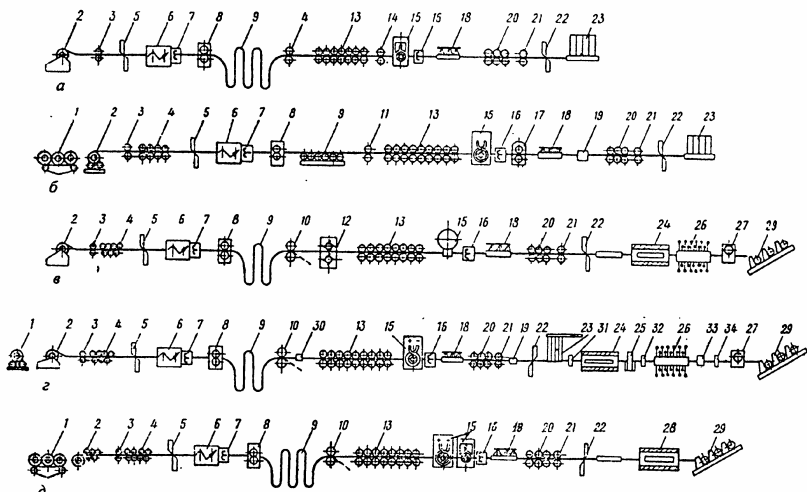
3.6 Обладнання безперервних агрегатів для виробництва зварних прямошовних труб.

Більшість прямошовних труб малого й середнього діаметра виробляють на безперервних трубоелектрозварювальних агрегатах (ТЕЗА). На рис.3.9 наведені схеми обладнання деяких безперервних ТЕЗА.

Як і будь-який безперервний агрегат, ТЕЗА має три основних ділянки. Вхідна ділянка призначена для створення нескінченної заготовки, у технологічній одержують нескінченну зварену трубу, що на вихідній ділянці ріжуть на мірні довжини й охолоджують на холодильниках. Обладнання вхідної ділянки аналогічне іншим раніше розглянутим безперервним агрегатам, а вихідного - агрегату пічного зварювання труб (див. рис.3.1). Обладнання технологічної ділянки включає безперервний трубоформувальний стан, зварювальні кліті, калібрувальний і редуційний стани. Технологічні ділянки ТЕЗА типові й відрізняються, в основному, обладнанням для зварювання труб.

Взаємодія обладнання ТЕЗА розглянемо на прикладі спрощеної схеми безперервного агрегату для зварювання опором (рис. 3.10). На вхідній ділянці 1, як і на всіх безперервних агрегатах, смугу (штрипе), що розмотується з рулонів, з'єднують у нескінченну заготовку на стикозварювальній машині. При електричному зварюванні тиском необхідна висока якість крайок, тому після петлевого накопичувача встановлені кромкообрізні дискові ножиці 2. У ТЭСА для зварювання опором за ножицями встановлено дробоструминний пристрій, що збиває окалину, знаходження якої в зоні стику неприпустиме.

Далі нескінченна заготовка надходить на технологічну ділянку агрегату, де формується в трубу на безперервному формувальному стані 3 з горизонтальними й вертикальними клітьми. У зварювальній кліті 4 зварюються краї



а - стан 10-60 індукційного зварювання труб; б - стан 20-76 радіочастотного зварювання труб; в - стан 20-102 для зварювання труб опором; г - стан 20-102 радіочастотного зварювання труб; 1 - завантажувальний пристрій; 2 - розмотувач; 3 – подавальні ролики; 4 - правильна машина; 5 - ножиці; 6 - стикозварювальна машина; 7 - гратозійник; 8 - подавальні ролики; 9 - петлеутворювач; 10 - дискові ножиці з кромкоподрібнювачем; 11 - машина для скосу крайок; 12 - дробострумний пристрій; 13 - формувальний стан; 14 - напрямна кліть; 15 - трубозварювальний стан; 16 - гратозійник; 17 - гладильна кліть; 18 - охолоджувач; 19 - дефектоскоп; 20 - калібрувальний стан; 21 - правильна головка; 22 - летучий трубообрізний пристрій; 23 - стелажі відбору труб; 24 - секційна нагрівальна піч; 25 - індуктор для нагрівання труб; 26 - редукційний стан; 27 - летуча пила; 28 - термічна піч; 29 - охолоджувальний стіл; 30 - товщиномір; 31 - перша слідкувальна кліть; 32 - друга слідкувальна кліть; 33 - фотоімпульсний прилад; 34 - третя слідкувальна кліть.

Рисунок 3.9 - Склад обладнання деяких безперервних трубоелектрозварювальних агрегатів.

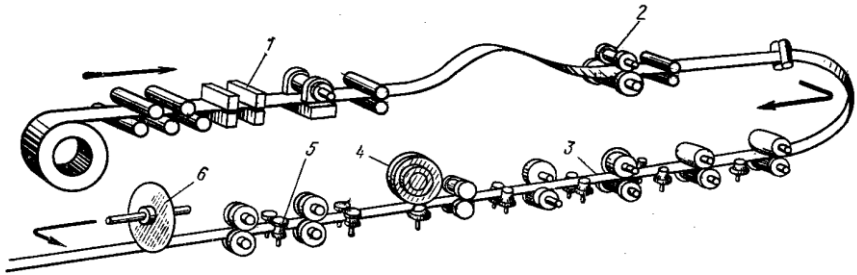


Рисунок 3.10 - Спрощена схема безперервного ТЕСА для зварювання опором

стику сформованої трубної заготовки. Труба калібрується в безперервному калібрувальному стані 5. У іншому випадку трубу нагрівають у прохідній печі 24 (див. рис. 3.9 ,в) і доводять до необхідних розмірів на редуційному стані 26. Потім трубу ріжуть на летучій пилі 27 на необхідні довжини й передають на холодильник, а потім на склад або ділянку обробки труб.

З обладнанням вхідної й вихідної ділянок безперервних агрегатів ми вже добре знайомі з попередніх модулів. Зупинимося більш докладно на обладнанні технологічних ділянок ТЕСА.

Лекція Обладнання для формування, зварювання, калібрування та редукування зварних труб малого та середнього діаметру

3.7 Обладнання трубоформувальних станів.

Незалежно від способу зварювання стрічка формується в трубку заготовку на безперервних трубоформувальних станах, які складаються з установлених одна за одною валкових клітей. У станах різних типорозмірів розташовано від 6 до 12 горизонтальних приводних клітей і між ними деяка кіль-

кість вертикальних неприводних клітей. По конструкції формувальні стани розділяють на стани з консольним кріпленням горизонтальних валків і на стани з двохопорним кріпленням. Стани з консольним кріпленням валків часто вертикальних валків не мають. Вони застосовуються для виготовлення тонкостінних труб діаметром до 76 мм. Перевага таких станів - швидка зміна валків; недоліки - менша жорсткість вузла валків і відсутність вертикальних валків. Внаслідок зазначених недоліків вони поширення не одержали. Всі стани для формування труб діаметром понад 76 мм мають двохопорне кріплення валків. На рис.3.11 наведена лінія трубоформувального стану 20-76.

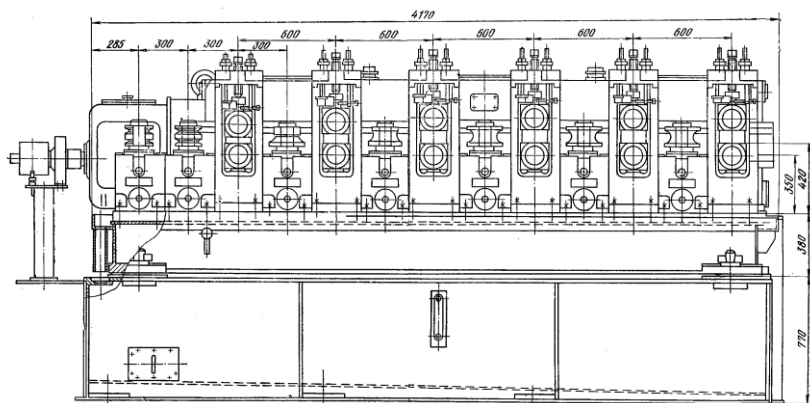
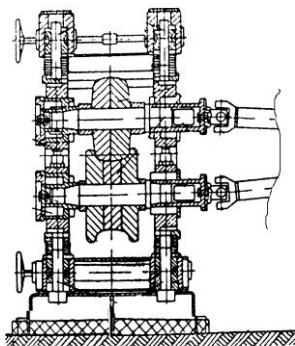


Рисунок 3.11 - Трубоформувальний стан

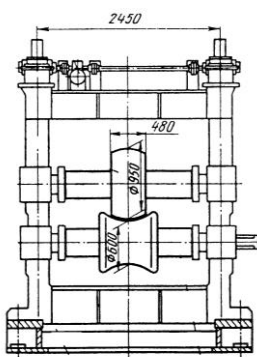
Стан складається з шести горизонтальних приводних і шести-семи вертикальних холостих клітей. Горизонтальні кліті мають груповий привод від загального електродвигуна. Всі кліті мають двохопорне розташування валків.

Формувальна горизонтальна кліть - це звичайна кліть дуо відносно невеликих розмірів. Станини робочих клітей станів можуть бути відкритого й закритого типу. Вибір типу станини визначається розмірами валків. Сила формування значно менше сили прокатки, і підшипникові вузли у вікнах ста-

нин і самі вікна мають невеликі розміри. У той же час діаметр валків визначається технологією гнуття й може бути значно більшим. Перевалка через вікно в цьому випадку неможлива, і станини для перевалки виконують відкритими. У наш час найбільше поширення одержали стани з робочими клітьми відкритого типу (рис. 3.12) і двохопорним розташуванням валків. Самі валки виконують складеними, з приводним валом-основою, на якому встановлюють змінну складену робочу частину валка. Приводними можуть бути як обидва (див. рис 3.12,а), так і один (див. рис 3.12,б) валок.



а



б

Рисунок 3.12 - Горизонтальні формувальні кліті з двома (а) і одним (б)

приводними валками

Вертикальні кліті неприводні. Вертикальна формувальна кліть (рис.3.13) має нерухому раму 1, у напрямних 3 якої розміщена рухлива рама 2. У напрямних 4 рухливої рами встановлені С-подібні касети 5, у яких на підшипниках 6 встановлені складені вертикальні валки 7.

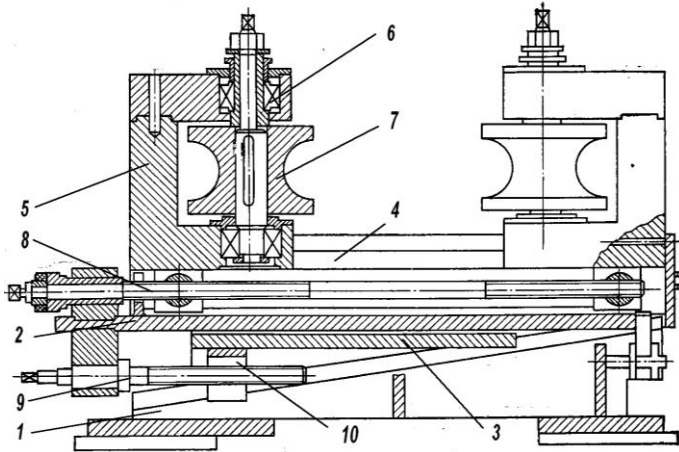


Рисунок 3.13 - Вертикальна неприводна формувальна кліть

Механізм 8 переміщення касет з валками гвинтовий, гвинт має ліву й праву різьбу й може тільки обертатися, а сполучені з ним гайки закріплені на касетах і переміщуються разом з ними лінійно. Виставлення калібру валків на вісь формування здійснюється переміщенням рами 2 гвинтовим механізмом, гайка якого 10 жорстко закріплена на рамі 1, а гвинт 9 обертається й переміщується разом з рамою 2. Гвинти обох механізмів мають ручний привод.

Останні кліті трубоформувальних станів часто виконують універсальними, з одним або двома приводними горизонтальними валками 2,3 і холостими вертикальними 5 (рис.3.14), змонтованими в станині 1. Натискний механізм 4 - гвинтового типу.

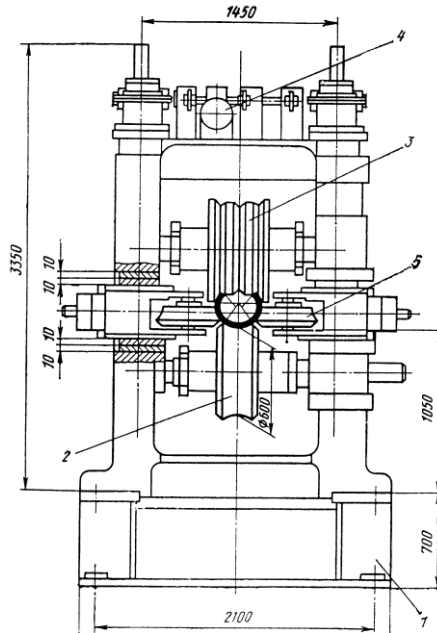


Рисунок 3.14 - Універсальна формувальна кліть

3.8 Трубозварювальні кліті.

У загальному випадку до складу трубозварювальних клітей входить обладнання для власне зварювання й шовостискувальні валки. Внаслідок труднощів утримання флюсу в безперервній заготовці в безперервних агрегатах, в основному, застосовують різні види зварювання тиском. При зварюванні ТВЧ або індукційному зварювальна установка встановлюється перед шовостискувальною кліттю. Самі кліті в основному холості, двохвалкові вертикальні, рідше горизонтальні. Останнім часом почали застосовувати трьох-, чотирьохвалкові (рис. 3.15,б) кліті, вертикальні кліті з опорними валками й навіть ланцюгові валки типу Хазелета. Перед зварювальною кліттю

встановлюють шовспрямувальну кліть для правильної орієнтації стику труби щодо зварювального пристрою (рис.3.16)

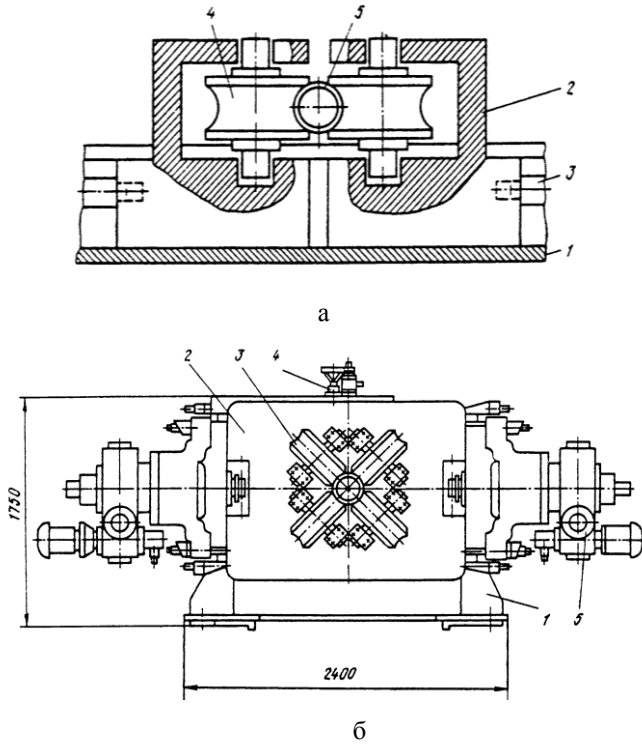


Рисунок 3.15 - Двохвалкова (а) і чотирьохвалкова (б) шовостискувальні кліті

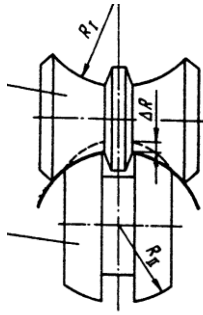
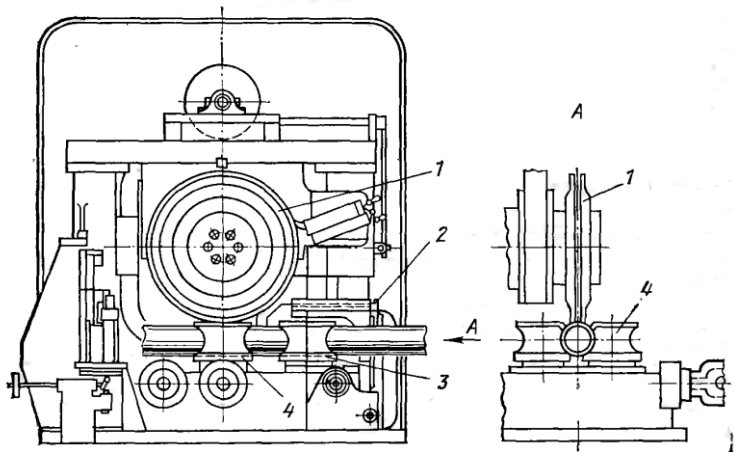


Рисунок 3.16 - Валки шовспрямувальної кліті.

У клітях для зварювання опором зварювальні електроди встановлені за шовостискувальними валками, і кліть має дещо іншу конструкцію (рис.3.17)



1 – коткий електрод; 2 шовспрямувальний ніж; 3,4 валки

Рисунок 3.17 - Зварювальна кліть для зварювання опором

Кліть має чотири приводних вертикальних валка. Перша пара валків 3 призначена для зближення крайок заготовки й подачі її до зварювальних еле-

кродів. Друга пара валків 4 розташована безпосередньо під зварювальними електродами 1, утворюючи з ними спільний калібр; валки 4 забезпечують створення необхідного зварювального тиску в процесі зварювання й утримання крайок від розпружинення до охолодження металу. Для подачі труб до електродів 1 обертового зварювального трансформатора без перекосу й зазору між крайками є спеціальний напрямний пристрій - пристосування у вигляді плоского прямого «ножа» 2 або у вигляді горизонтальних роликів з напрямною шайбою у верхньому ролик (див. рис.3.16). При наявності напрямних роликів зближення крайок заготовки відбувається в них; у цьому випадку перша пара вертикальних валків розташована безпосередньо під зварювальними електродами й забезпечує необхідний зварювальний тиск; друга пара вертикальних валків, розташована на деякій відстані за віссю електродів, утримує крайки від розпружинення до повного їхнього остигання.

Електроди трубоелектрозварювальної кліті встановлені консольно на валу трансформатора для полегшення їхньої зміни. Вони виконані у вигляді двох кілець, електрично ізольованих як між собою, так і з валом. Струм підводиться за допомогою ковзних контактів («щіток») або струмомознімачів інших типів. Матеріал електродів повинен мати високу електропровідність і в той же час високою зносостійкістю. Цим умовам задовольняють сплави міді, срібла й кадмію.

При інших методах електрозварювання стани також мають відповідні напрямні й утримувальні валки. Так, наприклад, кліть для зварювання струмами радіочастоти показана на рис. 3.18.

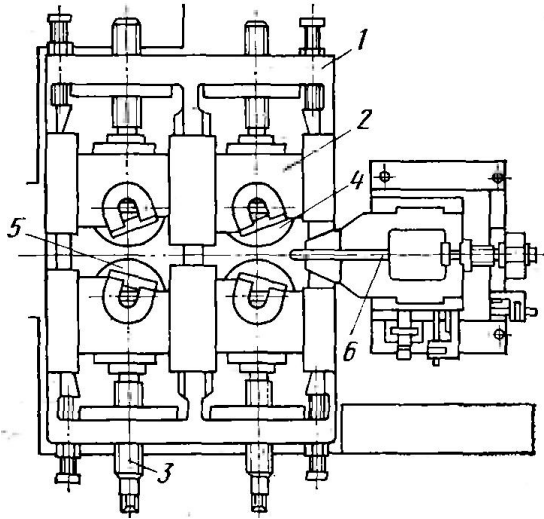


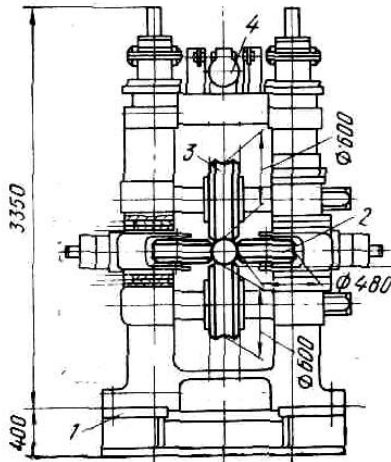
Рисунок 3.18 - Зварювальна кліть для зварювання СВЧ

У жорсткій станині 1 розташовані дві пари подушок 2, що переміщуються за допомогою натискних гвинтів 3 через зубчасту передачу. У гніздах подушок кріпляться зварювальні 4 і утримувальні 5 валки. Для напрямку крайок заготовки, що зварюється, і усунення їхнього переміщення в горизонтальному напрямку й забезпечення сходу крайок під заданим кутом служить напрямний ніж 6. Цей пристрій застосовується також для кріплення феритного осердя, що вводиться в середину труби і встановлюється під осередком зварювання.

При індукційному зварюванні струмами високої частоти (2500-4000 Гц) встановлюють послідовно кілька індукторів (2-3), що приводить до потреби більшої кількості вертикальних і горизонтальних валків, а також тягової горизонтальної кліті, яка створює натяжіння (2-3%), що виключає можливість провисання труби під плоским індуктором (з метою збереження сталості зазору).

3.9 Устаткування каліброваних і редуційних станів

Після зварювання всіма перерахованими способами труба має овальну форму, причому вертикальна вісь завжди більше горизонтальної. Тому безпосередньо за трубоелектрозварювальним станом встановлюється калібрувальний стан з горизонтальними приводними (здійснюють обтиснення) і вертикальними холостими (напрямними) клітьми. Привод клітей зазвичай груповий, часто від того ж двигуна, що й формувального стану. Конструкція клітей калібрувального стану така ж, як і клітей формувального стану. Іноді використовують універсальні калібрувальні кліті (рис. 3.19)



1 станина; 2 - вертикальні холості валки; 3 - горизонтальні приводні валки; 4 - натискний механізм

Рисунок 3.19 - Універсальна калібрувальна кліть

Нескінченна труба, що виходить із калібрувального стану, ріжеться на мірні довжини на спеціальних верстатах для різання труб у русі. Всі верстати такого типу мають візок з пристроєм для затискача труби, що розганяє до швидкості, яка дорівнює швидкості руху труби, затискає трубу й продовжує синхронно рухатись разом з трубою. Різальні верстати мають або обертову різцеву головку, або фрезу, що обертається

навколо своєї осі й одночасно навколо труби (рис.3.20,а). На сучасних станах широко застосовують спосіб різання обкатуванням: у спеціальній обоймі встановлені три дискових ножі (під кутом 120° один до іншого); обойма робить обертовий рух і одночасно відбувається радіальна подача ножів (рис. 3.20,б). Іноді застосовують летуче газове різання.

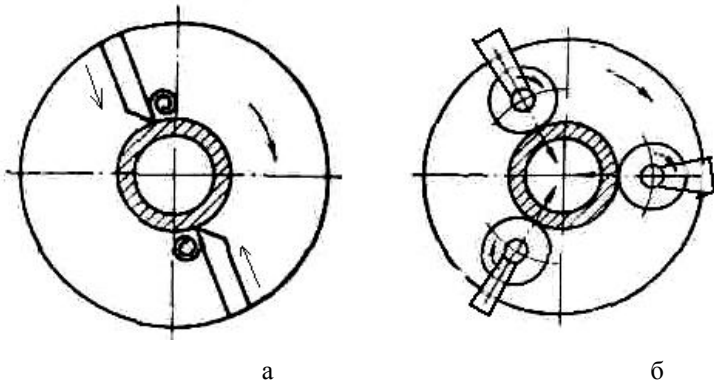


Рисунок 3.20- Летучі пристрої різання труб з різальною (а) і обкатоною (б) головками.

Якщо до складу трубоелектрозварювального агрегату входить редукційний стан, то його встановлюють або в одній лінії із трубоелектрозварювальним, або з розривом, що забезпечує передачу на редукування труб довжиною 60-80 м. При цьому зберігається можливість випуску труб більших розмірів, минаючи редукційний стан. Редукування здійснюють у гарячому стані, тому перед редукційним станом встановлена прохідна нагрівальна піч. Редукційний стан у складі агрегату дозволяє скоротити число типорозмірів труб, що зварюються на стані, забезпечити вибір найбільш сприятливого співвідношення товщини стінки й діаметра труби, виходячи з умов формування й зварювання труб, спростити процес зняття внутрішнього грата в лінії стана й підвищити продуктивність усього агрегату. По своїй конструкції редукційні стани не відрізняються від редукційних станів, що застосовуються при виробництві безшовних труб.

Контрольні питання

Література: [1-5]

Лекція Обладнання для виробництва прямошовних труб великого діаметру
3.10 Устаткування для виробництва прямошовних зварних труб великого діаметра

Труби діаметром 426-1620 мм за ДСТ 10704 виробляють дуговим зварюванням під шаром флюсу за поштучною схемою виробництва. Як вихідну заготовку використовують горячекатану товстолистову сталь мірної довжини (горячекатані листи). Донедавна труби діаметром 426-920 мм виготовляли з одним поздовжнім швом (з одного листа), а труби діаметром більше 1200 мм - з двома поздовжніми швами (з двох листів). Але з початку століття російський «Газпром» - основний споживач таких труб, висунув вимогу робити тільки одношовні труби, що обумовило розвиток товстолистових станів типорозмірів ТЛС 5000 і ТЛС 5500 для прокатки листів шириною порядку 4500мм.

Всі технологічні операції виробництва прямошовних труб великого діаметру можна розділити на підготовчі, формувально-складальні, зварювальні й оздоблювальні. Відповідно з цим кожний агрегат має групу устаткування для підготовки заготовки (виправлення, обрізка крайок і торців листа), формувальне устаткування, трубоелектрозварювальне устаткування (для зварювання зовнішнього й внутрішнього швів) і оздоблювальне.

Електрозварні прямошовні труби з одним поздовжнім звареним швом виготовляють з одного листа (рис. 3.21). Формування листів у трубну заготовку здійснюються на спеціальних пресах або на трьох- і чотирьохвалкових пірамідальних вальцях. Зварювання поздовжнього шва може виконуватися

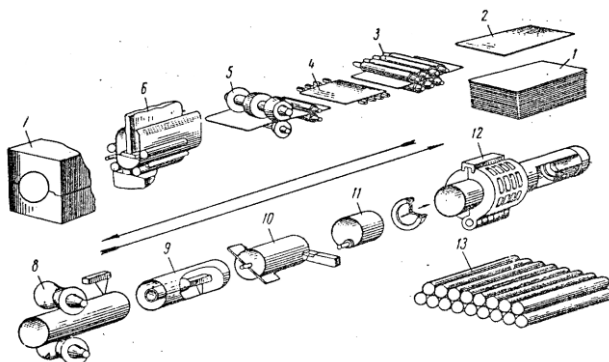
однобічне зі зворотним формуванням на флюсовій подушці й двостороннє (тобто зовнішній і внутрішній шви) залежно від призначення труб і застосовуваного устаткування. Зварені трубні заготовки випробовують гідравлічним тиском.

Існує два способи виготовлення двохшовних труб:

- формування листів у напівциліндри на пресах з наступним їхнім складанням і зварюванням (рис. 3.22);

- попереднє зварювання вузьких листів в «карти» з наступним формуванням на вальцях і зварюванням (рис. 3.23).

Після зварювання трубні заготовки проходять експандування або гаряче виправлення з подальшим гідравлічним випробуванням .



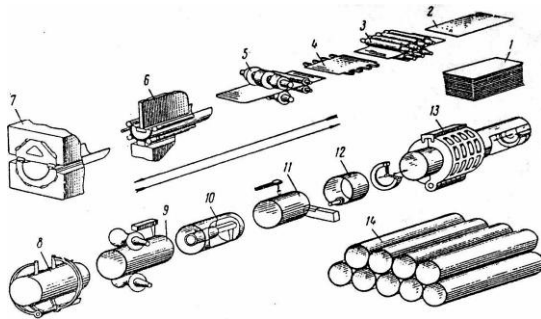
1-складування листа; 2-задавання листа у виробництво; 3-виправлення листа; 4-стругання крайок листа; 5-підгинання крайок; 6-попереднє формування заготовок; 7-остаточнє формування заготовок; 8-зварювання зовнішнього шва; 9-зварювання внутрішнього шва; 10-відрізання кратерних ділянок і торцівка труб; 11-фрезерування посилення (грата) внутрішнього зварного шва; 12-роздача й гідровипробування; 13-складування труб.

Рисунок 3.21 - Схема виробництва одношовних труб великого діаметра з одного листа з формуванням заготовок на пресах

Розглянемо технологічний процес виробництва електрозварних труб великого діаметра за схемою з одним швом.

Вихідна заготовка-лист надходить на ділянку підготовки й на листоукладальник, звідки по одному листу подається в листопрямильну машину для виправлення. У процесі виправлення досягається зниження хвилястості й коробуватості листів, а на їхній поверхні частково зламується окалина.

Після виправлення лист надходить на кромкостругальні верстати, де виконують двостороннє стругання крайок листа й зняття фасок під зварювання. Кромкостругальні верстати являють собою послідовно розташовані кліті із приводними валками, за допомогою яких лист транспортується й утримується від бічного зсуву.



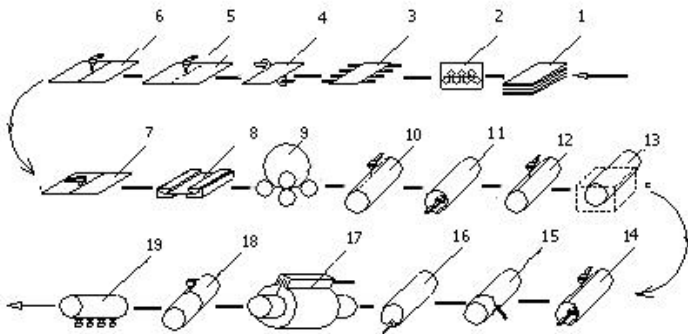
1-складування листів; 2-задавання листів у виробництво; 3-виправлення; 4-стругання крайок листа; 5-підгинання крайок; 6-попереднє формування напівциліндрів; 7-остаточне формування напівциліндрів; 8-складання напівциліндрів; 9-зварювання зовнішнього шва; 10-зварювання внутрішнього шва; 11-відрізка кратерних ділянок і торцівка; 12-фрезерування внутрішнього посилення звареного шва; 13-роздача й гідровипробування; 14-складування труб [2].

Рисунок 3.22 - Схема виробництва двохшовних труб великого діаметра з двох напівциліндрів.

У процесі переміщення листа здійснюється стругання крайок нерухливими різцевими головками.

Від стругальних верстатів лист подається до гільйотинних ножиць, де роблять обрізку його переднього й заднього кінців.

Підготовлений розглянутим вище способом лист направляється на ділянку формування заготовки, що здійснюють або на потужних гідравлічних пресах, або на листозгинальних вальцях.



1-подача листів зі складу ; 2- виправлення листів; 3 - стругання крайок; 4- зачищення крайок листа; 5- складання й попереднє зварювання карт на стані; 6 - зварювання карт із листів 7 - зварювання на звороті карти на другому стані; 8- підгинання крайок; 9 - формування заготовок на чотирьохвалкових згинальних вальцях; 10- попереднє зварювання труб; 11-зварювання внутрішнього шва 12- зварювання зовнішнього шва; 13- видалення флюсу й жужільної кірки ; 14-інспекція й ремонт труб з дефектами; 15- відрізання кінців труб, 16- зняття внутрішнього зварного шва; 17-роздача й випробування труб гідростатичним тиском ; 18-стикове зварювання труб довжиною 6 м у трубу довжиною 12 м; 19 - остаточний контроль, таврування й маркування труб.

Рисунок 3.23 - Схема технологічного процесу дугового зварювання прямошовних труб під флюсом при формуванні заготовок на згинальних вальцях

В обох випадках процес формування розділяється на кілька операцій, одна або дві з яких є підготовчими, а остання - чистовий. Установки для виконання цих операцій, як у випадку застосування пресів, так і у випадку формування на вальцях відрізняються більшою розмаїтістю конструктивних рішень.

Застосування потужних гідравлічних пресів для формування заготовок при виробництві зварних труб великого діаметра знайшло широке поширення. При цьому, найбільше поширення одержала технологія формування, що складає із трьох операцій:

- а) підгинання крайок листів;
- б) попереднє формування U-подібних заготовок;
- в) остаточне формування заготовок правильної циліндричної форми.

Сформовані заготовки по транспортних ролягангах надходять на зварювання. Стан зовнішнього зварювання призначений для зварювання зовнішнього поздовжнього шва. Заготовка із зовнішнім швом надходить далі на стан для зварювання внутрішнього шва .

Зварні труби проходять ультразвуковий контроль із розшифровкою дефектів на рентгенівських установках і надходять у відділення обробки труб. Обробка зварних труб складається з наступних операцій: обрізка дефектних (кратерних) ділянок зварних швів; вирубка й заварка пор, тріщин, жужільних включень; зачищення й заварювання підрізів і швів зі слабким посиленням. Ці операції виконують на ремонтних площадках.

Виправлення, калібрування й зняття внутрішніх напружень у метали труб виконують еспандуванням на пресах-розширниках, призначених для калібрування зварених труб методом роздачі внутрішнім гідравлічним тис-

ком і гідравлічним випробуванням відкаліброваних труб. Труби вважають такими, що витримали випробування, якщо при цьому не буде виявлено течі, потіння або залишкових деформацій, що виводять розміри труб за межі відповідних допусків.

Готові труби після перевірки й випробувань складуються строго по розмірах, марках сталі й призначенню.

Виробництво двохшовних труб з напівциліндрів (див.рис.3.22) відрізняється тим , що з листів на пресах формують напівциліндри (операції 5- 7), які перед зварюванням збирають у трубу (операція 8), подальші операції по зварюванню аналогічні раніше розглянутим з урахуванням зварювання двох швів.

Виробництво двохшовних труб з попередньо зварених карт (див. рис. 3.23) відрізняється більш істотно. Два листи попередньо зварюють встик (операції 5- 7), одержуючи карту, потім підгинають крайки (операція 8). Формування труби в цьому випадку здійснюють у вальцях (операція 9). Подальші операції відповідають традиційній технології зварювання й обробки труб.

3.11 Устаткування для формування прямошовних труб великого діаметра

Формування труб з листів мірної довжини здійснюють на пресах, на вальцях або на трубоформувальних станах (Харцизький трубний завод).

Формування на пресах одержало найбільше поширення. Основними причинами переважного застосування пресів є можливість формування заготовок великої довжини , а також їхня висока продуктивність.

Як при формування у вальцях, так і при формуванні на пресах здійснюється попереднє підгинання крайок або на валкових кромкозгинальних станах, або на пресах для усунення появи дахоподібного стику.

Схема підгинання крайок по клітях кромкозгинального стану показана на рис. 3.24,а. Машина складається з задавальної і трьох згинальних клітей. Останні мають приводні валки зі складеними центральними й крайніми згинальними дисками, що відстоять друг від друга на певній відстані. Недоліки методу не дозволяють одержувати прямолінійні крайки.

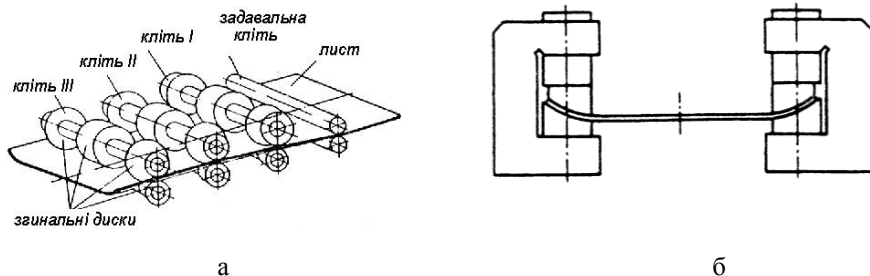


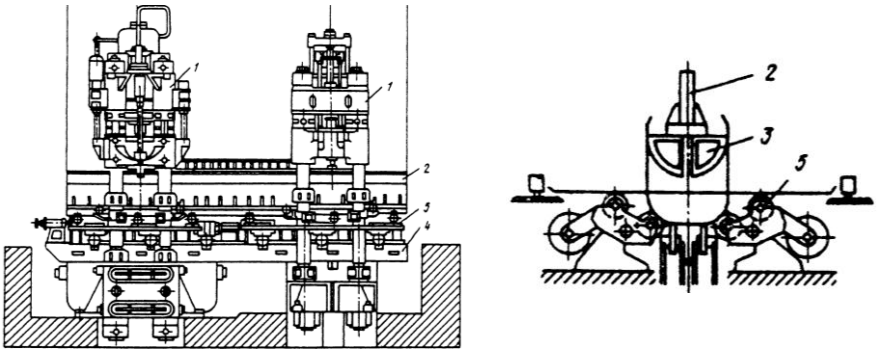
Рисунок 3.24 - Схема підгинання крайок у кромкозгинальному стані (а) і на пресі (б)

Крім того, одержують поширення преси для підгинання крайок у штампі (див.рис. 3.24,б).

Формування заготовок на вертикальних пресах виконують у дві стадії: на першому пресі лист формується в U- подібну форму, на другому - у циліндричну або напівциліндричну.

Прес попереднього формування (рис. 3.25) складається з двох однакових гідравлічних чотириколонних пресів 1. Преси з'єднані один з одним балкою й мають загальну рухливу траверсу 2. На траверсі закріплені змінні штампи 3; профіль штампа відповідає діаметру заготовки, що формується. На нижній балці 4, загальній для обох пресів, по обидва боки розташовано по шість секцій роликів гнуття 5. У залежності від розмірів заготовки ролики можуть зближатися й розсовуватися в поперечному напрямку. У кожній секції роликів є вантаж, що повертає ролики у вихідне положення при підйомі штампа й заготовки. Підйом заготовки нагору після формування здійснюється чотирма пневматичними підйомниками, по яких загнута заготовка вишто-

вхується наступною заготовкою на піднімальний рольганг перед пресом остаточного формування.

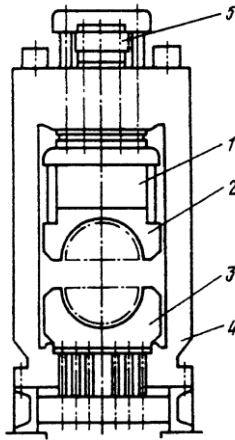


1 - гідравлічний чотириколонний прес; 2 - рухлива траверса; 3 - змінні штампи; 4 - нижня балка; 5 - секція роликів гнучкі

Рисунок 3.25- Прес попереднього формування

Гнуття листів в U- подібну форму здійснюється одночасно по всій довжині наступним чином. Траверса 2, переміщається з верхнього положення в нижнє й вигинає лист штампом 3 між роликми 5, установленими по обидва боки листа, при цьому роликми 5 зводяться до заготовки. Верхній штамп, діючи одночасно з роликми, закінчує гнуття в U- подібний профіль.

Остаточне гнуття здійснюється на гідравлічному пресі між двома половинами матриці штампа (рис. 3.26), які після повного зближення надають трубі циліндричну форму.



1 - повзун; 2,3 - штампи; 4 - станина; 5 - гідроциліндр

Рисунок 3.26 - Гідравлічний прес остаточного формування

Формування у вальцях одержало менше поширення і застосовується частіше для формування двохшовних труб з попередньо зварених листів. У якості формувальних вальців (рис. 3.27) застосовують трьохвалкові або чотирихвалкові машини.

Кінець листа, що підлягає формуванню, заводиться між середнім і бічними вальцями, і потім він прогинається шляхом переміщення середнього або одного з бічних вальців; внаслідок прогину ділянка листа під середнім вальцем одержує пластичну деформацію вигину. У момент проходження під середнім вальцем, тобто через осередок деформації, ділянки листа послідовно одержують рівномірну по довжині залишкову кривизну.

Трьохвалкові машини найпоширеніші й прості по конструкції, але мають істотний недолік, внаслідок чого в багатьох випадках виникає необхідність застосування валкових машин більш складної конструкції. Недолік є в тім, що в симетричних машинах не можна зігнути лист по всій довжині. Кінці листа довжиною трохи менше половини відстані між бічними валками залишаються прямими (рис. 1.1), тому що вони не можуть бути пропущені

через осередок деформації, що знаходиться під середнім валком, і при зварюванні утворюють дефект "дах". Тому підгинання кінців листа перед гнуттям є необхідною операцією.

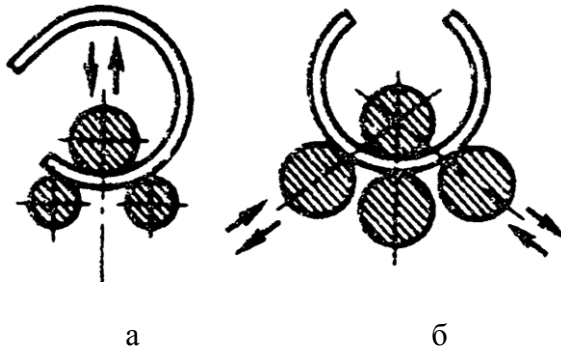


Рисунок 3.27 - Схема формування в трьохвалковій (а) і чотирьохвалковій (б) трубоформувальних машинах

На рисунку 3.28 представлена трьохроликів трубоформувальна машина (вальці). На жорсткій зварній рамі 1 установлені литі стійки станини 2 і корпус приводу. У підшипниках стійок розташовані три ролика (вальці) - один середній 3 і два бічних 4. Бічні вальці приводні. Положення середнього вальця регулюється по висоті. Крім того, середній валець може нахилитись лівим кінцем нагору; останнє необхідне для зняття з машини труби після формування.

Бічні вальці приводяться до руху від електродвигуна 5 через черв'ячний редуктор 6 і дві пари циліндричних зубчастих передач 7 і 8. Остання передача 8 має три колеса - одне провідне й два ведених. Ведені колеса сидять консольно на бічних вальцях 4. Зміна напрямку обертання бічних вальців здійснюється реверсом електродвигуна.

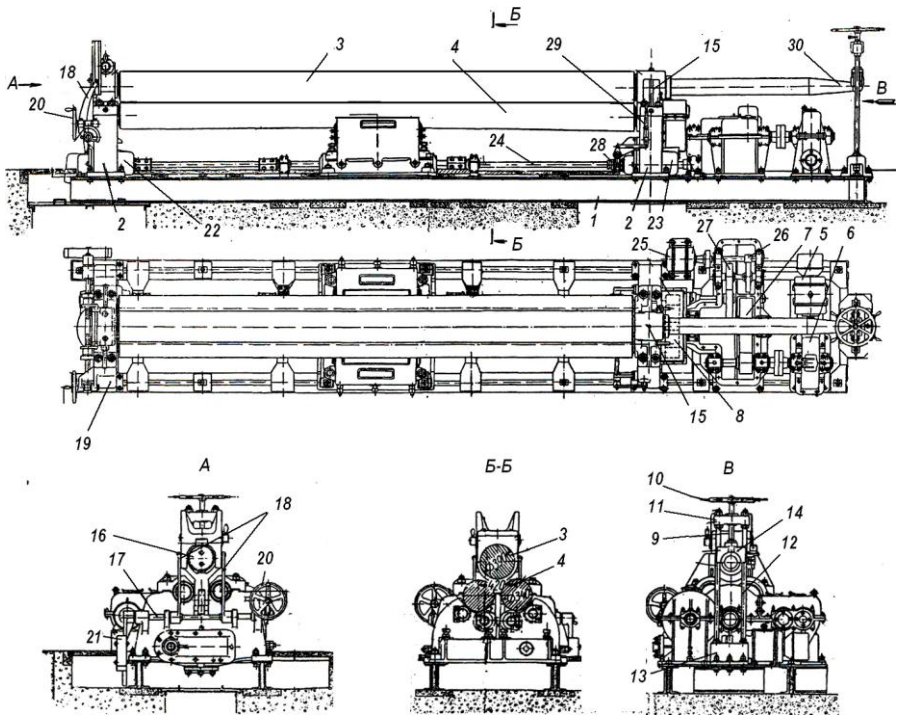


Рисунок 3.28 – Трьохроликва трубоформувальна машина (вальці)

Для регулювання положення верхнього вальця 3 передбачений черв'ячно-гвинтовий механізм. Підшипникові опори вальця 3 спираються на вертикальні ходові гвинти, що приводяться обертовими гайками в маточинах коліс черв'ячних редукторів 22, 23. Черв'яки обох редукторів з'єднані загальним валом 24 і приводяться до руху від окремого реверсивного електродвигуна 25 через дві пари циліндричних зубчастих передач 26 і 27. Механізм регулювання заднього підшипника вальця 3 може бути відключений за допомогою кулачкової муфти 28 і рукоятки 29. Вимикання одного механізму дає можливість установити середній валець 3 похило.

Для зняття сформованої труби верхній валець 3 нахилиється догори на певний кут. Для нахилу вгору середнього вальця передбачений окремий ме-

ханізм. Натискний гвинт 9, встановлений у гайці, жорстко закріплений в траверсі 11, що з'єднана двома колонами 12 з корпусом 13, обертається штурвалом 10. Корпус 13 встановлений на рамі станини. В напрямних колон 12 рухається натискна колодка 14. З нею гвинт 9 з'єднаний циліндричною п'ятою, що підтискається гайкою. При опусканні колодки гвинтом вона натискає на кульовий правий кінець 30 середнього вальця й змушує його повертатись навколо осі 15 переднього підшипника, піднімаючи протилежний кінець вальця вгору.

Перед нахилом від вальця 3 відкидається ліва підшипникова опора 16 на шарнірі осі 17. Для відкидання підшипника передбачений механізм, який складається з двох відвідних важелів 18 і черв'ячної передачі 19, що обертається за допомогою штурвала 20. У відкинутому положенні підшипник утримується противагою 21.

Безперервне валкове формування листів на Харцизькому трубному заводі виконують в семиклітьовому формувальному стані.

Схема формування показана на рис. 3.29. Стан має одну подавальну кліть 1 і шість формувальних 2...7. Перша формувальна кліть 2 - двохвалкова, інші - універсальні. Між формувальними клітьми встановлені 34 роликові проводки, призначені для утримання крайок у натягнутому стані. Кожна проводка має ряд холостих роликів. Для стабілізації геометричних розмірів перерізу заготовок у шостій кліті виконується гнуття листа на кут понад 180° , а в сьомій - 180° .

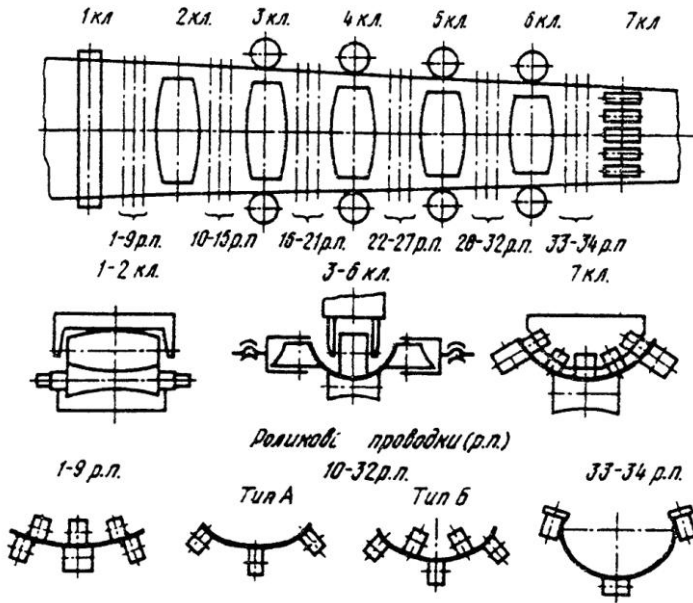


Рис. 3.29. Схема безперервного валкового формування листів

Операція дозволяє зменшити **пружинення** напівциліндрів, підвищує точність складання.

Універсальні формувальні кліті (рис. 3.30) мають станину 1 відкритого типу, що з'єднана з верхньою кришкою 2 за допомогою штирів 5. На верхній кришці кріпляться натискний механізм 3 і пристрій, що врівноважує, пружинного типу 4, з'єднані із траверсою 6. До траверси кріпляться холостий верхній валок 7. Привідним є тільки нижній валок 8. Бічні валки 9 кріпляться у вікнах станини клинами 10; у радіальному напрямку валки переміщуються від натискного механізму 11. Станини кліті встановлені на зварну раму 12, між собою ліва й права станини з'єднані проміжною рамою 13.

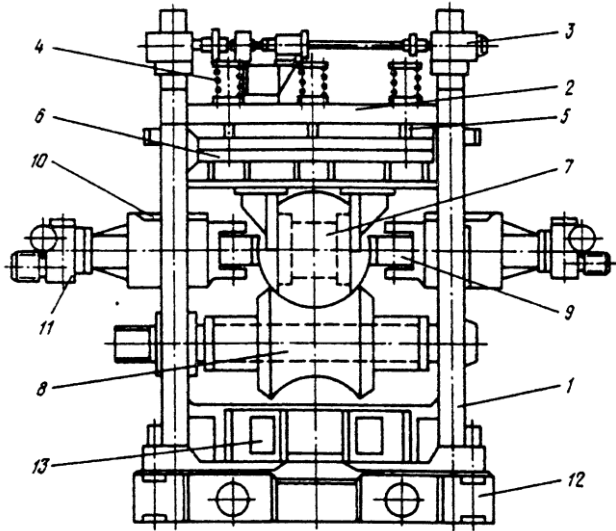


Рисунок 3.30 - Кліть робоча універсальна формувального стану

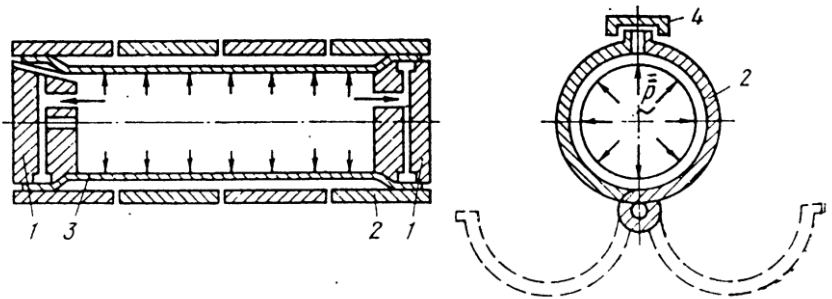
Формувальна двохвалкова кліть має аналогічну конструкцію, тільки відсутні бічні валки.

3.11 Прес-еспандер

Прес-розширник (еспандер) призначений для калібрування зварених труб методом роздачі внутрішнім гідравлічним тиском і наступним гідравлічним випробуванням і дозволяє робити калібрування труби по всій довжині з одночасним зміцненням і виправленням. Прес-еспандер (рис.3.31) складається з двох силових голівок 1 по 10 МН кожна, зв'язаних між собою чотирма колонами, і роз'ємного штампа 2, призначеного для калібрування труби 3. При гідравлічній роздачі силові голівки 1 насуваються із двох сторін на трубу 3, роздають її конусами, калібруючи й ущільнюючи тим самим кінці труб перед наповненням труби водою. Одночасно вся труба закривається роз'ємними напівштампами 2, внутрішній діаметр яких у закритому стані

дорівнює необхідному зовнішньому діаметру готової труби. Для наповнення труби водою під тиском 0,3 МПа й для випуску повітря, що витісняється, в одному з конусів, є спеціальні отвори.

По закінченні заповнення клапан для випуску повітря замикається й по наповнювальному трубопроводу подається вода високого тиску. При досягненні величини тиску, що викликає появу в стінках труби напружень, що дорівнюють порогу текучості металу, відбувається пластична деформація, яка супроводжується розширенням труби по діаметру. У процесі калібрування тиском труба коротшає й силові голівки 1 рухаються за торцями труби. Час витримки труби під тиском сягає 30 с. Величина тиску залежить від марки стали, геометричних розмірів труб (діаметра й товщини стінки) і заданого ступеня деформації. Залежно від цих характеристик тиск роздачі зварених газопровідних труб великого діаметра може коливатися в межах 7- 15 МПа.



1 - силові голівки; 2 - рознімний штамп; 3 - труба; 4 - замок

Рисунок 3.31 – Схема преса - еспандера

У процесі розширення труба прилягає до напівштампів, у результаті чого відбувається її калібрування й виправлення. Звичайно величина еспандування не перевищує 1,2 - 1,5% і визначається формулою:

$$\delta = (\Pi_r - \Pi_e) / \Pi_e \cdot 100\% \quad (3.1)$$

- де P_t - периметр труби після еспандування; P_e - периметр труби до еспандування.

При величині еспандування 1% вихідна овальність труб зменшується на 60%, а при роздачі на 2% - до 80%. Після роздачі тиск скидають до величини випробувального тиску, розкривають напівштампи й трубу піддають гідравлічному випробуванню також протягом 30 с. Під час витримки іспитовим тиском трубу обковують по довжині іспитовими молотками. Труби вважають такими, що витримали випробування, якщо при цьому не буде виявлено течі, запотівання або залишкових деформацій, що виводять розміри труб за межі допусків. Тиск гідровипробування газопровідних труб становить 6,5 - 8,5 МПа.

Труби, що не витримали гідравлічного випробування внаслідок наявності дефектів у зварних швах, піддають ремонту й повторному випробуванню.

Контрольні питання

Література: [1-4,10]

Лекція Устаткування для виробництва спіральшовних труб

3.12 Теоретичні основи одержання спіральшовних труб

Труби зі спіральним швом виготовляють діаметром $D = 159-2500$ мм і товщиною стінки $s = 4-25$ мм при довжині до 18 м з вуглецевих і низьколегованих сталей, що добре зварюються. Технологія виробництва труб зі спіральним швом відрізняється від прямошовної тим, що при виготовленні труб того ж самого діаметра як заготовки застосовують менш широкі смуги в рулонах. Зі смуги однієї ширини можна одержувати трубу різного діаметра. Крім того, спіральний шов при однаковому робочому тиску в трубопроводі має менше питоме навантаження, ніж прямий, а труба в цілому має більшу

поздовжню жорсткість. Наявність спірального шва за рахунок підвищення конструктивної міцності труби дозволяє застосовувати відносно меншу товщину стінки при однакових експлуатаційних умовах. Спіральним зварюванням можуть бути виготовлені труби з відношенням $D/s = 100$ і більше.

Недоліками цього способу, що обмежують застосування спіральних труб, є більша, ніж у прямошовних труб, довжина зварного шва, що приводить до зниження їхньої надійності, і трохи менша швидкість зварювання.

Формування трубної заготовки здійснюють шляхом пластичного вигину смуги в площині, розташованій під деяким кутом α , який називають кутом формування, до її поздовжньої осі. Схема формування показана на рис.3.32.

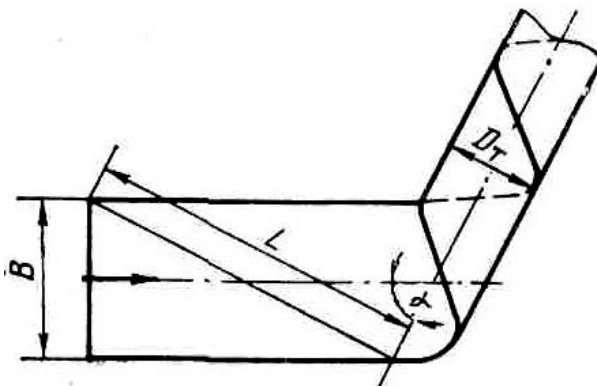


Рисунок 3.32 - Схема формування спіральшовної труби

Як видно з рис. 3.32, ширина смуги залежно від діаметра труби:

$$B = \pi D \cos \alpha = L \cos \alpha \quad (3.2)$$

де L — довжина окружності (периметр) труби,

звідки діаметр труби буде визначатись шириною смуги B и кутом α :

$$D = B / \pi \cos \alpha \quad (3.3)$$

З огляду на те, що при спіральному зварюванні довжина звареного шва $L_{шв}$ дорівнює довжині смуги L_c , можна визначити вихід труб у метрах при даній довжині смуги в рулоні з виразу:

$$L_{тр} = L_{шв} \cos \alpha = L_c \cos \alpha \quad (3.4)$$

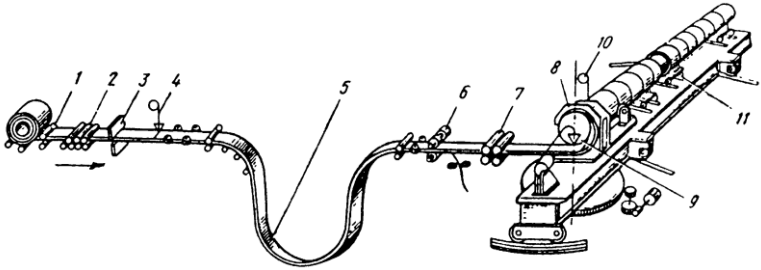
Очевидно, що чим більше кут α , тим більший діаметр труби можна одержати, але її довжина при цьому зменшується, як наслідок, зменшується продуктивність і збільшується витрата матеріалу. Оптимальні кути формування, які застосовуються на вітчизняних станах, становлять $\alpha = 40 - 60^\circ$, що відповідає співвідношенню ширини смуги до діаметра труби $B/D = 2,25 - 1,25$.

3.13 Безперервний агрегат для виробництва спіральшовних труб

Виробництво спіральшовних труб здійснюється за безперервною схемою, при якій формування рулонної смуги зварювання під шаром флюсу виконується неперервно в лінії агрегату.

Рулони зі складу подають мостовими кранами до приймального стелажу розмотувача 1 (рис. 3.33), обладнаного скребковим відгиначем. Із прийомного стелажу штовхальником рулон передають до опорних роликів і центрують по осі лінії підготовки смуги. Передній кінець задають у тягучі ролики й потім у валки п'ятироликової правильної машини 2 для виправлення рулонної кривизни.

Кінці попередньої й наступної смуг обрізають на гільйотинних ножах 3 для одержання рівних країв під зварювання. Зварювання смуг встик виконують на стикозварювальній машині 4, обладнаній ґратознімачем, одержуючи нескінченну смугу-заготовку. Після стикозварювальної машини смуга надходить у накопичувач, що виконаний у вигляді петлевої ями 5. У накопичувачі здійснюється нагромадження запасу смуги, необхідного для безперервної роботи зварювальної ділянки стана під час зупинки його головної частини для обрізки й стикового зварювання смуг.



1 - розмотувач; 2 - правильна машина; 3 - гільйотинні ножиці; 4 - стикозварювальна машина; 5 - петлевий накопичувач; 6 - дискові ножиці; 7 - подавальні ролики; 8 - формувальна втулка; 9 - апарат для зварювання внутрішнього шва; 10 - голівка для зварювання зовнішнього шва; 11 - летучий ріжучий пристрій; 12 - поворотний стэнд; 13 - рольганг, що відводить

Рисунок 3.33 - Безпервний агрегат для виробництва спіралношовних труб великого діаметра

На вході й виході з накопичувача встановлені холості напрямні ролики, що забезпечують рівномірний вигин смуги в межах пружних деформацій при її проходженні через петлеву яму. Після накопичувача смуга надходить у неприводні дискові ножиці 6, у яких обрізають її бічні крайки для одержання точного розміру по ширині. Ширина крайок, що обрізуються, 12-25 мм. Протягання смуги через ножиці здійснюють подавальні ролики 7, розташовані за ножицями в лінії стана. Швидкість подачі смуги становить 1- 2 м/хв. Обрізана смуга подавальними роликами 7 задається у формувально-зварювальний стан, що встановлений на поворотному стэнді 12 і разом з вихідним рольгангом 13 може повертатися на заданий кут формування, що дає можливість одержувати зі смуги однієї ширини труби різного діаметру.

Формування смуги в трубу здійснюють у встановленій на початку

стенда формувальній втулці 8. Довжина втулки за звичай відповідає одному витку труби. У місцях сходження крайок і першого сформованого витка зварювальним апаратом 9 накладають внутрішній технологічний шов для утримання витків від зсуву. Через половину витка спіралі зварювальною голівкою 10 накладають зовнішній робочий і ще через пів-витка голівкою 9 - внутрішній робочий шви. Тобто зварювання відбувається за один виток труби.

Зварювальний апарат 9 для внутрішніх швів являє собою самохідний візок, на довгій штанзі якого змонтовані дві внутрішні зварювальні голівки. На візку встановлені бункер для флюсу, флюсоапарати й котушки з електричним дротом. Візок переміщається на роликах по напрямних кронштейна поворотного стенда 12. Пересуванням візка внутрішні зварювальні голівки заводять усередину формувальної втулки 8 і встановлюють там у робочому положенні. Подача флюсу до голівок відбувається розташованими усередині штанги стрічковими транспортерами.

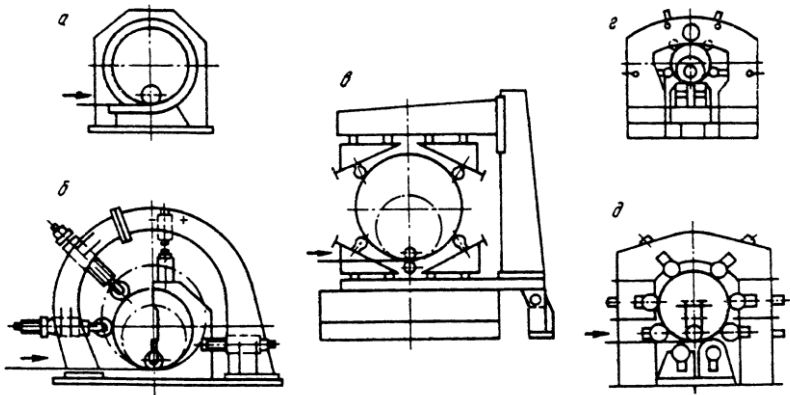
Труба, що виходить з формувальної втулки, робить обертально-поступальний рух і попадає на циліндричні ролики відповідного рольганга 13, осі яких розгорнуті під кутом, що забезпечує перекочування труби по них без ковзання.

Нескінченну трубу, що виходить зі стану, ріжуть на мірні довжини (12-18 м) летучим відрізним пристроєм 11 - рухливим верстатом-автоматом з плазмотроном. По закінченні процесу відрізання труби включаються електроприводи роликів рольганга 13, що відводить, бічні підтримувальні ролики опускають, після чого рольганг починає працювати як "косовалковий", скидаючи трубу на передатні ґрати. По ґратах труба перекатується одностороннім шлепером на транспортний рольганг, що передає її у відділення обробки, де труби проходять обрізку торців, гідравлічне калібрування по діаметру, випробування на внутрішній гідравлічний тиск 10 МПа, зважування, фарбування антикорозійною фарбою і т.д.

3.14 Пристрої для формування спіральшовних труб

Формування спіральшовних труб здійснюють у спеціальних пристроях - формувальних втулках. Застосовують кілька типів формувальних пристроїв (рис. 3.34): втулкові, напіввтулкові, роликові й валкові. Загальним для всіх конструкцій є подача смуги знизу, при цьому відпадає необхідність у регулюванні рольганга, що відводить, по висоті.

Формувальні пристрої втулкового типу (див. рис. 3.34, а) відрізняються високої жорсткістю й забезпечують одержання труби заданого розміру з високою точністю. Однак для здійснення формування потрібна більша заштохувальна сила (яка, власне, і є силою формування) на подолання тертя об поверхню втулки. Високий опір переміщенню труби приводить до коливань зазору між крайкам. При переході з одного діаметра труби на інший необхідна зміна втулки. Тому формувальні пристрої втулкового типу в наш час практично не застосовують.



а - втулкового типу; б - напіввтулкового типу; в - роликового типу; г, д - валкового типу

Рисунок 3.34 - Схеми пристроїв для формування спіральшовних труб

Формувальний пристрій напіввтулкового типу вимагає меншої задава-

льної сили (див. рис. 3.34, б). Вигин смуги заданим радіусом тут здійснюється в напіввтулці. У ній формується перша половина витка труби (звідки й назва - напіввтулковий тип). Положення другої половини витка труби у формувальному пристрої фіксується роликками, що регулюються. Формувальний пристрій цього типу при переході на інший розмір труби вимагає зміни напіввтулки й подовжує час на настроювання стана.

Формувальний пристрій роликкового типу (див. рис. 3.34, в) забезпечує формування трубної заготовки в заданому сортаменті, однак має меншу жорсткість. Для якісного формування необхідна точна установка роликів у просторі формувального пристрою.

Формувальний пристрій валкового типу забезпечує мінімальну силу формування заготовки заданого сортаменту й здійснюється у валковій клітці з трьома згинальними валками в роликівій обоймі (див. рис. 3.34, г). Згинальні валки кріпляться на кронштейні, котрий може переміщатися уздовж осі труби. Верхній валок закріплений стаціонарно, а положення нижніх валків міняється як у горизонтальній, так і з вертикальній площинах гвинтовими механізмами. Настроювання роликівій обойми на заданий діаметр труби в невеликих межах здійснюють радіальним переміщенням роликів. При значній зміні діапазону виготовлених труб роликіву обойму заміняють (див. рис. 3.34, д). У практиці використовують формувальні пристрої типів б- д.

На рис. 3.35 показано формувальний пристрій напіввтулкового типу конструкції ВНДІМЕТМАШ. Робоча поверхня корпусу втулки 1 наплавлена твердим сплавом по спіралі з певним кроком. Це зменшує поверхню зіткнення листа зі втулкою, а отже, зменшується сила формування. Наплавлення твердим сплавом збільшує зносостійкість втулки, збільшується строк її служби завдяки повторним наплавленням. Регульований поріг 2 забезпечує точну подачу листа у формувальну втулку. Ролики 3 фіксують положення другої половини витка. За допомогою вивідної проводки 4 фіксується положення вихідної труби.

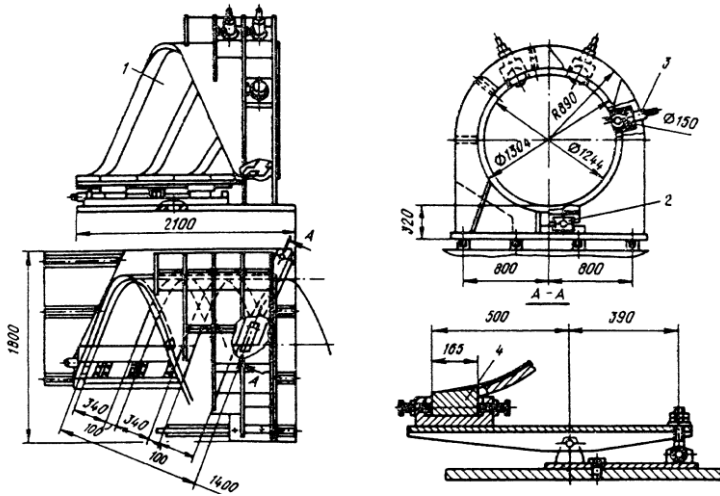


Рисунок 3.35 - Формувальний пристрій напіввтулкового типу

На рис.3.36 показаний формувальний пристрій роликів типу фірми "Intercontinental enterprises" (США)

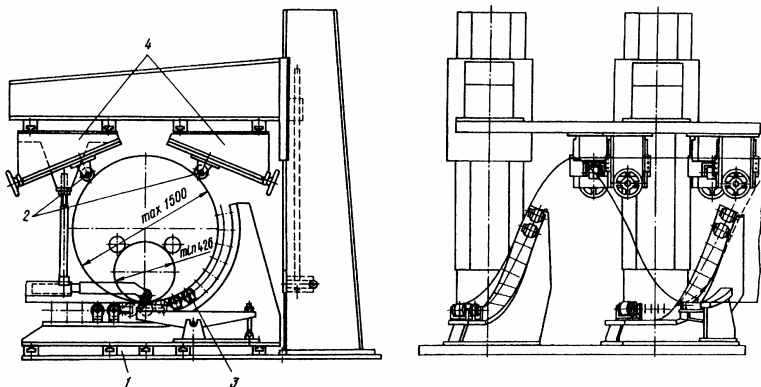


Рисунок 3.36 - Формувальний пристрій роликового типу

Формувальна машина встановлена на рамі 1 і складається з двох пар притискних 2 і підтримувальних роликів 3, розташованих недалеко від крайок смуги і встановлених по осі труби, а також чотирьох комплектів підтримувальних роликів (по два- три ролики в кожному), положення яких регулюється залежно від необхідного діаметра труби, ширини, товщини й механічних властивостей матеріалу смуги. При настроюванні труби на потрібний діаметр нижні ролики переміщуються гвинтами по похилих площинах напрямних кареток. Каретки верхніх роликів 4 установлені на кронштейнах, що мають вертикальне переміщення в напрямних двох стійок від електропривода з гвинтовою передачею. Уздовж осі труби каретки роликів встановлюються переміщенням по підтримувальних напрямних балках. Прийнята чотирьох-роликівна схема не забезпечує стабільного формування в зоні вигину смуги й надійної підтримки першого сформованого витка труби, у зв'язку з чим у виготовлених станів нижні формувальні ролики були замінені роликівними "полозами" у вигляді вигнутих по радіусу, близькому до радіусу готової труби, роликівних обійм.

Контрольні питання

Література: [1-3]

Лекція Обладнання для видалення ґрата

3.15 Пристрої для видалення ґрата різцями та обтисненням

При виготовленні зварних труб утворюється зовнішній і внутрішній ґрат (іноді його називають посиленням зварного шва) - напливи зварювального металу, що виходять за межі геометричних розмірів виробу. Наявність ґрата обмежує область застосування зварних труб. Видалення ґрата із зовні-

шньої поверхні труб здійснюється різцями, встановленими за зварювальною кліттю, не являє труднощів і широко використовується на всіх трубозварювальних станах. Зняття ж внутрішнього грата приводить до зниження продуктивності станів, крім того, цей процес не можна контролювати візуально.

Видалення внутрішнього грата здійснюють такими способами: механічне зняття різцем у потоці трубозварювальних станів або різцем в окремо розміщених пристроях; спалювання в струмені кисню; електроерозійне й електролітичне видалення; деформування внутрішнього грата закатуванням у потоці трубозварювальних станів, забиванням (у пластичному стані) вібраційним бойком або волочінням на оправці. До технологічних прийомів відноситься запобігання утворення внутрішнього грата при зварюванні.

Найбільше поширення одержало механічне видалення внутрішнього грата різцями. За звичай різець розташовують на жорсткій штанзі або оправці, що фіксується усередині труби з боку входу у зварювальну кліть. На рис.3.36 показано один з найбільш досконалих пристроїв різцевого типу. Штанга гратознімача опирається на внутрішню поверхню труби роликом 1. Вісь ролика закріплена в плунжері 2, що переміщається в корпусі 3 і при зрізанні грата притискає різець до внутрішньої поверхні труби. Масло в робочу порожнину циліндра подається через систему отворів 4 у штанзі гратознімача.

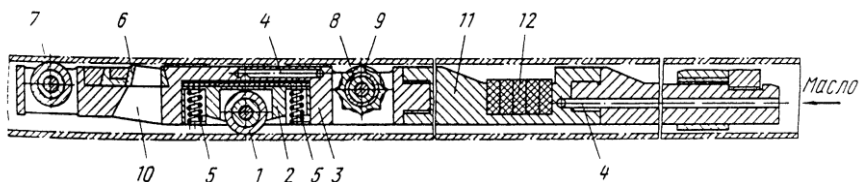


Рисунок 3.36 - гратознімач конструкції АТ "ВНДІМЕТМАШ" для видалення внутрішнього грата різцем у потоковій лінії ТЕЗА

При відключенні гідравліки пружини 5 видавлюють масло з робочого циліндра й повертають нижній опорний ролик у корпус, у результаті чого відбувається опускання штанги. Різець 6 кріпиться до корпусу між верхніми опорними роликами 7 і 8. Ролики обмежують глибину впровадження різця в метал труби, завдяки чому внутрішній грат віддаляється з високою точністю. Ролик 8 оснащений зірочкою 9 для насічки грата. Зрізаний грат відділяється від різця через напрямне вікно 10 і потім видаляється із труби. Корпус 3 жорстко закріплений з феритотримачем 11. Для зменшення впливу штанги гратознімача на процес нагрівання крайок, феритотримач виконується з немагнітної сталі. У феритотримачі є паз для феритних кілець 12, які знижують втрати потужності у зварювальному трансформаторі. Це дозволяє використовувати гратознімач для видалення внутрішнього грата при зварюванні труб струмами високої частоти.

Штанга гратознімача кріпиться за допомогою стійки однієї із клітей формувального стану з валками відкритого калібру. Конструкція стійки дозволяє переміщати штангу гратознімача в горизонтальному й вертикальному напрямках. Механізм кріплення обладнаний пристроєм для повороту штанги в обидва боки відносно шва при любых зсувах. Середня стійкість різця гратознімача становить 2 години. Для заміни різця стан зупиняють, у трубі автогенним різачом вирізають вікно й замінюють зношений різець. На заміну різця витрачають 5- 6 хв. Такий гратознімач не знижує швидкість зварювання труб, простий і надійний в експлуатації.

На рис. 3.37 показаний пристрій для закатування внутрішнього грата.

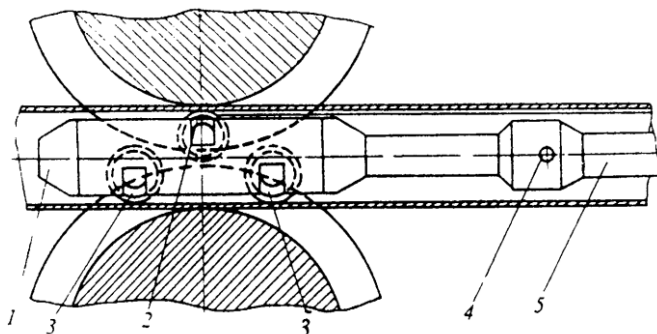


Рисунок 3.37 - Роликова голівка для закатування внутрішнього грата

Голівка являє собою масивний корпус 1, у якому жорстко закріплені верхній закатувальний ролик 2 і два нижніх опорних ролики 3. Корпус з'єднаний штифтом 4 з тягою 5, яка, у свою чергу, за допомогою стійки нерухомо закріплена на станині робочої кліті формувального стану. Закатування грата виконують верхнім робочим роликом, нижні ролики є опорними й котяться по внутрішній поверхні труби. Перед експлуатацією ролики голівки виставляються по шаблону з таким розрахунком, щоб відстань між нижніми опорними й верхнім роликом, що розкатує, дорівнювала внутрішньому діаметру труби з плюсовим допуском. Корпус голівки, що розкатує, міститься всередині труби так, щоб вісь робочого ролика перебувала в одній площині з осями роликів гладильної кліті.

Розкатування виконується при температурі шва 500 - 600 °С. У цьому інтервалі температур грат має ще достатню пластичність. Розкатування грата при більше високих температурах поблизу зони зварювання приводить до налипання крапель розплавленого металу на ролики, внаслідок чого відбувається їхнє заклинювання. При установці гратозакатувальної голівки на значній відстані від зони зварювання при більше низьких температурах остиглий грат вдавлюється у зварний шов, що приводить до утворення мікротріщин. У зв'язку з більшими навантаженнями й високою температурою створюються тяжкі умови роботи підшипників робочих і опорних роликів. Тривалість їх-

ньої роботи становить 40 - 60 хв., а при розкатуванні ґрата в трубах, до якості яких висувають підвищені вимоги, не більше 20 - 30 хв.

Контрольні питання

Література: [1,2]

Лекція Машини для правлення труб

3.16 Косовалкові трубоправильні машини

Круглий металопрокат, труби й трубні заготовки правляться, переважно, на косовалкових правильних машинах, робочі валки яких розташовуються під кутом до виробу, що піддається виправленню (рис. 3.38) [19; 23]. На таких машинах досягається висока якість одержуваних виробів, обумовлена тим, що кругла заготовка при проходженні в робочих валках обертається й одержує досить велику кількість знакозмінних вигинів.

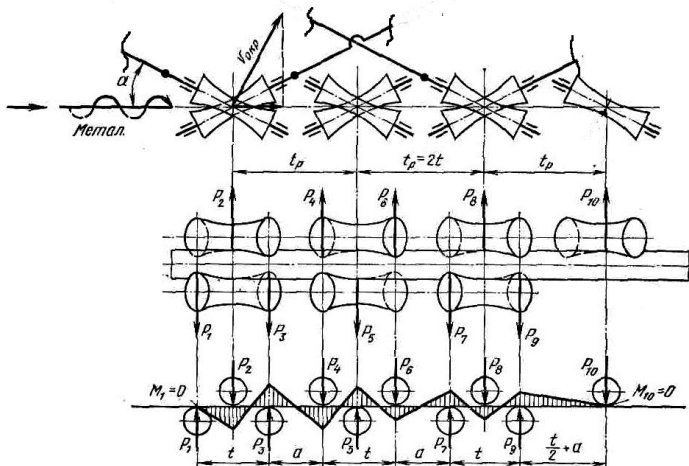


Рисунок 3.39 - Принципова технологічна схема процесу виправлення круглого металопрокату, труб і трубних заготовок на косовалкових багатороликових правильних машинах [19; 23]

Косовалкові правильні машини підрозділяються на машини з робочими валками різної й з робочими валками однакової довжини [23; 24]. На машинах з робочими валками різної довжини піддають виправленню круглі вироби з високими показниками жорсткості поперечного перерізу, що включають у себе круглий прокат, трубну заготовку й товстостінні труби, які мають відношення зовнішнього діаметра до товщини стінки D/s не більше 30. Відзначене обумовлене тим, що через різну довжину валків в одній обоймі й звичайного для машин такого типу приводу обертання тільки для одного ряду валків круглі вироби в процесі виправлення піддаються підвищеному тертю, а при задаванні круглих виробів у першу пару валків і при передачі з однієї валкової обойми в іншу не гарантується стабільність їхньої осі щодо осі виправлення, що приводить до перекручування профілю поперечного перерізу труб. Однакова довжина й привід всіх валків визначають поліпшені умови захоплювання круглих виробів першої парою робочих валків і передачі їх з одного калібру в інший, тобто косовалкові машини даного типу забезпечують найменшу різницю ковзання усередині кожної пари робочих валків, що дозволяє застосовувати їх для виправлення тонкостінних заготовок з відношенням зовнішнього діаметра до товщини стінки D/s понад 30 і труби, до якості поверхні яких висуваються підвищені вимоги. Правильні машини даного типу випускаються, в основному, трьох видів, а саме машини з трьома валковими обоймами, машини з чотирма валковими обоймами, машини з п'ятьма валковими обоймами [23].

Якість виправлення труб залежить від кількості валкових обойм. На машинах з трьома валковими обоймами гарантований показник поздовжньої кривизни становить ≤ 1 мм на погонний метр, на машинах з чотирма валковими обоймами $\leq 0,8$ мм на погонний метр, а на машинах з п'ятьма валковими обоймами $\leq 0,5$ мм на погонний метр. Це обумовлене тим, що на машинах з трьома валковими обоймами реалізується тільки одне-трикутна схе-

ма виправлення, на машинах із чотирма валковими обоймами - двох-трикутна й трапецієподібна схема виправлення, а на машинах з п'ятьома валковими обоймами можливе застосування двох-трикутної, багатотрикутної, трапецієподібної й трапецієподібно - трикутної схем (рис. 3.40, 3.41) [24].

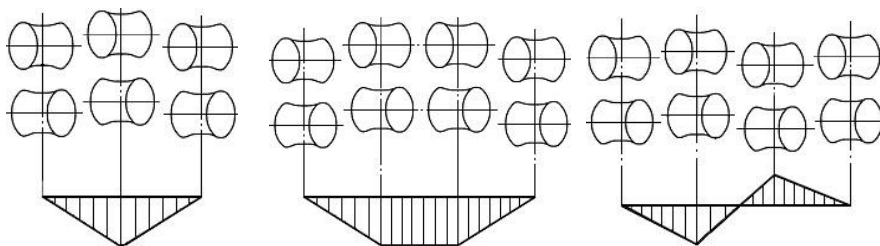
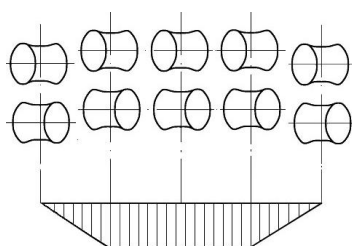
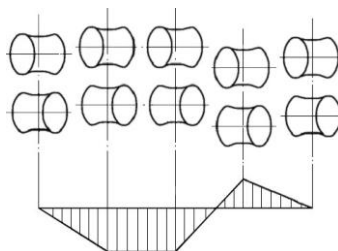


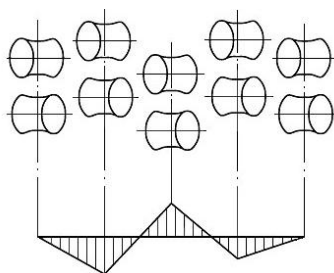
Рисунок 3.40 - Схеми правлення на машинах з трьома (а) та чотирма (б,в) валковими обоймами



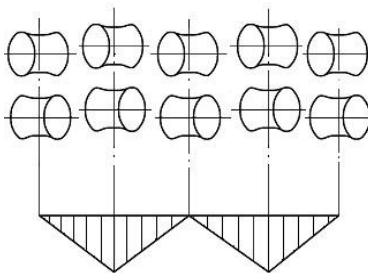
а



б



в



г

Рисунок 3.41 - Схеми правлення на машинах з п'ятьма валковими обоймами: а-трапецієподібна, б – трапецієподібно- трикутна, в – багатотрикутна, г - двохтрикутна

У зв'язку з тим, що споживачами з кожним роком підвищуються вимоги до якості виправлення, машинами з п'ятьома валковими обойма- мі оснащена більшість сучасних агрегатів.

До недоліків розглянутих типів косовалкових правильних машин можна віднести невисоку якість виправлення кінців круглих виробів, оскільки на довжині, рівній приблизно половині кроку, їхні кінцеві ділянки не піддаються вигину.

Розглянемо типову конструкцію косовалкової правильної машини. Конструкція машини фірми "Бигвуд" (Англія) з робочими валками однакової довжини, представлена на рис. 3.42, має робочу кліть, що складається з підстави 1 і траверси 2, стягнутих колонами 3. На кожній парі колон встановлені супорти 4, що несуть планшайби з верхніми валками 5 і переміщуються електромеханічними приводами 6. Кутова настройка кожного валка здійснюється поворотом планшайби навколо вертикальної осі за допомогою гвинта 7. Нижні крайні валки 8 по вертикалі не переміщуються. Кутове настроювання цих валків здійснюється гвинтами 9. Середній нижній валок 10 кріпиться на такому ж супорті, як і верхні, і настроюється по вертикалі для створення прогину. Привід машин груповий для кожного ряду валків від двох електродвигунів 11 через шестеренну кліть 12 і карданні вали 13.

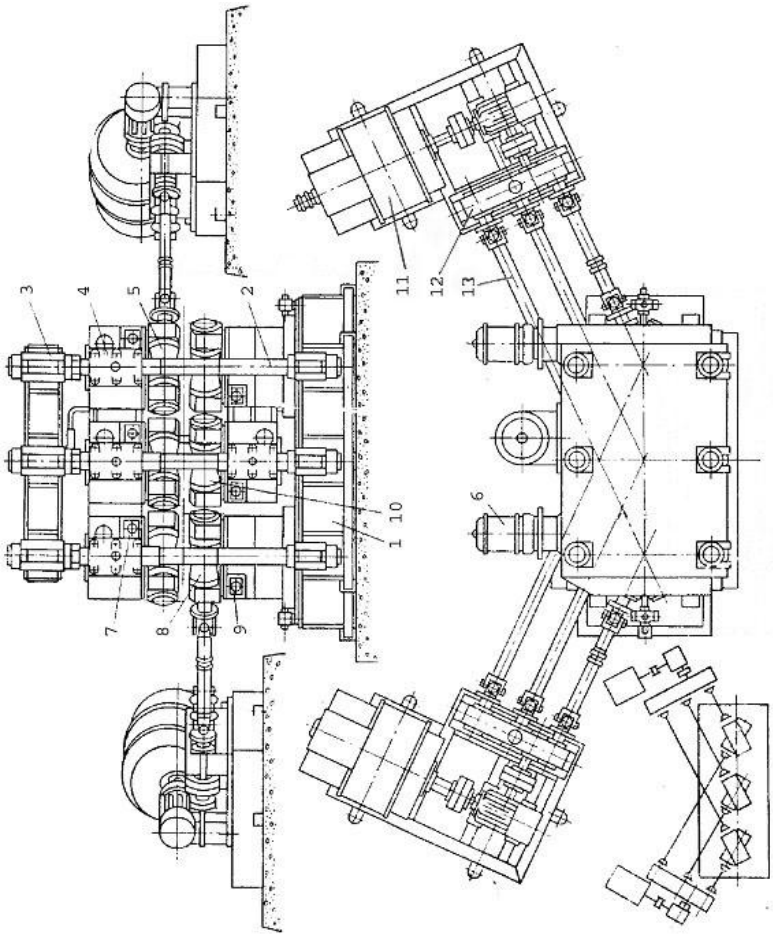
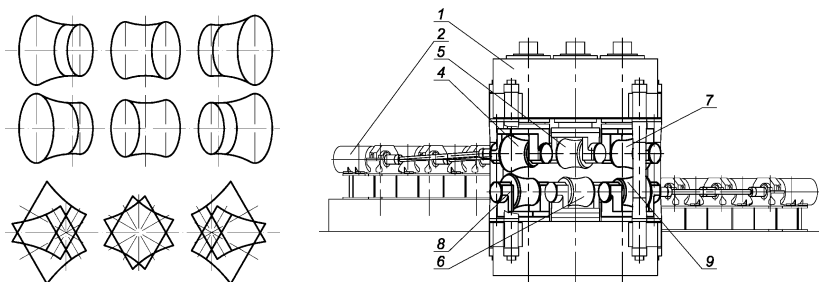


Рисунок 3.42 - Конструкція трубоправильної шестиродкової машини фірми "Бігвуд"

Одним з напрямків розвитку процесу виправлення труб на косовалкових трубоправильних машинах є розширення діапазону труб, що виправляються на одній машині без збільшення сили виправлення. Зниження навантажень на машину можливо при збільшенні кроку машини, т.е. відстані між двома послідовно розташованими валковими обоймами [61]. Однак зі збільшенням кроку валків погіршується якість виправлення труб з малим діаметром із сортаменту й, що особливо важливо, збільшується довжина кінцевих ділянок, що не виправляються. Розширення діапазону труб, що виправляються на одній машині можливе шляхом використання комбінованого профілювання валків двох крайніх обойм звичайної шестивалкової машини (рис. 1,27) так, щоб забезпечувалося зменшення межопорної відстані при виправленні труб малого діаметра й збільшення межопорного роз- стояння при виправленні труб великого діаметра.



Для цього в правильній косовалковій машині, що складається з робочої кліті 1 і головного приводу 2, валки трьох обойм встановлюються як звичайно під певним кутом (наприклад, 300 - 350) до осі виправлення 3 [61,66]. Бочки валків 4 і 8 перші обойми виконуються у вигляді двох ділянок - середнього й бічного, при цьому бічні ділянки бочок розполага- ються ліворуч від середніх. Бочки валків 5 і 6 середньої обойми виконуються симетричними щодо осі. Бочки валків 7 і 9 третьої обойми, як і бочки валків першої обойми, виконуються у вигляді двох ділянок, але бічні ділянки розташовуються праворуч від середніх. При виправленні труб малого діаметра валки першої й третьої

обойми контактують із ними профілем середньої ділянки бочок, а між профілем бічних ділянок бочок і трубою або трубною заготовкою контакт відсутній. При виправленні труб великого діаметра валки першої й третьої обойми контактують із трубою або трубною заготовкою профілем бокових ділянок бочок, а між профілем середніх ділянок бочок і трубою або трубної заготовкою контакт відсутній. У цій машині при виправленні круглих виробів малого діаметра межопорное відстань дорівнює кроку, тобто відстані між осями горловин бочок валків. У цій машині при виправленні круглих виробів малого діаметра межопорное відстання дорівнює кроку, тобто відстані між осями горловин бочок валків. Довжина середньої ділянки бочок валків першої й третьої обойми, розрахована з умови забезпечення одного обороту труби або трубної заготовки малого діаметра, в 2- 2.5 рази менше довжини бочок валків середньої обойми, що розраховується для забезпечення не менш одного обороту максимальної труби або трубної заготовки. Це дозволяє при виправленні труб малого діаметра наблизити валки крайніх обойм до валень середньої обойми, тобто зменшити крок валків машини, забезпечуючи тим самим розширення діапазону що виправляються изделий убик зменшення діаметра зі збереження необхідної якості їхнього виправлення. При виправленні труб більшого діаметра контакт їх з бочками валків крайніх обойм реалізується на крайніх ділянках бочок. Таким чином, межопорное відстань збільшується, що дозволяє знизити навантаження на валок найбільш навантаженої середньої обойми, забезпечуючи тим самим розширення діапазону виробів, що виправляються, убик збільшення діаметра зі збереженням наявної навантажувальної здатності машини.

Контрольні питання

Література: [11-16]