**ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ ПРЕСУВАННЯ І ВОЛОЧІННЯ**

**1 ВВЕДЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЮ ПРЕСУВАННЯ**

Пресування металів спосіб обробки тиском, який полягає у видавлюванні (екструдуванні) металу із замкнутої порожнини (контейнера) через отвір матриці, форма і розміри якого визначають перетин пресованого профілю.

При пресуванні металів створюється високий гідростатичний тиск, внаслідок чого значно підвищується пластичність металу. Пресуванням можна обробляти багато крихких матеріалів, які не піддаються обробці іншими способами (прокаткою, куванням, волочінням).

Цей процес є типовим для багатьох галузей промисловості. Наприклад, його використовують при формуванні хімічних волокон, стрижнів і труб з високомолекулярних сполук, джгутів з гуми, стрижнів з графіту, панелей з будівельних паст.

Назва походить від англійського слова extrusion - видавлювання, формование.

Процес пресування найбільш широко поширений при обробці металів і сплавів. Пресуванням виготовляють довгомірні напівфабрикати найрізноманітнішого поперечного перерізу (прутки, труби та профілі) з алюмінієвих, магнієвих, мідних, титанових сплавів, сталей, жароміцних та інших металів і сплавів.

За спрощеною схемою процеси пресування металів підрозділяються на два основні методи - прямий і звернений або зворотній.

Розрізняють такі види пресування металів (рис.1):

з прямим стіканням металу (напрям руху металу збігається з напрямом руху прес-шайби - схеми а і б) і

зі зворотнім (метал тече назустріч руху матриці, яка виконує також функції прес-шайби, - схеми в і г).

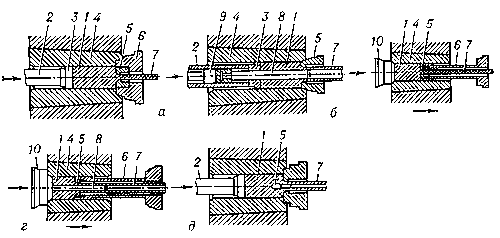


Рисунок 1.1 - Схеми пресування профілю суцільного перетину

а - з прямим стіканням металу, б - труби з прямим стіканням металу;

в - профілю суцільного перетину із зворотним стіканням металу; г - труби із зворотним стіканням; д - труби або полого профілю із заготівки суцільного перерізу (пресування зі зварюванням); 1 - заготовка; 2 - прес-штемпель; 3 - прес-шайба; 4 - контейнер; 5 - матриця; 6 - матріцеутримувач; 7 - прес-виріб; 8 - голка; 9 - голкотримач; 10 - пробка.

При пресуванні металу (заготівля -1) з прямим стіканням профілю суцільного перетину (схема а) прес-штемпель (2) через прес-шайбу передає тиск на заготовку (1), що знаходиться в контейнері (4). При цьому метал заготовки видавлюється в отвір матриці (5), закріпленої в матріцеутримувачі (6), і утворює профіль - прес-виріб (7).

Швидкість витікання профілю в стільки разів перевищує швидкість руху прес - штемпеля (швидкість пресування), у скільки разів площа перетину порожнини контейнера більше площі отвору в матриці.

При пресуванні труби з прямим стіканням (схема б) метал заготовки (1) видавлюється в кільцевий зазор між матрицею (5) і голкою (8), утворюючи трубу (7) заданої конфігурації. У цьому випадку заготовка (1) зміщується не лише відносно контейнера (4), але і щодо голки (8).

При пресуванні металу із зворотним стіканням (схема в) силовий вплив на заготовку (1) здійснюється через контейнер (4), який рухається у напрямку, вказаному стрілкою, скрізь укорочений прес-штемпель - пробку (10), яка замикає контейнер (5). З іншого боку контейнер замикається подовженим матріцеутримувачем (6), в якому закріплена матриця (5). При переміщенні контейнера (4) разом з ним переміщується заготовка (1), і метал видавлюється в канал матриці, утворюючи профіль (7).

При пресуванні металу з прямим стіканням (схеми а, б) внаслідок тертя металу з поверхнею контейнера периферійні шари заготовки отримують значно вищі зсувні деформації, ніж центральні шари. Нерівномірність деформації приводить до відмінності структури і властивостей по перетину виробу; особливо помітно це при пресуванні прутків великого діаметру.

При пресуванні металу із зворотним стіканням (схеми в, г) тертя металу з поверхнею контейнера відсутнє, унаслідок чого нерівномірність структури і властивостей вздовж перетину виробу значно менше. Крім того, при зворотньому стіканні значно менші зусилля, необхідні для пресування металу, завдяки чому можливе зниження температури нагріву заготовок і підвищення швидкості процесу.

Для отримання труб і порожнистих профілів з алюмінієвих і магнієвих, а в деяких випадках мідних і титанових сплавів використовується також пресування металу зі зварюванням (схема д). Заготівля (1) під тиском, переданим прес-штемпелем (2), розсікається гребінем матриці (5) залежно від його конструкції на два або декілька потоків металу. Потім ці потоки під дією високого тиску зварюються, охоплюючи суцільною масою голку матриці, виконану разом з гребінем. Остаточно труба формується в кільцевому зазорі між матрицею і голкою.

**2. РОЗВИТОК МЕТОДІВ ПРЕСУВАННЯ**

Запропоновано також інша більш детальна класифікація з урахуванням конструкції обладнання, інструменту, побудови технологічного процесу.

Їх можна розділити на дві великі групи - пресування напівфабрикатів і пресування деталей.

Перша група - пресування напівфабрикатів з різних металів і сплавів.

Друга група - пресування виробів невеликої довжини (близькою до довжини пуансона). Наприклад, клапанів, турбінних лопаток, цапф причепа та інших деталей для різних видів машинобудування.

Пресування напівфабрикатів може бути розділене на дві великі підгрупи:

а) перша підгрупа – типом устаткування, що застосовується, його конструкцією і конструкцією комплекту інструменту;

б) друга підгрупа - типом побудови технологічного процесу.

До першої підгрупи першої групи відносяться:

1) пряме пресування прутків, профілів і труб;

2) зворотне пресування прутків і профілів;

3) поєднане пресування труб;

4) поперечне - бічне пресування;

5) пресування труб і порожнистих профілів на прутковому пресі через комбіновану матрицю - пресування зі зварюванням;

6) пряме пресування профілів змінного перерізу;

7) зворотне пресування профілів змінного перерізу;

8) пряме пресування профілів періодичного перетину;

9) пряме пресування труб змінного і періодичного перерізів;

10) зворотне пресування труб змінного перерізу;

11) пряме пресування труб несиметричного перерізу;

12) гідростатичне видавлювання рідиною високого тиску.

До другої підгрупи першої групи відносяться:

1) безперервне пресування;

2) вакуумне пресування;

3) холодно-швидкісне пресування;

4) пресування без прес-залишків;

5) пресування прутків і профілів із сорочкою;

6) ізотермічне пресування;

7) пресування у воду або інертний газ.

Друга група процесів включає наступні різновиди:

1) зворотне пресування труб на пуансон;

2) ударне холодне пресування;

3) пресування з протитиском;

4) пресування окремих деталей.

**2.1. Методи пресування, що відрізняються конструкцією преса і налаштуванням інструменту**

**2.1.1.Пряме пресування прутків, профілів і труб**

За прямого пресування прутків, профілів і труб злиток, поміщений до контейнеру, отриманий виріб і пуансон рухаються в одному напрямку. При цьому методі пресування (рисунок 2.1) злиток переміщається в нерухомому контейнері преса, тому з'являються сили тертя між злитком і стінками контейнера. Пресування називається прямим, тому що наповнення течії металу збігається з напрямом руху пуансона.

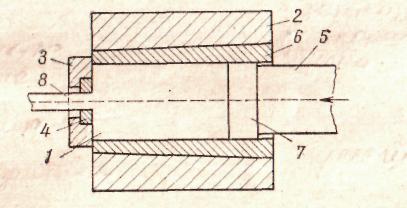


Рисунок 2.1 - Схема процесу прямого пресування прутка

1 - заготовка; 2 - контейнер; 3 - матріцеутримувач; 4 - матриця; 5 - поршень; 6 - втулка; 7 - пресшайба; 8 – прес-виріб.

Контейнер - це втулка з циліндричною порожниною, і пресування ведеться з циліндричного злитка. Діаметр злитка або пресованої заготівки залежить від розміру виробу і коливається від 60 мм на малих пресах до 1200 мм на потужних пресах. При пресуванні широких профілів типу панелей з великим співвідношенням ширини профілю

і товщини його полки застосовують контейнери з втулкою прямокутного перерізу.

**2.1.2. Зворотнє пресування прутків і профілів**

При зворотньому пресуванні протяг металу відбувається без переміщення злитка в контейнері. Сили тертя між злитком і стінками контейнера не виникають, внаслідок чого значно зменшується дія зовнішніх сил тертя на метал, що деформується, і загальне зусилля пресування. За цим методом пресування порожнистий пуансон 1 і матриця, яка поміщається на його кінці 2, ввдавлюються в контейнер 3 і виріб витікає в порожнину пуансона (рисунок 2.2).

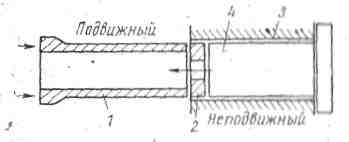


Рисунок 2.2 - Схема зворотного пресування прутка

1-пуансон; 2 - матриця; 3 - контейнер; 4 – злиток

Контейнер може бути нерухомий, тоді рухається порожнистий пуансон. Може бути навпаки - рухливий контейнер, що насувається зі злитком 4 на порожнистий пуансон. Напрямок течії металу протилежно, напрямку руху матриці з пуансоном і тому пресування називається зворотним. Для пресування цим методом використовують преси спеціальної конструкції.

**2.1.3. Суміщене пресування труб**

У виробництві труб великого діаметру понад 100 мм застосовується метод суміщеного пресування. Сутність цього методу полягає в тому, що в ньому поєднано один за іншим йдуть два процеси:

а) прошивка без втрати металу на пробку (виникнення стакана);

б) винекнення труби зі стакана методом прямого пресування.

Суміщене пресування здійснюють наступним чином: в контейнер вводять звичайну пруткову пресшайбу (рисунок 2.3), яка закриває отвір матриці 3 на деякий час, утворення стакану (прошивки злитка голкою 4) або, як це роблять у пресах сучасних конструкцій, отвір матриці закривають за допомогою спеціального пристрою. Далі подають злиток 5, який пуансоном 2 і прессшайбою 6 вдавлюється в контейнер. Перед початком прошивки злиток обжимають для заповнення контейнера. На рисунку 2.3, а показано положення злитка і інструменту перед початком прошивки. Щоб забезпечити зворотній рух металу в процесі прошивки зливка і виникнення стакану необхідно зняти тиск і відсунути пуансон, відповідно об’єму витісненого металу.

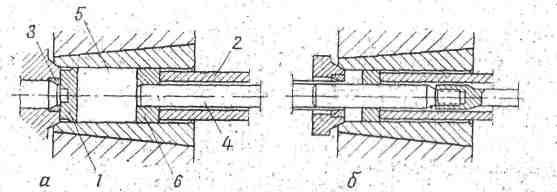


Рисунок 2.3 - Схема методу суміщеного пресування труб

1 - пресшайба; 2 - пуансон; 3 - матриця; 4 - голка; 5 - злиток

На рисунку 2.3, б видно положення злитка і інструменту в кінці ходу прошивки злитку після того як утворений стакан, видаляють пресшайбой 1 або відкривають затвор і рухом голки вперед вирізається дно склянки; голка входить в матрицю, утворюючи кільцевий зазор, через який при русі шплінтона вперед відбувається пряме пресування труби заданого розміру.

**2.1.4. Поперечно-бічне пресування**

Спосіб отримання прутків поперечним пресуванням за схемою, показаної на риснку 2.4. Матриця розташована під прямим кутом до осі пуансона. Зусилля плунжера-преса діє на заготовку в напрямку її поздовжньої осі, а метал, який випресовано, виходить з матриці під кутом 90 до напрямку дії зусилля преса. Бічне пресування може бути одноканальним і двоканальним з розташуванням матриці з двох сторін контейнера.

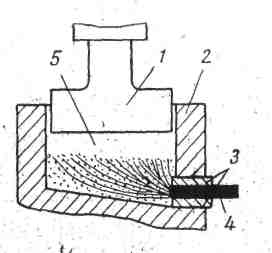


Рисунок 2.4 - Схема поперечного бічного пресування:

1 - пуансон; 2 - контейнер; 3 - матриця; 4 - пресвиріб; 5 – заготовка

Поперечно-бічне пресування застосовують при виготовленні високоякісних пружин для клапанів літаків, а також накладення алюмінієвих і свинцевих оболонок на електричний кабель. Характер течії металу при поперечному пресуванні забезпечує мінімальну різницю механічних властивостей виробу в поздовжньому і поперечному напрямках. При поперечному пресуванні: деформація може досягати високих значень, що підвищує міцність виробу. Поперечно-бічним пресуванням можна виготовляти не тільки прутки, але й труби. Для цієї мети застосовують так звану язичкову матрицю, принцип дії якої описаний далі. Застосування бічного пресування дає можливість використовувати вертикальний прес для отримання виробів максимально можливої довжини.

**2.1.5. Пресування труб і порожнистих профілів через комбіновану матрицю - пресування зі зварюванням**

Комбінована матриця (язичкова матриця, місткова матриця, або матриця з вмонтованою голкою). Вона складається з матриці і голки.

Процес пресування здійснюється на пруткових пресах прямої дії наступним чином: нагрітий метал при русі в контейнері під дією пуансона розсікається гребінем матриці на кілька потоків. Ці потоки металу обтікають голку, вмонтовану в гребінь матриці, і в особливих «кишенях» зварюються під великим тиском, який утворюється при цьому внаслідок тиску преса на пуансон. Цей різновид іноді називають пресуванням зі зварюванням. Потім метал остаточно формується в зазорі між матрицею і голкою, і виходить в готовому вигляді. Існують комбіновані матриці чотирьох типів:

а) з виступаючим гребінцем;

б) з втопленим грібінем;

в) з полуутопленним гребінем;

г) камерні матриці.

На рисунку 2.5 показані три типи матриць для пресування порожнього профілю.

Метод пресування порожнистих виробів в комбіновану матрицю освоїний на алюмінієвих і магнієвих сплавах.

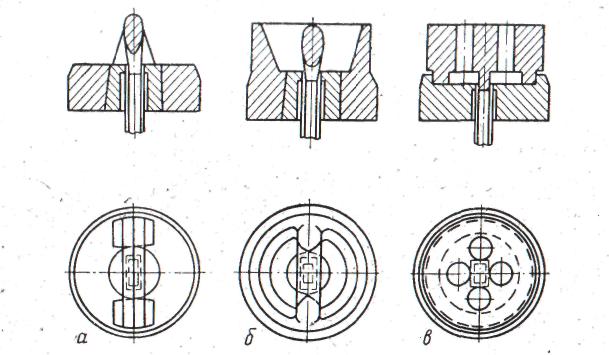


Рисунок 2.5 - Ескіз язичкові матриці для пресування:

а- з виступаючим гребінем, б- з втопленим гребінем; в- з плоским гребінем

Метод пресування в цю матрицю дає можливість отримувати труби з блискучою внутрішньою поверхнею, усуває утворення різностінності, економити витрати на сталь для голки пресового інструменту. Однак виготовлення язичкових матриці трохи складніше і дорожче звичайних матриць і голок.

**2.1.6. Пряме пресування профілів змінного перерізу**

Профілі змінного по довжині перетину ведеться двома шляхами: застосування конічних голок і застосування матриці з рухомими частинами. Перший шлях схожий зі звичайним пресуванням труб, тільки замість циліндричної голки застосовують конічну голку, що утворить разом з матрицею перетин необхідного профілю.

**2.1.7. Зворотнє пресування профілів змінного перерізу**

Зворотнє пресування профілів змінного перерізу проводять на звичайних пресах. Схема наведена на рисунку 2.7.

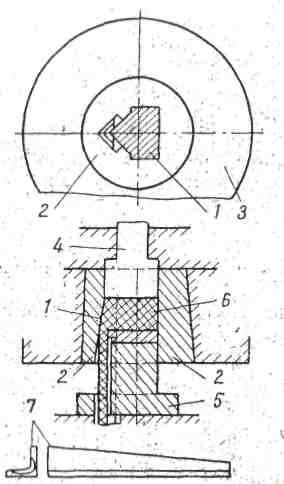


Рисунок 2.7 - Схема зворотнього пресування профілів змінного перерізу:

1 - матриця; 2 - профілюючий вкладиш; 3 - корпус контейнера; 4 - виштовхувач; 5 - матріцеутримувач; 6 - заготовка; 7 - пресвиріб

Для утворення змінного перерізу профілю використовується конічний вкладиш контейнера, який визначає конус профілю.

**2.1.8. Пряме пресування профілів періодичного перерізу**

Профілі періодичного перерізу роблять довжиною кілька десятків метрів. Вони складаються або з профілю основного перерізу і однієї закінцівки (рисунок 2.8); із профілю основного перерізу і двох закінцівок; із профілю, де різні перетини, повторюються периодично, неодноразово.

Закінцівка - друга ступінь профілю - має довжину від 200 до 500 мм і призначена для виготовлення вузла кріплення профілю до інших елементів конструкції. Іноді для полегшення, деформації металу в місці переходу (зміни) перерізів передбачають додатково перехідну зону довжиною до 100 мм.

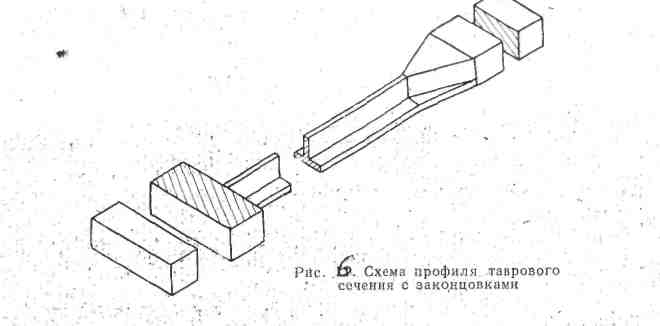


Рисунок 2.8 - Схема профілю таврового перетину з закінцівками

Способи пресування профілів періодичного перерізу:

1) роздільне пресування основного перерізу і закінцівки за допомогою декількох розбірних матриць;

2) одночасне пресування основного перерізу і закінцівки за допомогою декількох або однієї розбірної матриці;

3) спосіб двократного пресування;

4) пресування профілів періодично змінюється переріз зі зворотним закінченням металу;

5) пресування профілю з двома закінцівками.

**2.1.9. Пряме пресування труб змінного і періодичного перерізів**

Для пресування труб змінного перерізу прямим методом застосовують конічну голку, яка і визначає при пресуванні конус внутрішньої порожнини труби.

Ці труби роблять із внутрішніми та зовнішніми закінцівками, потовщеннями з обох кінців труби, а також з внутрішніми потовщеннями - ребрами жорсткості. Потовщень може бути не тільки двоє по кінцях труби, але і більше двох; труби можуть бути з одним зовнішнім і одним внутрішнім потовщеннями. Виробництво кожного з цих видів труб індивідуально і вимагає свого налаштування преса, а також послідовності технологічних операцій.

Схема пресування труб із внутрішніми потовщеннями наведена на рисунку 2.9. Робоча частина голки має різні діаметри, відповідні внутрішнім діаметрам труби в основному перерізі і потовщенням.

Технологія пресування труб з одним зовнішнім і одним внутрішнім потовщеннями аналогічна описаній вище лише з тією різницею, що одне потовщення пресують в роз'ємну матрицю за принципом пресування законцовочних профілів.

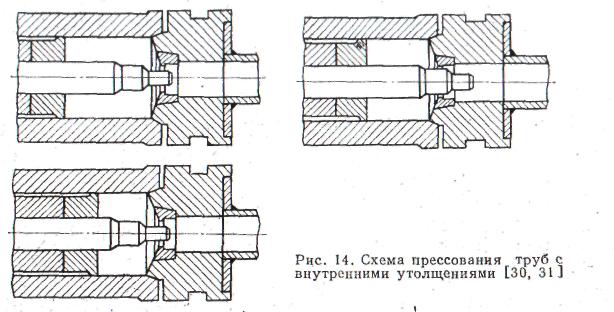


Рисунок 2.9 - Схема пресування труб із внутрішнім потовщенням

На рисунку 2.10 наведена схема пресування труби з зовнішніми потовщеннями. Голка за довжиною має діаметр різного розміру, який періодично змінюється.

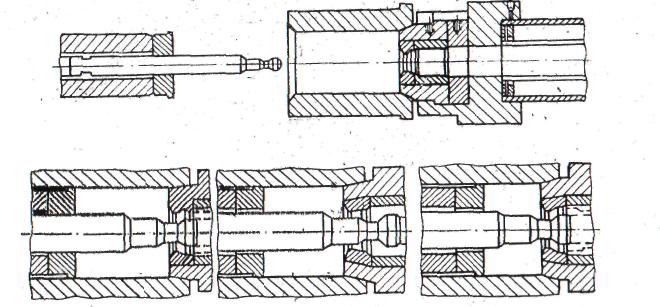


Рисунок 2.10 - Схема пресування труб з двома зовнішніми потовщеннями

Перша частина голки, встановленої в матрицю, має малий діаметр. Інша частина голки має більший діаметр, то вихідна труба при проходженні через неї збільшується, і внутрішній діаметр її стає відповідним більшому діаметру голки.

**2.1.9.Пряме пресування труб несиметричного перерізу**

Методом пресування можна отримувати труби несиметричного перерізу, особливо це актуально для матеріалів із кольорових металів. На рисунку 2.11 показані матриці для пресування профілю несиметричного перерізу з паразитним отвором.

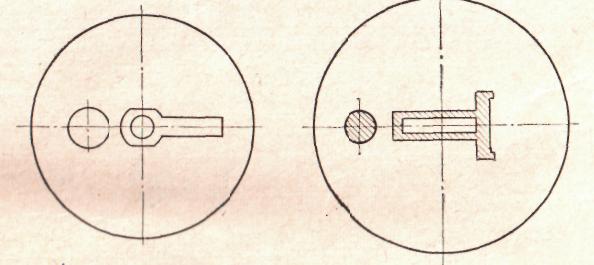


Рисунок 2.11 - Матриця для пресування порожнього профілю несиметричного перерізу з паразитним отвором

Труби змінного перерізу з зовнішніми потовщеннями і плавним переходом можна пресувати трьома способами:

а) з розсувною матрицею, що вимагає складного і потужного

механізму розсування секторів матриці;

б) з фігурною голкою, аналогічно показаному;

в) з рухомою голкою, яка має конфігурацію готової труби.

З нових способів пресування виробів і заготовок розглянемо спосіб безперервного пресування, названий способом Конформ, схема якого наведена на рисунку 2.12. Спосіб заснований на застосуванні рухомого обертового інструменту у вигляді колеса з врізаною канавкою і прикріпленого до нього нерухомого інструменту, який називається черевиком, причому в торці башмака встановлена матриця, яка перекриває канавку колеса.

В якості заготовки використовується пруток 7, котрий задається в струмок 2, виконаний на робочому колесі 1 у вигляді кільцевої канавки і з зовнішнього боку закритий притискним черевиком 3, на внутрішній поверхні якого виконаний виступ 4, який охоплює заготовку 7. У черевику 3 закріплений блок інструменту з пресовою матрицею 5.

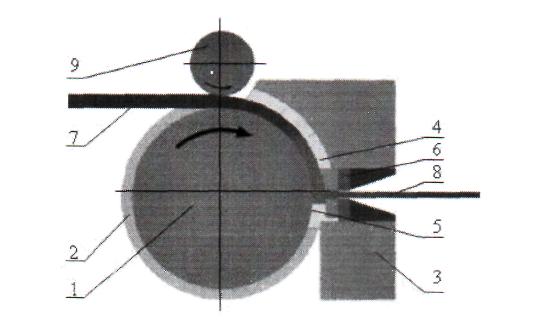


Рисунок 2.12 - Схема процесу безперервного пресування за способом Конформ:

1 - робоче колесо, 2 - кільцева канавка, 3 - черевик, 4 - кільцева вставка, 5 - вставка, 6 - матриця, 7 - заготовка, 8 - виріб, 9 - валок

При подачі пруткової заготовки в зазор між черевиком і колесом, вона просувається в камеру пресування, утворену поверхнями башмака і канавки, під дією сил тертя по поверхні контакту з обертовим колесом і досягає матриці. У зоні, безпосередньо перед матрицею заготівка піддається інтенсивній пластичній деформації («роздавленню») за рахунок якої розігрівається до високих температур і заповнює всі переріз канавки (зона захоплення при видавлюванні); це сприяє збільшенню сил тертя між поверхнею канавки і заготівкою. При обертанні колеса сили тертя від стінок канавки створюють у заготівці поздовжні сили, необхідні для видавлювання матеріалу заготовки через отвір в матриці. Зона неповного контакту заготовки з поверхнею канавки (зона первинного захоплення) слугує для розвитку тиску, необхідного для пластичного деформування матеріалу і заповнення об'єму в зоні перед матрицею.

В якості заготовки можна використовувати звичайний дріт, причому процес її деформування - втягування в камеру пресування за ступенем повороту колеса, попереднє профілювання і заповнення канавки в колесі, створення робочого зусилля і, нарешті, пресування - йде безперервно, тобто реалізується технологія безперервного видавлювання.

Процес призначений для пресування заготовок відносно невеликого діаметра. В якості заготівки для пресування дроту використовують катанку або пресований пруток, згорнутий в бухту. Фрикційна подача металу забезпечується поверхнею калібру диска. При проходженні металу через заданий калібр заготівці поступово надається форма квадрата, що має більш розвинену поверхню.

Цей процес призначений для пресування низкопластичних сплавів з підвищеними ступенями деформації. Таким способом можна отримати дріт з м'яких сплавів і профілі невеликих розмірів, коли діаметр описаного кола не перевищує 5 - 6 мм, а витяжка при цьому наближається до 100.

До недоліків способу «Конформ» можна віднести наступне:

-Висока енергоємність процесу, так як витрати на подолання сил тертя по поверхнях інструментального вузла вимагають кріплення для приводу електродвигунів великої потужності;

- Нерівномірність деформації;

- Досить складна конструкція пресового вузла.

Спосіб ЛАЙНЕКС заснований на використанні активних сил тертя, що виникають між плоскими поверхнями ланок нескінченних ланцюгів і верхньої та нижньої площинами заготовки, що має прямокутний поперечний переріз. Схема даного способу наведена на рисунку 2.13.

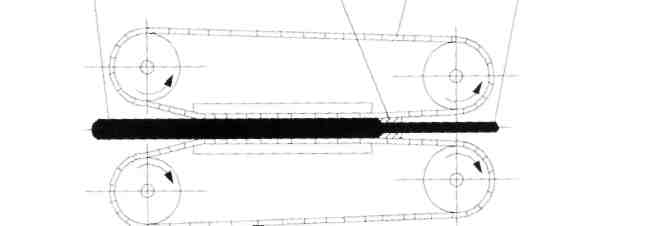


Рисунок 2.13 - Схема безперервного пресування способом ЛАЙНЕКС:

1 - приводні ланцюги, 2 - матриця, 3 - заготовка, 4 - виріб

Цей спосіб застосовують для виробництва алюмінієвих шин і дроту на заводах фірми Venscuck (США).

Пропонується використання принципу гідропресування (рисунок 2.14, б) коли рідина високого тиску з великою швидкістю обтікає заготівку, послідовно пресованої в ряді матриць, встановлених в гідроконтейнерах.

При пресуванні за схемою рисунок 2.14 в, заготівля захоплюється за допомогою нескінченної стрічки гусеничних треків.

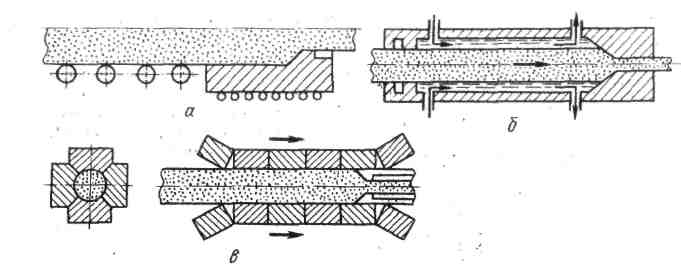


Рисунок 2.14 - Схеми безперервного пресування при подачі заготовки:

а - за допомогою задавальних валків; б - безпосередньо рідиною високого тиску; в - за допомогою нескінченної стрічки гусеничні треків.

Процес Екстролінг був запропонований і запатентований Б. Авітцуром в 1976 році і є способом поєднання процесів прокатки та пресування в одному осередку деформації. Характеризується тим, що за рахунок активних сил контактного тертя між валками і заготівлею, видавлювання здійснюють крізь пресову матрицю, рисунок 2.15.

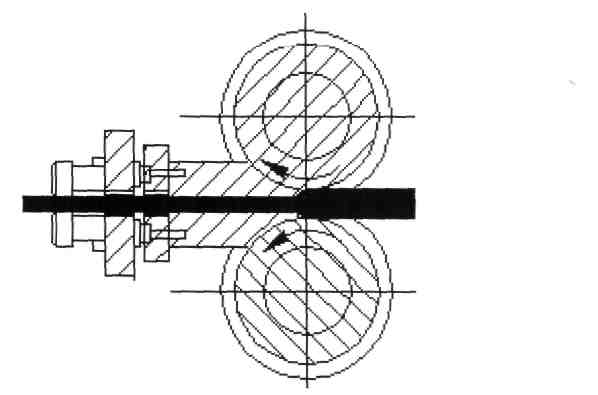


Рисунок 2.15 - Схема пристрою для процесу Електролінг:

1 - робочі валки; 2 - матриця; 3 - заготовка; 4 - виріб

На рисунку 2.16 представлений агрегат для безперервного горизонтального лиття, що складається з міксера, механізму захоплення гарячого злитка, який безперервно відливається, і подачі його в прес; установки для оптимізації температурних умов процесу шляхом додаткового місцевого нагріву металу в пластичній зоні або охолодження його в місці захоплення; вузла пресування заготовки в заданий профіль; установки для термічної і механічної обробки профілів; затискного механізму, що дозволяє здійснювати зворотньо-поступальний рух з перехопленням заготовки.

Процес дозволяє досягти майже 100% вихід придатних виробів.

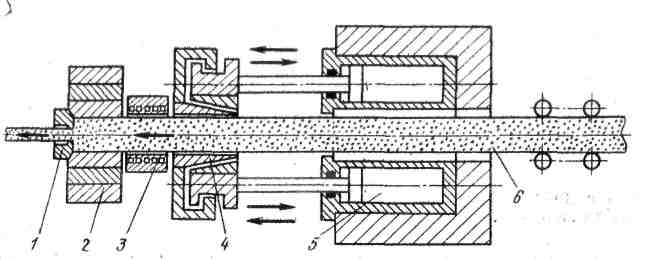


Рисунок 2.16 - Схема агрегату для безперервного пресування литої заготовки необмеженої довжини:

1-матриця; 2 - контейнер; 3 - індуктор; 4 - тримач заготовки; 5 - циліндри робочого ходу; 6 – заготівка

Розроблено ряд схем механічних шнекових пресів, які пресують метал у рідкому стані (іноді у вигляді гранул). У цьому випадку подача металу здійснюється під дією обертання черв'яка в контейнері, рисунок 2.17, а.

За іншою схемою, рисунок 2.17, б черв'як, який подає метал, має осьову порожнину, через яку проходить кабель і оправка, яка розташована на його кінці.

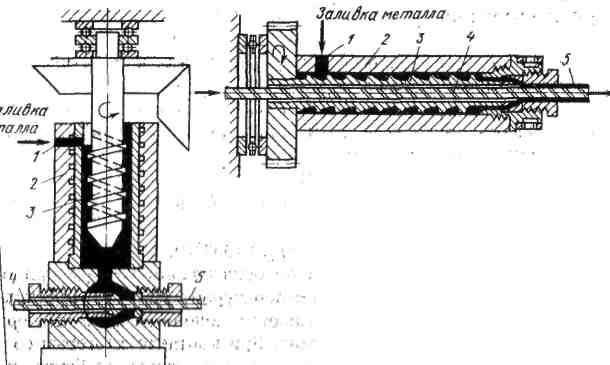


Рисунок 2.17 - Схема накладення оболонки шляхом безперервного пресування із заливанням рідкого металу.

1 - а-прес із суцільним черв'яком; б-з порожнистим черв'яком; 1 - метал для оболонки; 2 - контейнер; 3 - черв'як; 4 - кабель без оболонки; 5 - кабель з накладеною оболонкою

**2.2. Умови, що впливають на проведення процесу пресування**

Однією з основних умов, що впливає на проведення процесу пресування є температура.

Нагрівання заготівки, що пресується, сприяє зниженню опору деформації металу і підвищенню пластичних характеристик. З іншого боку це призводить до погіршення умов роботи інструменту.

Тому при визначенні температурних умов процесу одним з основних завдань є досягнення оптимальних співвідношень між полегшенням силових умов і зменшенням негативного впливу високих температур на інструмент.

За температурними умовами процеси пресування можна розділити на наступні види.

1. Гаряче пресування.

2. Ізотермічне пресування.

3. Холодне пресування.

**2.2.2 Методи пресування**

Методи пресування відрізняються типом технологічного процесу :

безперервні; вакуумні; гідростатичні; холодно- швидкісні; без пресзалишка; прутка з сорочкою; ізотермічні; у воду або в інертній атмосфері; окремих виробів.

***Безперервні пресування*** застосовують зазвичай для виготовлення виробів з алюмінія або алюмінієвих сплавів. Цей метод полягає в тому, що пресзалишок від пресування попередньої заготівлі або злитка не відділяють, а використовують для подальшого пресування.

Пресування ведуть з жорстко закріпленою пресшайбой. Після пресування однієї заготівлі пресзалишок, залишається в контейнері і туди подають новий злиток. При пресуванні нового злитку з алюмінія або його сплавів пресзалишок зварюється з наступним злитками, так що не можна знайти місця зварюванню.

Цей метод використовується при пресуванні профілів трамвайних дуг токоприймача, а також смуг, шин з алюмінію і дає помітне підвищення виходу придатного. В деяких випадках цей метод приміняють для виробництва довгих труб з алюмінію завдовжки більше напівкілометра.

***Вакуумне пресування*** застосовують, щоб уникнути окислення металу в контейнері в процесі пресування або не зварювання при безперервному пресуванні.

Контейнер дещо подовжують, як показано на рисунку 2.18, і до нього роблять спеціальне введення, сполучене з вакуумним насосом для відкачування повітря.

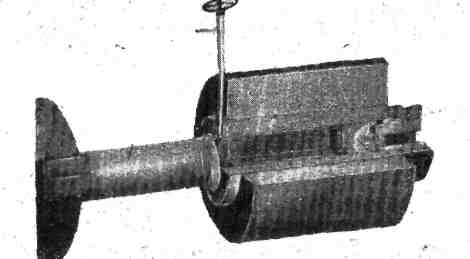


Рисунок 2.18 - Схема складання інструменту для вакуумного пресування

Пресування ведуть з жорстко закріпленою прессшайбою. Перший злиток пресують так, що в контейнері залишається пресзалишок з довжиною близько 300 мм. ***Пуансон*** відводять назад і задають новий злиток. За злитком задають алюмінієву шайбу, яка далі запресовується у фаску контейнера, але при цьому отвір не запресовується. Таким чином, забезпечується герметичність втулки з обох боків і включається вакуумний насос.

***Гідростатичне витискання*** полягає у витискуваннях металів під дією рідини, що знаходиться під дуже високим тиском, що досягає 30 000 кг/см2 і більше, і що подається на метал безпосередньо в контейнер.

Переваги цього способу полягають в тому, що зусилля витискування різко зменшується; метал, що знаходиться під усебічним гідростатичним тиском, легше деформується, причому зусилля скорочується в 2 - 3 рази. Зменшенню зусилля сприяє значне пониження опору, тертю об стінки контейнера, оскільки у вогнищі деформації створюється рідинне тертя, що сприятливо позначається на характер течії і забезпечує найбільш вигідні умови для пластичної деформації. Цим способом видавлюють метал при значно меншому зусиллі преса, чим в звичайному способі. Застосовують при пресуванні металів, що важко деформуються, і сплавів і м'яких металів(міді, алюмінію) і їх сплавів.

***Холодно - швидкісне*** пресування ведуть при швидкості пресування такою, що у декілька разів перевищує швидкість пресування, вживану на звичайних пресах.

При цьому процесі використовують тепло деформації за допомогою якого розігрівається метал і зменшується опір деформації. Спосіб дає можливість отримувати вироби високої точності, що не вимагають подальшої механічної обробки. Іноді процес ведеться при підігріванні, але нагріваючи в цьому випадку невисокий - нижче температури рекристалізації.

Цим способом обробляють алюмінієві, цирконієві, титанові і інші сплави, деформація яких пресуванням в гарячому стані і сильно ускладнена утворенням оксидів.

Пресування без пресзалишку. При пресуванні утворюється деяка кількість не використаного металу у вигляді пресзалишку і пресутяжок. Так, у виробництві прутків з берилія між пресшайбою і злитком закладають проміжне прокладення з графіту; пресування ведуть до кінця злитка, а графітове прокладення залишається у вигляді пресзалишку.

Пресування без пресзалишку також застосовують при безперервному пресуванні алюмінієвих виробів і інших сплавів.

Пресування прутків з сорочкою характеризується тим, що діаметр пресшайби набагато менший діаметру контейнера. При цьому процесі метал зрізається пресшайбою і сорочка у формі тонкостінного циліндра залишається в контейнері. Усі поверхневі дефекти, які утворюються в заготівлі або злитку в результаті відливання або нагріву перед пресуванням, залишаються в сорочці і разом з пресзалишком йдуть у відхід, не потрапляючи у виріб. Сорочка повинна повністю видалятися з контейнера після кожного пресування; частини сорочки, що інакше залишилися, запресовуватимуться в наступний виріб. Сорочка зазвичай віддаляється з пресзалишком, а її залишки - просуванням, контрольною пресшайби.

Ізотермічне пресування проводять, як правило, для крихких сплавів, зокрема на алюмінієвій основі, оскільки при звичайному пресуванні незначне підвищення температури сплаву або швидкості витікання призводить до освіти поверхневих тріщин на пресованих виробах. Температура сплаву в процесі витікання може також зростати від приливу тепла, що виділяється в результаті роботи деформації при високій швидкості витікання.

Тому для створення умов пресування при постійному, температурно-швидкісному режимі процес ведуть так, щоб підвищення температури, від тепла деформації компенсувалося відповідним зниженням швидкості витікання.

Температурно-швідкісний режим, наприклад, регулюється застосуванням індуктора високої частоти, що встановлюється навколо матриці і застосовують для виробництва тонких металевих ниток діаметром менше 0,25 мм з важкодеормованих сплавів. В цьому випадку за виходом з матриці встановлюють пристосування, що подає інертний газ (аргон), що поступає безпосередньо на дріт, що виходить. Таке пресування здійснюється також з намотуванням пресованого дроту на котушку.

Пресування у воду або інертний газ, рисунок 2.19, застосовують, наприклад, при виробництві мідних труб, при цьому виріб після виходу з матриці поступає в камеру, розташовану над вихідним жолобом і заповнену інертним газом або у бак з водою. В результаті мідні труби виходять без оксидів і не вимагають того, що травити. У такий спосіб пресують труби діаметром 50 мм і завдовжки 70 м з товщиною стінки 2,5 мм. Труби відразу ж поступають на волочіння з оправлянням, що самоустанавлюється, на барабані, минувши волочіння на ланцюгових станах. Вихідний стіл пресу складається з системи лотків, заповнених водою або масляно-водной емульсією, загальною місткістю 13,5 м3 . На рисунку 2.20 показана схема облаштування відкриття водяного клапана у баку для пресування у воду. Охолоджувальна вода подається з бака насосом в лоток за пресом, звідки через заслінку - кран у матриці повертається у бак; по дорозі вода охолоджується, проходячи через теплообмінник. Заслінка - клапан у матриці оберігає контейнер від попадання в нього рідини.

Пресування мідних труб у воду при веденні процесу з невідокремленою після прошивки пробкою дає можливість отримувати труби з ідеально чистою внутрішньою поверхнею, вільною від оксидів, не вимагаючих того, щоб травити перед подальшим волочінням; покращуються механічні властивості сплаву; технологічний процес значно коротший; знижується вартість їх обробки.

Методи пресування окремих виробів включає прийоми пресування сортового прокату незначної обмеженої довжини і окремих індивідуальних деталей.

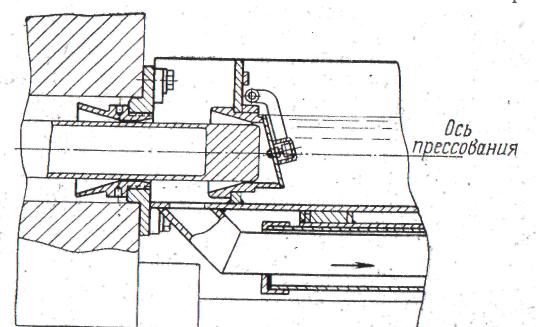


Рисунок 2.19 - Схема пристрою для пресування у воду.

Особливість різновидів процесів цієї групи - нижча продуктивність порівняно з методами пресування, описаними вище, - для сортового прокату.

Проте високу продуктивність процесу можна отримати при автоматизації виробництва.

Зворотне пресування труб на пуансон застосовують при виробництві труб великого діаметру, як правило, 300 - 400 мм, в окремих випадках до 2000 мм

У цьому методі матрицею слугує контейнер; метал тече в напрямі, зворотньому руху пуансона (рисунок 2.20).

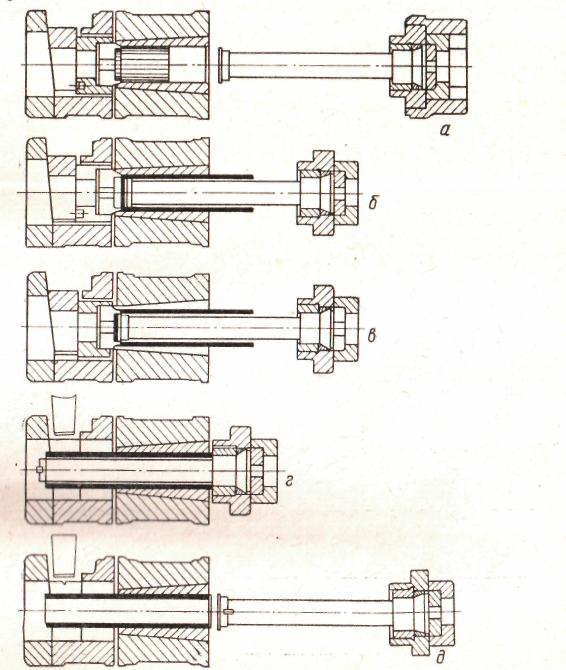


Рисунок 2.20 - Схема облаштування відкриття водяного клапана у баку для пресування у воду.

Основна перевага методу зустрічного пресування труб - утворення порожнини виробу без втрати металу на пробку, що на трубах великих діаметрів дає значну економію і підвищує вихід придатного. Проте при цьому методі пресування довжина труб обмежена завдовжки пуансона, що обумовлює низьку продуктивність пресу і робить можливим застосування цього способу тільки для отримання труб діаметром більше 300 мм. Пресуванням із зворотнім витіканням з конічного контейнера вдається отримати трубу з конічним зовнішнім діаметром, причому діаметр зменшується від передньої частини труби до задньої.

Аналогічно цьому методу пресування на пуансон отримав дуже широке застосування спосіб ударного пресування. Цей спосіб застосовують у виробництві трубчастих склянок з тонкою стінкою з пластичних металів - свинцю, алюмінію та ін.

Пресування з протитиском застосовують для виготовлення виробів з високолегованих жароміцних сплавів, а також сплавів з тугоплавких металів, що відрізняються у більшості випадків малопластичностью і крихкістю.

На рисунку 2.21 показані пресовані заготівлі з високолегованого сплаву, що пресуються без протитиску(а) і з протитиском(б). При цьому необхідно відмітити, що чим нижче пластичність, тим вищим повинно бути прикладений протитиск.

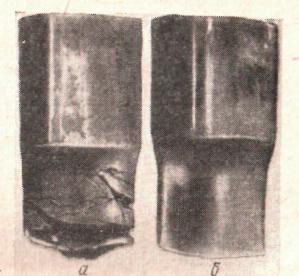


Рисунок 2.21 - Зовнішній вигляд пресованих прутків з непластичного сплаву отриманих без тискуа) і з протитиском (б)

**3. Порівняння процесу пресування з іншими методами обробки металів тиском**

Процес пресування металів нині є домінуючим методом отримання трубної, лозини і профільної заготівлі з кольорових металів. Проте труби, прутки, профілі можна отримувати не лише пресуванням, але і іншими методами, зокрема плющенням.

Пресування в порівнянні з плющенням має наступні переваги.

1. Вид напруженого стану(в основному тривісне стискання), значно підвищує пластичність металу і дозволяє вести обробку з великими мірами деформації(високими витягами до 50 -100, а для алюмінію до 1000, тоді як при плющенні за один прохід витяг зазвичай менше 2).

2. Швидший перехід з виготовлення виробів одного розміру і форм на інші, чим, наприклад, при плющенні.

3. Можливість отримання суцільних і порожнистих профілів найскладніших конфігурацій постійного, а також і змінного або періодичного перерізу по довжині профілю із заміною тільки матриці.

4. Можливість виготовляти виріб з металів і сплавів, непіддатливих плющенню, тобто малопластичних за природою металів і сплавів).

5. Зручність у виробництві малих серій, оскільки перехід з одного розміру на інший проходить швидко.

6. Нижчі капітальні витрати, ніж при плющенні.

7. Виробництво виробів з високою якістю поверхні і високою точністю розмірів поперечного перерізу, що у багатьох випадках перевищує прийняту точність при пластичній обробці металу іншими способами(наприклад, при плющенні). Допуски по поперечних лінійних розмірах пресованих напівфабрикатів менші, ніж катаних

Недоліки пресування :

1.Значно більш високі втрати на відходах, головним чином через пресзалишок і пресутяжки.

2. Велика нерівномірність механічних властивостей по довжині і поперечному перерізу пресованого виробу.

3.Порівняно менші швидкості витікання і продуктивність процесу.

4. Порівняно високу вартість пресового інструменту.

Перераховані переваги і недоліки пресування в порівнянні з плющенням обумовлюють застосування пресування у виробництвах - труб, прутков і профілів з металів і сплавів:

1. які не можуть бути отримані плющенням;

2. складних форм поперечних перерізів з легкопресованих металів і сплавів;

3. простих форм поперечних перерізів з легкопресованих металів при великому сортаменті виробів і частих переходах з одного розміру на інший;

4. виробів тонких перерізів, які не вдається отримати гарячим плющенням, наприклад труб з товщиною стінки менше 1,25 мм, профілів з товщиною полиці 1,0 мм і менш і т. п.;

5. різних симетричних деталей, а також деталей з ексцентричними голівками і фланцями, що виготовлялися раніше методами штампування.

У кожному окремому випадку при виборі способу виробництва виробів слід враховувати його технико - економічну доцільність.

**4. Сортамент і якість пресованих виробів**

Сортамент - це набір різних сортів, видів і розмірів яких-небудь однорідних виробів. Число різновидів преcс-виробів з різних металів і сплавів істотно залежить від властивостей конкретних пресованих металів і від потреби промисловості в пресвиробах з того або іншого сплаву.

Однакові за формою пресвироби можуть мати різні розміри.

Існують різні підходи до класифікації пресвиробів. В якості ознаки, по якій роблять класифікацію, выбирають, наприклад, форму його поперечного перерізу(суцільними, порожнистими, прутки, профілі, труби).

Профілі суцільного перерізу нині виготовляють з розмірами площі поперечного перерізу 200 - 150 \* 103 мм2 і з габаритними розмірами, які вписуються в кола діаметром 10 - 1000 мм Максимальна довжина пресвиробів, як правило, не перевищує 40 м, хоча є процеси безперервного пресування, що дозволяють отримувати профілі значно більшої довжини.

Мінімально можлива товщина стінки пресованого; профілю

з алюмінієвих сплавів дорівнює 0,8 мм, з мідних 1,5мм і сталей

і титанових сплавів 1,5. мм

**5. Вимоги до якості**

Залежно від призначення пресвиробів при контролі якості

визначають наступні характеристики і їх відповідність технічним вимогам: геометричні розміри; якість поверхні;стан структури, рівень механічних властивостей, якість зварного шва.

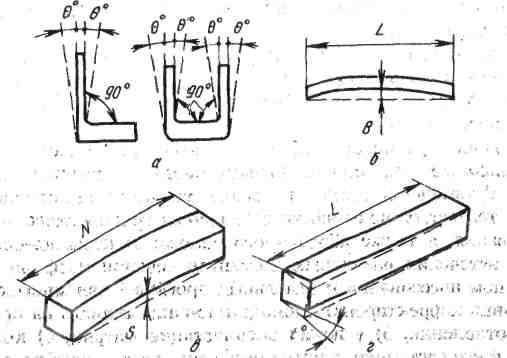


Рисунок 5.1 - Типові порушення заданих розмірів профілю :

а - навіювання кутових розмірів; би - профільна кривизна, мм : L - довжина

профілю; у - поперечна кривизна S ; N - ширина профілю, мм; г –скрутка

До геометричних характеристик профілю відносяться також:

а) подовжня кривизна, визначувана величиной стріли прогину між опорними точками профілю(при укладанні його на контрольну плиту);

б) скручування навкруги поперечної осі профілю.

Вимір геометричних параметрів профілю зазвичай проводять за допомогою універсальних вимірювальних засобів - мікрометра, штангенциркуля, кутоміра і деяких інших, і рідше - за допомогою шаблонів або калібрів.

На точність розмірів впливають:

1) правильність визначення розмірів каналу матриці при її проектуванні і особливості виготовлення;

2) зміна розмірів каналу матриці під впливом силовіх, температурно-швидкісних і інших технологічних умов пресування, а також абразивного зносу;

3) нерівномірність швидкостей витікання, різних елементів, перерізи профілю при одноканальному пресуванні, і окремих профілів при багатоканальному

4) умови коригування(доведення) каналу матриці на пресі після

їх виготовлення;

5) умов експлуатації матриць;

6) конструкція пресу і його стан, передусім співісна контейнера і матричного вузла.

**6. Якість поверхні.**

Формування поверхні пресвиробів відбувається в особливих умовах: ця поверхня в сотні і тисячі разів перевищує поверхню заготівлі.

Основні дефекти поверхні прес виробів - риски, подряпини, надриви, надіри і точкові налиплі частки металу.

На стан поверхні пресвироба впливають наступні чинники:

1) хіміко-термічна обробка матриці;

2) конструктивних особливості і якість поверхні калібруючого поясочка;

3) силових і температурно-швидкісних умови пресування;

4) величина витягу;

5) форма поперечного перерізу профілю і міра його відповідності поперечному перерізу заготівлі;

6) якість поверхні заготівлі;

7) наявність або відсутність різних речовин на межі контакту пари, оброблюваний" метав - інструмент(мастило, оксиди та ін.);

8) хімічний склад і структура сплаву, зокрема схильність до адгезії з матеріалом матриці.

Важливо мати не лише високоякісну поверхню профілю, що виходить безпосередньо з матриці, але і зберегти її на усіх подальших операціях обробки аж до упаковки готової продукції

Найбільш важливі умови збереження хорошої поверхні пресвиробів наступні:

- організація потокового виробництва

- наявність тягнучогг пристрої на столі пресу, що дозволяє витягати і вести прес, - виріб по столу пресу при одно - і багатоканальному пресуванню.

- створення таких транспортних передавальних пристроїв, на яких були б виключені контакти прес - виробів з деталями, що викликають утворення дефектів.

Якість зовнішньої і внутрішньої поверхні пресової продукціі при її технічному прийманні зазвичай оцінюють візуально, а також різними профилометрами, вимір коефіцієнта відображення від поверхні світла.v

**7. Внутрішні і підповерхневі дефекти.**

Структурна неоднорідність: пресобважнює, пухирі, плены, різні включення, розшарування і тріщини, які в основному залежать від металургійних чинників.

Основним методом контролю візуальний огляд макротемплетов - метод руйнівного контролю.

До методів неруйнівного контролю відносять метод вихревых струмів або ультразвуку в потокову лінію обробки профілів.

**8. Рівень механічних властивостей прес - виробів.**

Механічні властивості прессвиробів з різних металів і сплавів визначаються багатьма чинниками: зміною хімічного складу в межах ГОСТ, якістю початкових литих заготівель, температурою і мірою деформації, інтенсивністю контактного тертя, режимами термомеханічної обробки виробів, що відпресували.

Рівномірна дрібнозерниста структура прессвироба, основа набуття високих подовжніх прочностных властивостей, а також вузького, інтервалу. значень властивостей по довжині пресс-вироба.

**9. Типова технологічна схема виробництва пресованих напівфабрикатів**

Типова технологічна схема процесу виробництва пресс-виробів складається з наступних операцій: підготовка заготівель до пресування; підготовка інструменту; пресування; обробка напівфабрикатів; підготовки пресової установки до наступного циклу пресування.

**Підготовка заготівель до пресування**

Найбільш типові операції: різання заготівлі на мірні довжини залежно від довжини контейнера пресу; механічна обробка поверхні заготівлі; нагріваючи заготівлі перед пресуванням.

Різання заготівлі на мірні довжини роблять в холодному стані пилами різних конструкцій, а також в гарячому стані на спеціальних ножицях з сферичними ножами.

Механічну обробку(для поліпшення поверхні зливків) здійснюють або обточуванням на токарних верстатах, або скальпується.

Нагрів проводять в різних печах: електричних опори, індукційних, газових методичних, соляних ваннах.

В якості заготівлі використовують литі заготівлі(зливки) і заготівлі після попередньої пластичної деформації, тобто катанные, що куються, пресовані.

**Процес пресування**

До операцій процесу пресування відносяться: передача нагрітої заготівлі в робочий простір пресу; установка заготівлі перед матрицею на спеціальному подаючому пристрої; переміщення контейнера у напрямі зливка до зіткнення з матрицею; проведення процесу витискування(пресування) за допомогою руху пресс- штемпеля у напрямку до матриці; зупинка процесу і відведення пресштемпеля і контейнера від матриці; відділення пресзалишку від матриці.

Будь-який процес пресування характеризується наступними параметрами:

енергетичними(тиск пресування, зусиллям і потужністю);

температурний - швидкісними (температура нагріву заготівлі і контейнера, розподіл в них температурних полів перед пресуванням і в процесі його; кінематичними (течія металу в контейнері при пресуванні).

Усі ці параметри пов'язані між собою і впливають один на одного.

**Пресова установка.**

Основним промисловими установками являються гідравлічні преси із зусиллям 10 - 200 МН.

**Пресовий інструмент.**

До складу пресового інструменту входять: матриця, контейнер, пресс- шайба, підкладка під матрицю, матрицетримач, проводка напрямної.

При пресуванні труб або при прошивці заготівель використовують, крім того, голку і оправляння.

**Література**

1.\Технологія процесів обробки металів тиском. / Під ред. Напівхіна П.И. М., Металургія, 1988 р., 408 з

2.\u0009Середа Б.П. Обробка металів тиском. Навчань. посібник. - Запоріжжя: Вид-во ЗДІА, 2005г., 243 з

3. Щерба В.Н., Райтберг Л.Х. Технологія пресування металів. Навчальний посібник для внз. М., Металургія, 1995г., 336с

4. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Пресування металів. М., Металургія. 1971г., 456 з

5. Шур И.А. Технологічне устаткування для пресування металів. М., Металургія, 1983 р., 160 з

**ТЕХНОЛОГІЯ ВОЛОЧІННЯ МЕТАЛІВ**

**1. Загальні питання технології волочіння**

Волочіння це процес обробки металів тиском, при якому вироби(заготівлі) круглого або фасонного профілю(поперечного перерізу) простягаються через отвір(фільєру, волочу), переріз якого менше перерізу заготівлі, внаслідок чого поперечний переріз початкової заготівлі змінюється(зменшується). Ця зміна може відбувається одноразово або багаторазово, надаючи виробу різні конфігурації.

Для простягання профілів використовують волоки(фільєри) з конічним вхідним конусом і калібруючим циліндричним поясочком.

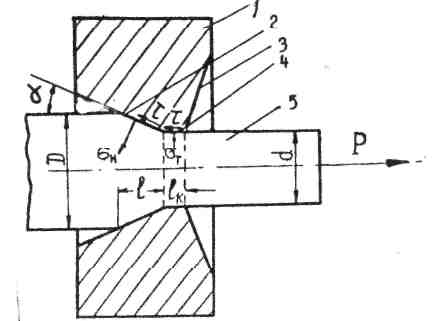


Рисунок 1.1 - Схема процесу волочіння

1 - волока; 2 - вхідний конус; 3 - вихідне розпушування; 4 - калібруючий поясочок; 5 - поволока; (Р - сила волочіння; D - початковий дріт; d -диаметр дроти після волочіння; α напівкут вхідного (робочого) конуса волоки; l - довжина ділянки вогнища деформації; lк - довжина калібруючого поясочка; σн - напруга волочіння.

Способом волочіння можна отримати різні конфігурації виробів : прутки, проволікатиму (виробництво), метизу труби (трубне виробництво) і інше (матеріали спеціального призначення).

Схеми основних різновидів процесу волочіння показані на мал. 2.

Принципи волочіння грунтовані на законах пластичної деформації і пов'язані з властивостями металів, сплавів і інших не металевих матеріалів.

Широке застосування волочіння знайшло в металургійній, кабельній і машинобудівній промисловості. Цим методом отримують дріт з мінімальним діаметром близько 0,002 мм, прутки діаметром до 100 мм(і не лише круглого перерізу), тонкостінні труби невеликого діаметру.

Волочіння застосовується для обробки стали різного хімічного складу, і практично усіх кольорових металів і їх сплавів.

Типовим є пресування заготівлі, плющення на стані ХПТ, а потім - волочіння.

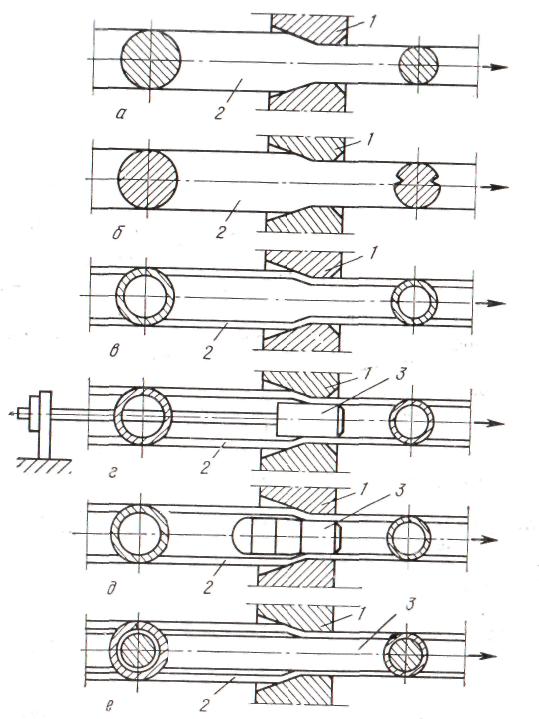


Рисунок 1.2 - Схеми основних різновидів процесу волочіння

а - круглого суцільного профілю; б- некруглого суцільного профілю; у - круглої труби, без оправляння; г - круглої труби, на закріпленому оправлянні; д- круглої труби, на оправлянні, що самоустанавливающейся(плаваючою); е - круглої труби, на рухливому оправлянні; 1 - волока; 2 - отвір, що простягається; 3 - оправляння.

Принципи волочіння грунтовані на законах пластичної деформації і пов'язані з властивостями металів, сплавів і інших не металевих матеріалів.

Широке застосування волочіння знайшло в металургійній, кабельній і машинобудівній промисловості. Цим методом отримують дріт з мінімальним діаметром близько 0,002 мм, прутки діаметром до 100 мм(і не лише круглого перерізу), тонкостінні труби невеликого діаметру.

Волочіння застосовується для обробки стали різного хімічного складу, і практично усіх кольорових металів і їх сплавів.

Типовим є пресування заготівлі, плющення на стані ХПТ, а потім - волочіння.

Вибір методу волочіння визначається розмірами і вимогами до готового виробу, маркою оброблюваного металу або сплаву, можливостями устаткування і т. д.

**Конкретніше волочіння застосовується:**

1. Для виробництва профілів великої довжини, але порівняно малих і дуже малих перерізів різних форм з відношенням ширины до товщини поперечного перерізу, що не перевищує приблизно 12. Такий виріб називається дротом.

Внаслідок великої довжини проволікатиму або згортають в марнотратники, або намотують на котушки. Волочінням можна отримати дріт діаметром до 6 - 8 мм Для подальшого уточнення доводиться застосовувати процеси, що не вимагають волок, наприклад процес рівномірного розтягування.

2. Для виробництва профілів середніх і великих перерізів різних форм з відношенням ширини до товщини поперечного перерізу, що не перевищує приблизно 20, а також і у тому випадку, коли вимагається отримати переріз з мінімально можливими відхиленнями від заданих розмірів або чисту і гладку поверхню. Такі профілі зазвичай простягають до невеликої довжини(5 - 6 м).

3. Для виробництва порожнистих профілів (труб) різних форм і перерізів і, особливо, тонкостінних. Волочінням отримують труби діаметром до 0,5 мм і менш.

Волочіння надає виробам високу якість поверхні, високу точність розмірів поперечного перерізу. Якщо призначення волочіння полягає в досягненні саме цих характеристик, то процес називають калібруванням.

Волочіння проволоки і прутков значно економічніше за інші способи; при волочінні відсутні втрати металу в стружку, характерні для обробки різанням. В порівнянні з гарячою прокаткою волочіння також має переваги: можливо отримувати однорідні тонкі профілі з великою точностью форми і розмірів поперечного перерізу, при цьому забезпечується висока якість поверхні дроту і більш високі механічні властивості.

В якості заготівлі для волочіння застосовується продукція прокатного виробництва - катанка(лита заготівля певного перерізу). Найбільш поширений розмір катанки - 5,5 - 6,5 мм

Для виробництва алюмінієвої, мідної і іншого дроту в якості початкової заготівлі використовують катанку, що отримується безпосередньо з плавильної печі через кристалізатор і безперервний прокатний стан.

Дріт знаходить найширше застосування в усіх галузях промисловості, сільському господарстві і інших сферах життя і діяльності людини у вигляді як готових виробів(електричні і телеграфні дроти, дріт для армування залізобетонних конструкцій промислового і цивільного призначення, обв'язувальний і пакувальний матеріал і ін.), так і напівфабрикату для виробництва цілого ряду метизів : сталеві канати, зварні і ткані сітки, цвяхи, шурупи, деталі машин, дротяний - кабельні вироби, для армування автомобільних шин(бортовий дріт), рукавів високого тиску, здійснення зварювальних операцій(зварювальний дріт, електроди). Останнім часом починає розвиватися напрям армування будівельних матеріалів дротом(фібра) та ін.

Дріт виготовляють в широкому асортименті з найрізноманітніших чорних і кольорових металів і сплавів, з різними механічними і фізико-хімічними властивостями. Для кожного виду і розміру дроту потрібно визначену технологія виготовлення і відповідне устаткування.

Іншим важливою областю виробництва при застосуванні волочіння є виробництво труб.

Якість готової продукції визначається властивостями початкового металу (матеріалу), а також зміні їх в процесі переробки.

Основні властивості металів визначаються фізичними, хімічними і механічними характеристиками.

Процес волочіння прийнято характеризувати наступними основними геометричними показниками: витяг; інтегральна деформація подовження; відносне обтискання; відносне подовження.

Щоб зменшити зовнішнє тертя, між поверхнями металу, що простягається, і волочильного каналу вводять мастило. Це зменшує витрату енергії на волочіння, сприяє отриманню у металу гладкої поверхні, що простягається, сильно зменшує знос самого каналу і дозволяє проводити процес з підвищеними мірами деформації.

У більшості випадків метал, що обробляється волочінням, заздалегідь не нагрівають(холодне волочіння), а тепло деформації, що утворюється в каналі, і весняного тертя відводиться довкіллям або охолоджувальними емульсіями, водою, оліями, що безперервно омивають волоку.

Форма поперечного перерізу каналу однакова або близька до форми поперечного перерізу металу, що простягається. Переріз каналу плавно зменшується від місця входу металу в инструмент до місця виходу з нього. Вихідний переріз каналу завжди менше поперечного перерізу заготівлі, що простягається. Тому заготівля, проходячи через волоку, деформується, поперечний переріз її змінюється, і вона після виходу з волоки набуває форми і розміри найменшого перерізу каналу. Довжина смуги при цьому зростає прямо пропорціонально зменшенню поперечного перерізу.

Перед волочінням на спеціальних верстатах загострюють передній кінець заготівлі, призначеної для обробки, з таким розрахунком, щоб цей кінець легко входив у волоку до частково виходив з її протилежного боку. Цей кінець захоплюють спеціальним механізмом, що тягне.

При волочінні порожнистих профілей із стоншуванням стінки волочильний канал утворюється волокою і оправлянням, яке може бути закріпленим, рухливим і свободної, - самоустанавливающейся.

У деяких спеціальних випадках, коли що деформується метал в не нагрітому (холодному) стані має недостатню в'язкість або високий опір деформації, волочіння ведуть з попереднім підігріванням. Наприклад, при волочінні цинкового дроту для збільшення в'язкості заготівлі її зпочатку підігріває до 80 - 90°З, занурюючи моток у нагріту воду. У деформаційній зоні температура дроту доходить до 120 - 150°З, т. е. до температури, при якій у цинку утворється максимальне число систем ковзання.

При волочінні труднодеформируемых сталей, наприклад швидкорізальною, сталей мартенситного класу типу ВНС- 2, ВНС- 5, а також титанових сплавів попередній нагрів доводять до 500 -700°С. При волочінні вольфраму і молібдену, що відрізняються в холодному стоянні особливо високим опором пластичної деформації, їх заздалегідь нагрівають до 800 - 900°С.

Нагріваючи здійснюють, пропускаючи метал, що простягається, через нагрівальну камеру, встановлену перед волоокою, рисунок 1.3, способом електроконтакта і т. д.

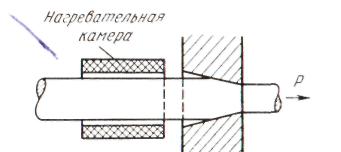


Рисунок 1.3 - Схема процесу волочіння з попереднім нагрівом

Іноді волочіння ведуть з попереднім охолодженням металу до мінус 100°З і нижче, наприклад, при волочінні дроту з деяких сталей аустенітного класу для збільшення її міцності.

Застосовують волочіння з вібрацією волоки і металу і застосуванням ультразвуку. У деяких випадках такий процес призводить до значного покращенню деформаційних умов.

Все способу волочіння характеризуються трьома особливостями, що відрізняють їх від інших видів обробки металів тиском :

А) лінійні розміри перерізу металу, що простягається, зменшуються до заданих величин на всіх напрямках одночасно;

Б) можливість отримання суцільних і порожнистих профілів з довільною конфігурацією поперечного перерізу, що не змінюється по довжині профілю;

В) величина деформації за один перехід обмежується максимально допустимою напругою розтягування, що виникає в поперечному перерізі металу, що простягається, біля виходу із зони, що деформується.

**2. Класифікація волочильних машин**

Операція волочіння виробляється на волочильних станах, що складаються з двох основних елементів: робочого інструменту (волоки); тягнучого пристрої, який повідомляє оброблюваному металі рух через волоку.

*Волочильні машини класифікують:* за принципом волочіння; розташуванню шайб, що тягнуть і барабанів; числу волок; системи управління;числу дротів, що одночасно простягаються, рисунок 2.1.

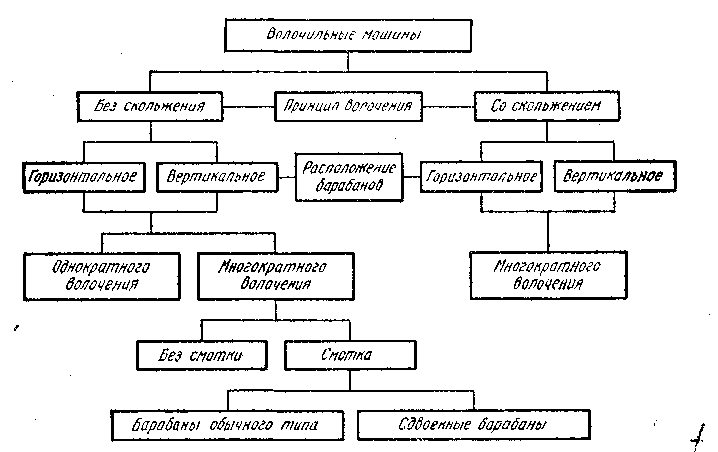


Рисунок 2.1 - Схема класифікації волочильних машин

Обертання від двигуна до пристрою, що тягне, передається через редуктор. При волочильному стані є ряд допоміжних пристроїв для механізації і автоматизації виробництва.

Залежно від принципу роботи пристрою, що тягне, волочильні стани підрозділяються на: стани з прямолінійним рухом оброблюваного металу; стани з намотуванням оброблюваного металу(барабанні).

Волочильні стани з прямолінійним рухом оброблюваного металу застосовуються для отримання прутків і труб, барабанні - для волочіння дроту і металу інших профілів, що змотується на бунти.

Барабанні волочильні стани підрозділяються на: одноразові - з одним провідним(що тягне) барабаном, в яких волочіння металу робиться через одну волоку; багатократні - з декількома барабанами, в яких метал одночасно піддається волочінню через ряд послідовно встановлених волок.

**2.1. Види волочіння і волочильні машини**

Волочильні машини розділяють за загальними ознаками на ряд груп :

1. діаметру дроту, що простягається;

2. кратності волочіння переходів(одноразові і багатократні);

3. діаметру чистового(приймального) барабана;

4. принципу роботи(без ковзання, з ковзанням)

5. кінематиці обертання барабана(з індивідуальним приводом і з груповим приводом);

6.чистоті обробки : чорнові(заготівельна) і чистові (завершальна);

7. по наявності направляючих роликів(з направляючими роликами і без них);

8. типу тягових барабанів(вертикальною віссю; горизонтальною віссю, циліндричними тяговими шківами);

9. положенню волок в процесі волочіння(нерухомо закріпленими волоками, переміщенням волок, волоками, що обертаються);

10. паралельності обробки(однониткове, багато ниткове);

11. по агрегатному стану мастила(сухе і на рідкому мастилі);

12. температурі волочіння (при звичайній температурі, при підвищеній температурі, з пристроями для гарячого волочіння і пристосуваннями

13. намотувальному пристрою(намотуванням на барабан і на котушку);

14. автоматизації управління і механізації робіт на стані(високим, середнім і низьким рівнем автоматизації і механізації) та ін.

На рисунок 2.2 представлена найбільш поширена схема волочильної машини(стану).

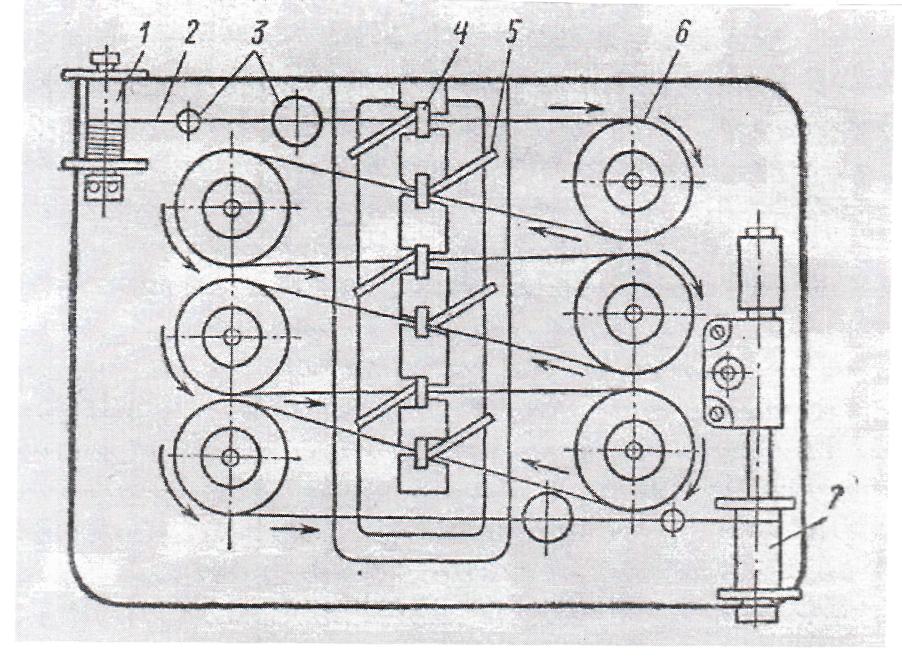


Рисунок 2.2 - Схема волочильного стану(вигляд зверху) :

1 - подаюча котушка; 2 - дріт, що калібрується; 3 - направляючі; 4 - фільєри(волоки); 5 - трубки для подання рідкого мастила; 6 - подаючі ролики; 7 - приймальна котушка

На рисунку 2.3 представлені волочильні машини за принципом роботи : поодинокого волочіння, одинарного барабана, із здвоєним барабаном і із ступінчастим барабаном.

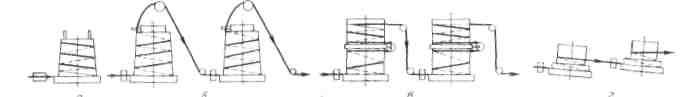


Рисунок 2.3 - Принцип роботи волочильних машин : А - одинарне волочіння; б - з одинарним барабаном; в - із здвоєним барабаном; г - із ступінчастим барабаном

**Одноразовим(одинарним)** називається волочіння, при якому про¬волока простягається тільки через одну волоку, повністю намотується на волочильний барабан і потім готовим мотком передається на наступний барабан, де протягання повторюється, рисунок 2.4.

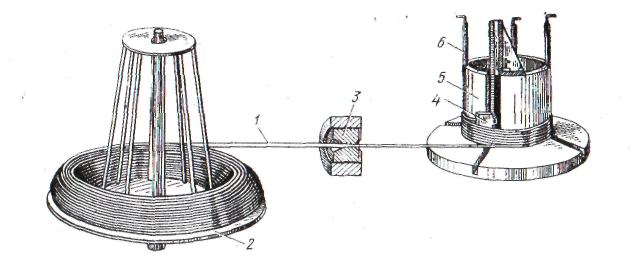


Рисунок 2.4 - Принцип одноразового волочіння : 1 - дріт; 2 - розмотувальна фігурка; 3 - волока; 4 - кліщі; 5 - барабан; 6 – спиця

Моток дроту (1), що підлягають волочінню, надівають на розмотувальний пристрій (2), кінець дроту після острения простягають через отвір волоки (3) витяжними кліщами, які пов'язані з барабаном, що обертається. Після намотування декількох витків дроту зупиняють барабан, знімають кліщі, закріплюють кінець дроту за спицю барабана і включають робочу швидкість волочіння. При накопиченні визначеного кількості дроту барабан зупиняється і моток, що вийшов, знімають.

На рисунку 2.5 показаний загальний вигляд одноразової волочильної машини(стану).

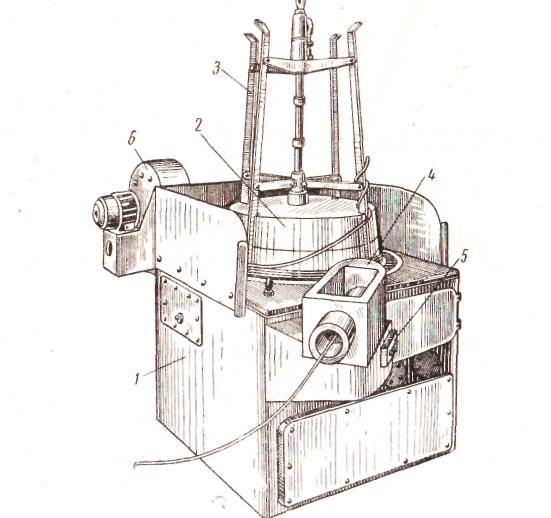


Рисунок 2.5 - Машина одноразового волочіння : 1 - станина; 2 - барабан; 3 - знімач; 4 - мильниця з волокодержателем; 5 - кнопки управління; 6 - вентилятор для охолодження.

Витки протягнутого на цій машині дроту під дією власної маси(ваги) подають на спеціальний приймальний пристрій. Зупинка машини потрібна лише при змінах волок і приймального пристрою. Великою перевагою такої машини є порівняно швидке охолодження дроту завдяки тому, що вона не затримується на барабані.

Одній з основних частин одноразовою і багатократною машин являється барабан. Їм передається проволоці сила волочіння, на нім створюється необхідний запас дроту. Важливе значення має профіль барабана. Він повинен забезпечити безперебійне(без набігання) переміщення дроту, що простягається, вгору по поверхні, якщо барабан вертикальний, або по горизонталі, якщо барабан розташований горизонтально.

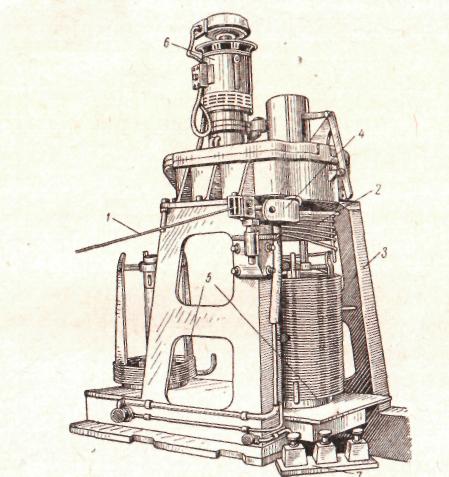


Рисунок 2.6 - Одноразова волочильна машина з перевернутим барабаном:

1 - дріт, що простягається; 2 - барабан; 3 - станина; 4 - мильниця з волокодержателем; 5 - приймальний пристрій(робоче і запасне); 6 - привід; 7 - педалі управління

Робоча частина барабана, що сприймає великі навантаження, повинна мати високу твердість. Для роботи із запасом витків дроту габарити барабанів збільшують спицями. Іноді барабан виконують для цього з суцільною конусною частиною. Робочу частину волочильного барабана виготовляють полою, щоб полегшити його і забезпечити водяне охолодження. Усі допоміжні механізми і пристосування одноразових машин аналогічні наявними у багатократних машин.

Одноразове волочіння найчастіше застосовують при калібруванні товстого дроту, при волочінні дроту, що важко деформується і фасонної, а також при теплому волочінні з підігріванням металу.

При багатократному волочінні, дріт простягається одночасно через декілька волок, рисунок 2.7; барабанів і волок може бути 15 і більше. Моток дроту на цих машинах в кожен цей момент часу обробляється в декількох волоках.

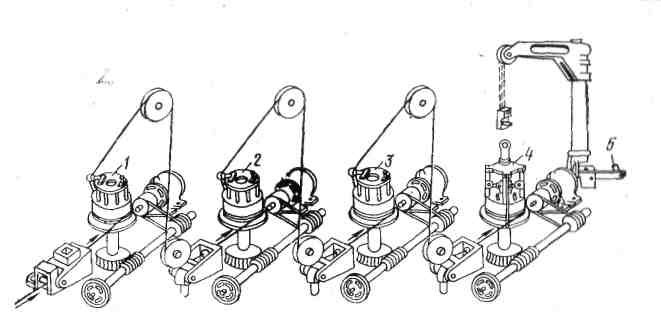


Рисунок 2.7 - Принцип багатократного волочіння : 1 - 3 - проміжні барабани; 4 - чистовий барабан; 5 – знімач

Застосовуються волочильні машини з груповим і індивідуальним приводом. Індивідуальні приводи забезпечують великі можливості для вибору різних одиничних обтискань. Вони збільшують діапазон регулювання швидкостей, але здорожують вартість машини.

Перевага багатократного волочіння пов'язана з механізацією передачі дроту на подальше протягання і можливості підвищення швидкості волочіння на вихідному барабані при помірній швидкості сходу дроту з розмотувальної фігурки. Крім того, при правильно вибраній кратності волочильної машини полегшується праця і підвищується його продуктивність. При багатократному волочінні покращуються умови волочіння; наприклад, не порушуються умови мастила, спостережуване при одноразовому волочінні в процесі передачі дроту з барабана на барабан. Виробництво тонкого, щонайтоншого і найщонайтоншого дроту доцільне тільки на багатократному устаткуванні.

Схеми різних багатократних волочильних машин магазинного типу показані на рисунку 2.8. Вони відрізняються один від одного конструктивним виконанням волочильних барабанів і деяких вузлів, але характеризуються загальною ознакою роботи. Завдяки певному запасу дроту на проміжних барабанах і спеціальним повідковим пристроям кожен барабан машини у будь-який момент часу впродовж усього циклу волочіння отримує необхідну кількість дроту, залежну від фактичного перерізу каналу волок. Таким чином, природний знос каналу волоки і пов'язана з ним зміна витягів(одиничних обтискань) компенсується зміною запасу витків дроту на проміжних барабанах.

Машини магазинного типу можна уявити собі як ряд одноразових станів з тим, що збільшується в певній послідовності швидкостями барабанів, у яких кожен попередній є як би розмотувальною фігуркою із запасом дроту для подальшого барабана.

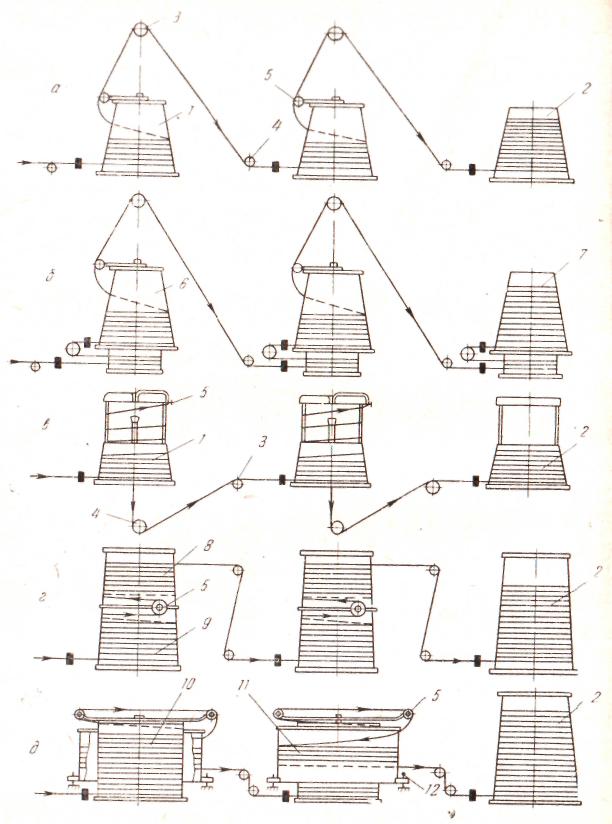


Рисунок 2.8 - Схеми машин багатократного волочіння магазинного типа:а- з одинарними барабанами звичайного типу : б - з двоступінчатими барабанами: в - з барабанами, що мають внутрішній порожнистий вал для проводки дроту; г- із здвоєними двох'ярусними барабанами: д - із здвоєними зовнішніми і внутрішніми барабанами; 1 - проміжний барабан; 2 - чистовий барабан; 3 - направляючий ролик; 4 - низький направляючий ролик; 5 - повідковий пристрій; 6 - проміжний двоступінчатий двоступінчатий барабан; 7 - чистовий двоступінчатий барабан; 8 - верхній барабан; 9 - нижній барабан; 10 - внутрішній барабан; 11 - зовнішній барабан; 12 - опорні ролики.

На рисунку 2.8, а приведена схема найбільш поширеної конструкції волочильної машини магазинного типу. Зовнішній вигляд такої машини показаний на рисунку 2.9. Заготівля простягається через волоку і намотується на барабан, на якому створюється певний запас витків дроту(до 1/3 барабана). Далі через повідковий пристрій, верхній і нижній направляючі ролики дріт поступає у волоку наступного барабана; потім це ж саме повторюється на наступних барабанах.

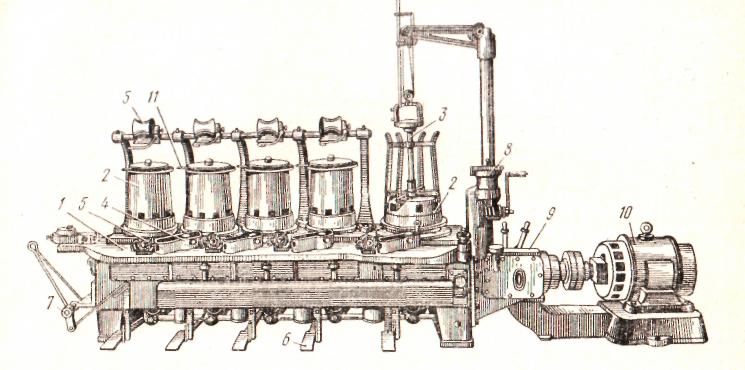


Рисунок 2.9 - Машина 5/350 багатократного волочіння: 1 - станина; 2 - барабан; 3 - знімач; 4 - мильниця з волокодержателем; 5 - направляючі ролики; 6 - педаль включення і виключення; 7 - вимикач при заплутуванні мотка; 8 - знімний пристрій; 9 - коробка швидкостей; 10 - двигун; 11 - повідкове

пристрій

Широке поширення отримали машини, що складаються з окремих блоків з індивідуальним приводом кожного барабана. Такі "блокові" машини легші, ніж звичайні транспортувати, монтувати і обслуговувати при ремонті. На рисунку 2.10 зображена машина з трьома блоками. Кількість блоків у машин з діаметром барабана 350 мм складає 5 - 8; а у машин з діаметрами барабанів 500 - 600 мм їх число коливається від 2 до 6.

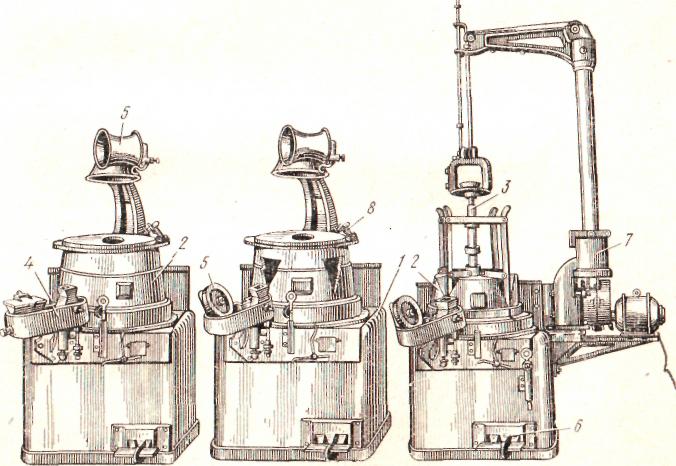


Рисунок 2.10 - Блокова волочильна машина: 1 - станина блоку; 2 - барабан; 3 - знімач; 4 - мильниця з волокодержателем; 5 - направляючий ролик; 6 - педаль включення і виключення; 7 - знімний пристрій; 8 - поводок; (двигуни, коробки швидкостей і варіатори розташовуються за блоками машини)

Широке поширення отримали машини магазинного типу з двоступінчатими барабанами, рисунок 2.8 би. Обидва ступені барабана, обертаючись на одному валу з однаковим числом оборотів, із-за різних діаметрів барабанів мають різні окружні швидкості, що забезпечує постійний кінематичний витяг. Двоступінчаті волочильні барабани вигідно відрізняються від одноступінчатих барабанів тим, що при рівній виробничій площі і трохи великих первинних витратах дозволяють застосовувати обтискання два і більше разу. При цьому питома витрата електроенергії за один перехід менше на 10 - 20 %, чим при волочінні на одноступінчастих барабанах. У першому випадку втрата потужності в передачі(редуктор, клиноременна передача і т. д.) розподіляється на два переходи, в другому випадку - на один.

Машина для волочіння проволоки, принципова схема якої показана на мал. 11 в, відрізняється від двох перших системною проводкою. Проводка проволоки на цьому стані закрита, вона дещо складніша за звичайну, але вірогідність травмування при такій проводці менша.

На рисунку 2.8, д показана схема волочильної машини з концентричним розташуванням барабанів. Дріт спочатку поступає на внутрішній барабан, а потім через повідковий пристрій на зовнішній барабан, який вільно обертається на опорних роликах. У іншому принцип роботи машини з концентричними барабанами аналогічний описаному із здвоєними барабанами.

Волочильні машини з магазинами обладнав багатоступінчастими коробками швидкостей, а "блокові" машини, крім того, мають механічні варіатори. Завдяки варіаторам представляється можливим істотно змінювати кінематику машин, тобто і варіювати вживаними величинами обтискань в переходах волочіння. Усі передатні механізми цих машин поміщені в коробки і надійно захищені від зовнішніх дій. Відповідальні вузли машин змащують зазвичай централізованим способом. Машини мають привід переважно від двигунів змінного струму. Електричні схеми управління при використанні постійного струму забезпечують низькі пускові швидкості і їх автоматичне наростання після пуску. У машин з двигунами змінного струму передбачена додаткова пускова швидкість, яка включається за допомогою спеціальної педалі. У машин деяких конструкцій пускові режими забезпечуються механічними системами. Барабани і волоки охолоджуються повітрям або водою, а іноді і тим, і іншим одночасно.

Машини магазинного типу можуть бути використані для волочіння дроту зі швидкістю до 700 м/хв. Застосування їх при більш високих швидкостях ускладнене внаслідок складного руху дроту при переході з барабана на барабан і громіздкості частин, що обертаються. На цих машинах дріт при волочінні скручується навколо своєї осі, що хоча і не знижує механічних властивостей, але робить неможливим протягання фасонного дроту.

Безперебійна робота машин багатократного волочіння без ковзання, обумовлювана постійністю об'єму дроту, що простягається, на усіх барабанах, може бути забезпечена зміною швидкостей обертання відповідних барабанів. Регулювання швидкості обертання барабанів відбувається автоматично за допомогою механічних електричних або гідравлічних пристроїв. Найбільше поширення з машин, грунтованих на регулюванні обертання барабанів, отримали безперервно-роликові і безперервно-прямоточні.

Волочіння без ковзання, рисунок 2.11, характеризуються постійною швидкістю обертання усіх проміжних і чистового шківів на протязі все¬го циклу волочіння і в той же час деяким відносним ковзанням дроту на проміжних шківах, величина якого може змінюватися в ту або в інший бік залежно від зносу каналу волок. Сила волочіння розвивається витяжними шківами завдяки силам тертя, які виникають між дотичними поверхнями шківа і дротом, що охоплює його. Залежно від діаметру проволікатиму перед волочінням огинають один або кілька разів навколо шківів. Прагнуть, щоб дріт обертався в¬круг шківів не більше двох разів.

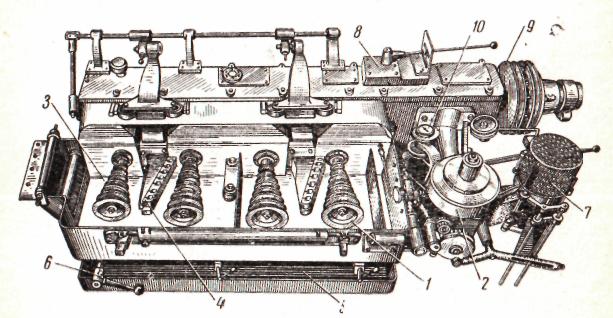


Рисунок 2.11 - Машина для волочіння з ковзанням: 1-ступінчастий шків; 2 - обробний шків; 3 - ванни для емульсії; 4 - волокодержатель; 5 - ванна для зливу емульсії; 6 - важіль включення і виключення; 7 - приймальна котушка(під захисною сіткою); 8 - коробка швидкостей; 9 - шків текстропной передачі; 10 - покажчик швидкості волочіння

На машинах з ковзанням швидкість обертання шківів на 2 - 4 % перевищує швидкість виходу дроту з волоки. Такі машини залежно від розташування і конструкції робочих шківів можуть бути з горизонтальними або вертикальними шківами. Шківи у свою чергу можуть бути циліндричні або ступінчасті. Стани з циліндричними шківами застосовують порівняно рідко. Поширеніші стани із ступінчастими шківами, вживані для волочіння переважно тонкого і найщонайтоншого дроту. Стани для волочіння дроту середніх і тонких діаметрів мають 5 -15 волоків, а для щонайтоншої, найщонайтоншої і мікронної 9 - 25 волоків.

У машин з циліндричними шківами збільшення окружних швидкостей кожного подальшого шківа здійснюється шляхом безпосереднього збільшення числа оборотів шківів. Діаметри усіх шківів однакові.

Багатократні машини з ковзанням простіші, ніж машини без ковзання по пристрою, компактніше і зручніше при заправці дроту. Система охолодження дозволяє здійснювати на них волочіння на високих швидкостях(до 1500 м/мін і більше). Вони є незамінними для волочіння щонайтоншого і найщонайтоншого дроту. До недоліків цих машин відносяться: втрати енергії на тертя об шківи і їх швидкий знос, а також жорсткіший зв'язок вживаних при волочінні одиничних обтискань зі швидкостями шківів і їх переду¬точними числами, т. е. з кінематикою стану.

Волочіння з противонатяжением, рис.15, відрізняється від звичайного тим, що до дроту, що входить у волоку, додається сила(Q), спрямована протилежно силі волочіння(P). Якщо при звичайному способі протягання пружні і залишкові деформації повідомляються металу безпосередньо у волоці, то при волочінні з противонатяжением частина пружної напруги в дроті створюється ще до вступу у волоку від сили противонатяжения. В результаті при волочінні з противонатяжением волочильний інструмент випробовує з боку металу, що простягається, тиск, менший, ніж при звичайному протяганні.

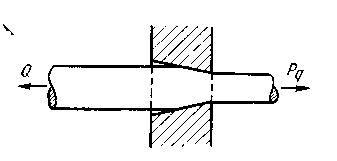


Рисунок 2.12 - Схема процесу волочіння із зовнішнім противонатяжением

Завдяки зниженню зовнішнього тертя зменшується виділення тепла при деформації, т. е. знижується нагрів дроту і волок при волочінні, забезпечується велика міцність плівки мастила і менший знос волочильного інструменту. Це дає можливість застосовувати волоки з тонкими стінками, що особливо важливо при використанні алмазних волок.

На практиці встановлено, що противонатяжение повинне складати 35 -50 % від тимчасового опору розриву дроту.

Гідродинамічне волочіння, рисунок 2.13 ,(Установка Бриджмена). Установка є посудиною високого тиску, що складається з двох камер, сполучених між собою. Тиск створюється при переміщенні поршня в тій камері, в якій знаходяться волока і відрізок дроту, що піддається волочінню. До кінця дроту, що виступає з волоки, приєднана тяга у вигляді довгого стержня, який проходить через сполучну камеру і майже досягає втулку, що знаходиться біля входу в другу камеру. Тяга щільно приганяє до отвору втулки. Тиск до заданої величини піднімається відповідним переміщенням поршня, після чого поршень зрізує запобіжний штифт; при цьому звільняється пружина, що діє на ковзаючі втулки(ці втулки і пружина на схемі не показані). Під дією пружини уся система, що складається з волоки, дроту і приєднаної до неї тяги, переміщається до упору в дно першої камери. При цьому тяга входить в отвір втулки, що знаходиться біля входу в другу камеру, і уся система займає положення, показане на правій стороні малюнка. Після цього відкривається вентиль(положення б), що знаходиться в нижньому кінці другої камери, тиск поступово знижується, тяга під підвищеним тиском в першій камері проштовхується в другу, а прикріплений до неї дріт простягається через волоку при тиску, створеному в першій камері.

Спосіб може бути застосовані при лабораторних дослідженнях, коли необхідно отримати в невеликих кількостях дріт з сильно зміцнених металів, в звичайних умовах що погано деформуються.

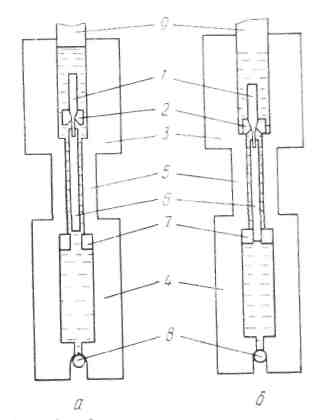


Рисунок 2.13 - Схема установки для гідростатичного волочіння дроту : А - початкове положення; б - положення на початку процесу волочіння; 1 - металевий стержень, що піддається волочінню; 2 - волока; 3 - перша камера високого тиску; 4 - друга камера високого тиску; 5 - сполучна камера; 6 - тяга; 7 - втулка; 8 - вентиль; 9 - поршень

**2.2. Волочіння біметалічного дроту і дроту з металопокриттями**

Велике поширення в техніці отримав біметалічний дріт, що складається з пари металів або сплавів з різними фізичними і механічними властивостями, наприклад сталь і мідь, сталь і алюміній та ін. Такий дріт має високу міцність, хорошу електропровідність і підвищену корозійну стійкість.

Один з металів цієї пари розташований в центрі у вигляді сердечника, а другий - на периферії у вигляді щільно прилеглої до сердечника концентричної оболонки. Такий дріт роблять головним чином плющенням або пресуванням з подальшим волочінням біметалічної заготівлі. Іноді застосовують заготівлю, що складається з труби з вільно введеним в неї сердечником. В окремих випадках біметалічний дріт отримують сверткой оболонки навколо сердечника при протяганні через волоку з каналом спеціального профілю, рисунок 2.14.

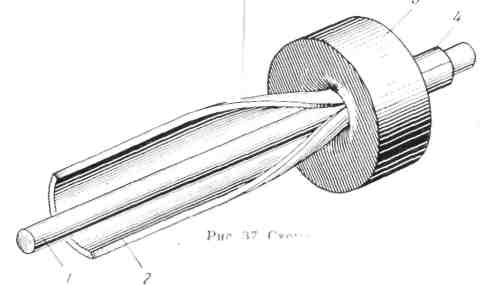


Рисунок 2.14 - Схема процесу отримання біметалічного дроту сверткой смуги біля сердечника: 1 - сердечник; 2 - смуга, що згортається; 3 - волока; 4 - біметалічний дріт.

Електропластичне волочіння. Волочіння труднодеформируемых, зокрема, тугоплавких сплавів, з використанням електропластичного ефекту: при пропусканні електричного струму через зразок, що простягається, помітно знижуються напруга і зусилля волочіння. Найбільший електропластичний ефект спостерігається при пропусканні через метал імпульсного струму високої частоти - близько 103 А / мм² впродовж 104 с. Використання ЭПЭ дозволило не лише інтенсифікувати процес волочіння, але і виключити операції підігрівання заготівель і волок, які потрібні при традиційній технології отримання дроту з тугоплавких металів, наприклад вольфраму.

Монолітні волоки, що обертаються, рисунок 2.15. У розглянутих вище процесах значна частина сили волочіння йде на подолання зовнішнього тертя. Для підвищення інтенсивності процесу при волочінні круглих профілів волоці повідомляють обертальний рух в площині, перпендикулярній осі каналу.

На рисунку 2.15 показана схема сил, що діють на елементарному майданчику *А* контактній поверхні волоки, що обертається

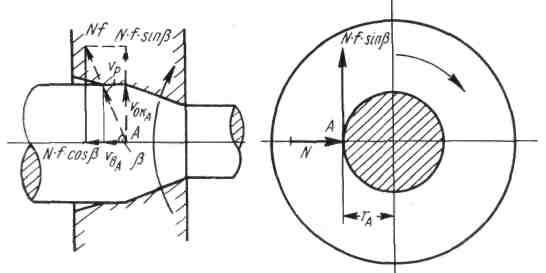


Рисунок 2.15 - Схема сил, що діють на метал в каналі монолітної волоки, що обертається.

Кожен такий майданчик рухається металу, що відносно простягається, прямолінійно в напрямі, зворотному поступальній ході металу.

Волочіння через волоку, що обертається, зменшує коефіцієнт тертя при волочінні, але вимагає створювати обертання з надзвичайно великим числом оборотів, а також додаткових витрат потужності і спеціального складного приводу, що обмежує застосування цього методу волочіння.

Підвищити ефективність процесу можна лише, зменшивши сили зовнішнього тертя, для чого застосовують дискові волоки. Робочі поверхні волочильного каналу в цих волоках частково або повністю утворені поверхнями дисків, що обертаються, осі яких поміщені в підшипники ковзання або кочення, що добре змащуються. Схема таких волок показана на рисунок 2.16.

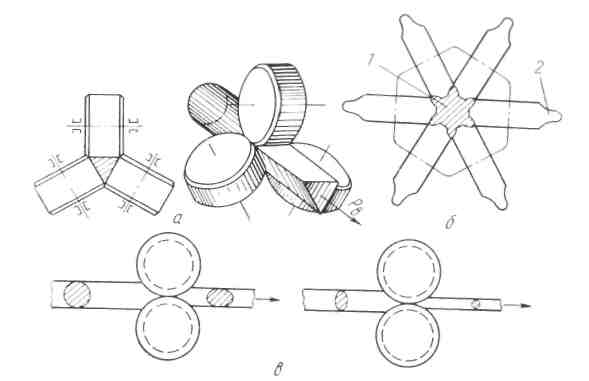


Рисунок 2.16 - Схема конструкцій дискових волок для волочіння: а - тригранного профілю; б - грибкового профілю; ( 1 - грибковий профіль; 2 - диски, що обертаються); у - круглого профілю за системою круг- овал – круг

Іноді дискові волоки застосовують для волочіння круглих профілів з твердих сталей по системі круг - овал - круг. При таких волоках не лише полегшується процес волочіння, але і дещо підвищується механічні властивості готового дроту.

Волочіння в дискових волоках відрізняється наступними особливостями.

Сили зовнішнього тертя в каналі частково замінюються силами зовнішнього тертя в підшипниках дисків. Характер течії металу в деформаційній зоні близький до плющення в закритих калібрах з натягненням смуги.

Велика перевага дискових волок - можливість змінювати в процесі волочіння відстані між дисками, внаслідок чого виходять профілі змінного перерізу. Дискові волоки часто при-меняют для волочіння смуг прямокутного перерізу. Можливість зміни відстані між дисками дозволяє через одну і ту ж волоку протягувати смуги різних: розмірів. При цьому, однак, важко встановлювати диски для обробки крайок смуги, тобто поверхні по вузькій стороні поперечного перерізу.

**3. Класифікація дроту та каліброваного металу**

Сталевий дріт і прутки класифікують за такими ознаками:

1. За формою поперечного перерізу - круглі, фасонного профілю, квадратні, прямокутні, тригранні, шестигранні, овальні, сегментні, зетоподібні, іксоподібні, клиновидні, секторні, трапецієвидні і інших спеціальних профілів.

Найбільше виробляють дроту і прутків круглого перерізу.

На рисунку 3.1 представлені різні види профілю арматурного дроту, одержуваної методом волочіння

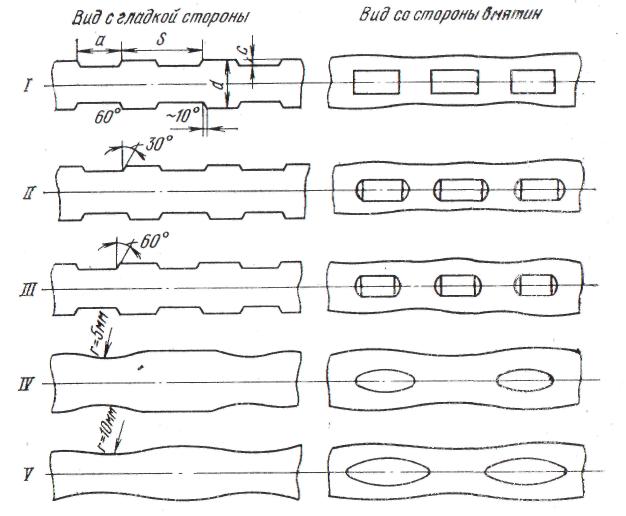


Рисунок 3.1 - Схема раціонального профілю арматурного дроту: 1-прямокутні вм'ятини; 11 і 111 - трапецієподібні вм'ятини;

IV і V - круглі вм'ятини

2. За розміром (діаметром) поперечного перерізу дріт ділиться на 9 груп: від менш 0,1 мм до понад 8 мм.

Довжина прутків знаходиться в межах від 0,3 до 100 мм.

Калібрований метал круглого перетину виготовляють діаметром від 3 до 100 мм, квадратного перетину зі стороною ної квадрата від 5 до 100 мм, шестигранного перетину діаметром вписаного круга від 5 до 100 мм і прямокутного перерізу (смугова) товщиною від 5 до 50 мм, шириною від 12 до 63 мм.

3. По точності виготовлення і в залежності від поля допуску дріт має граничні відхилення номінальних діаметрів. Для кожного класу точності в залежності від номінального розміру дроту встановлені допустимі відхилення.

4. Хімічний склад сталі в чому визначає властивості дроту і прутків. Сталевий дріт виготовляють з низьковуглецевої сталі з масовою часткою вуглецю до 0,25% включно; з вуглецевої сталі з масовою часткою вуглецю понад 0,25%; із легованої сталі; із високолегованої сталі; із сплавів з особливими властивостями (корозійностійких, жаростійких, жароміцних, прецизійних).

5. За тимчасового опору розриву - сталевий дріт: від

низької міцності (менше 390 Н/мм2) до високої міцності (понад 3140 Н/мм2).

Крім того, до більшості сортів дроту пред'являють вимоги по пластичності, оцінюваної числом перегинів і скручувань.

До каліброваного металу пред'являють вимоги по твердості, яка залежить від марки сталі та стану поставки.

Так, калібрована сталь 08кп в наклепаному стані повинна мати твердість НВ 179, а в відпаленого стані 131; сталь 30 - в наклепаному стані 229, а в відпаленого 187, сталь 30ХГСА - в наклепаному стані 269, а в відпаленого 229.

На вимогу замовника калібрована сталь в стані поставки повинна мати певні показники по тимчасовому опору розриву, відносне подовження і відносне звуження.

6. По виду поверхні дріт може бути:

- Без додаткової обробки поверхні після деформації (в тому числі дріт із залишками технологічних покриттів - міді, фосфату, бури, що наносяться на поверхню для підготовки металу до волочіння);

-Тягнута після попереднього шліфування, обточування або обдирання на проміжному розмірі;

- Зі спеціальною обробкою поверхні (шляхом видалення поверхневого шару);

- Полірована, шліфована, травлення;

- Покрита: з металевим покриттям (оцинкована, луджена, обміднений, латунована, алюмінійованого, інші металеві покриття, з неметалічним покриттям (полімерами, фосфатовані та інші);

- Світла (термічно оброблена в захисній атмосфері); оксидована (окислена, термічно оброблена з кольорами мінливості);

- Чорна (термічно оброблена, покрита окалиною).

Калібрований метал за якістю поверхні ділиться на три групи:

А - метал особливо відповідального призначення,

Б - загального призначення,

В - метал для механічної обробки.

7. За призначенням дріт має саму широку класифікацію:

* загального призначення; армування залізобетонних конструкцій; армування попередньо-напружених залізобетонних конструкцій;
* зварювальний;
* наплавочний;
* канатна;
* спицеві;
* гнучких тяг централізації сигналів і стрілок; пружинна;
* армування гумотехнічних виробів;
* струнна; пружинних шайб;
* виробництва сіток;
* повітряних ліній зв'язку;
* сердечників проводів; проводів і кабелів;
* бронювання проводів і кабелів;
* бандажна; нагрівальних елементів;
* елементів опору;
* пружних елементів;
* із заданим температурним коефіцієнтом лінійного розширення;
* записи гармонійних сигналів;
* конструкційна різного призначення;
* виготовлення заклепок і розпірок сепараторів підшипників кочення;
* кріпильних виробів, виготовлених методом холодного видавлювання і висадки;
* шплінтова;
* поліграфічна;
* голкова;
* гребенечесальних;
* бердная;
* кардна;
* ремізні;
* полкова;
* ув’язочна;
* медичного призначення.

Вимоги до дроту, що залежать від її призначення, передбачаються державними стандартами (ГОСТами), технічними умовами (ТУ) або угодами, укладеними між споживачами та постачальниками.

У цих документах обумовлюються: форма перетину, розміри, відхилення від них (допуски), механічні властивості, стан поверхні, мікроструктура і при необхідності деякі фізичні властивості.

Деякі перетину фасонної дроту і прутків показані на рисунку 3.2.

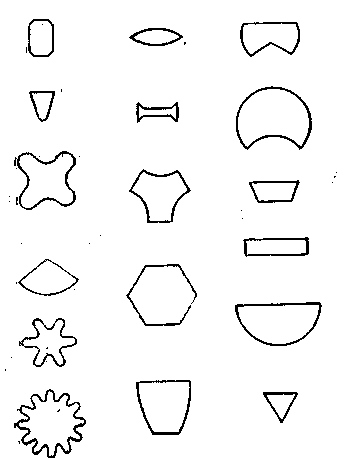


Рисунок 3.2 - Профілі фасонної дроту і прутків.

Технологія волочіння прутків і дроту залежить від кінцевих розмірів, фізико - механічних, технологічних властивостей і пластичності матеріалу, стану поверхні.

Прутки та дріт роблять у відпаленого, частково наклепали, загартованому, загартованому і відпущеному стані

**4. Технологічні схеми виробництва дроту та каліброваної сталі**

Процес виробництва дроту і прутків полягає в чергуванні різних операцій, куди відносяться, як правило, підготовка поверхні, волочіння, термічна обробка, а в разі нанесення покриттів на дріт, додаткові операції підготовка поверхні і наступні операції випробування, сортування і здавання виробу споживачеві.

На рисунку 4.1 приведена технологічна схема виробництва оцинкованого дроту з низьковуглецевої сталі.

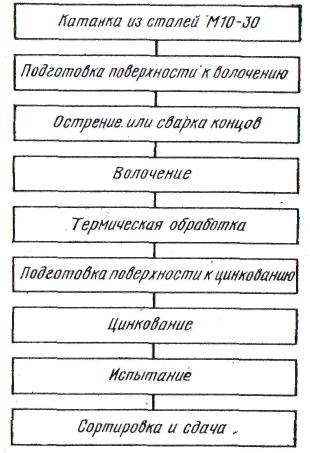


Рисунок 4.1 - Схема виробництва оцинкованої низьковуглецевого дроту

**4.1. Підготовка поверхні до волочіння**

При виробництві дроту чергування технологічних операцій і число чергувань можуть бути різними і залежить від діаметра готового дроту і від пластичності металу.

Чим тонше готова дріт і чим менш пластичний метал, тим більше число циклів необхідно при її переробці.

З низьковуглецевої сталі виготовляється близько 70 - 75% дроту.

Катанка з низьковуглецевої сталі діаметром 6,0 - 9,0 мм проходить операції підготовки поверхні і простягається в залежності від призначення до розміру 0,8 - 1,2 мм.

Підготовка поверхні необхідна для видалення окислів і інших дефектів. Окисли володіють відносно високою твердістю і тим самим збільшують знос волок і погіршують якість поверхні виробу.

При виробництві дроту особливо відповідального призначення, з метою видалення дефектів, вихідну катанку іноді шліфують в мотках або застосовують інші види механічного впливу, наприклад, вигином, дробеструйним впливом, способом шабровки, обточування, шліфування. Перед шліфуванням катанку рекомендується піддавати калібруванню для усунення овальності.

 Одним з основних методів видалення окалини є хімічне травлення в розчинах кислот, лугів або в розплавах солей. Травлення в розчинах кислот супроводжується хімічними та електрохімічними процесами.

Якщо потрібно мати більше тонкий дріт, то її слід термічно обробити (отжечь) і потім повторити волочіння до необхідного діаметра.

У залежності від призначення дріт може бути використана без додаткової термічної обробки. Іноді дріт піддають калібруванню, що полягає в протяжці зі слабким обтисненням після термічної обробки.

Для волочіння з високими швидкостями вимагається метал підвищеної чистоти по неметалеві включення і однорідний за хімічним складом. Вміст вуглецю в сталі для катанки не більше 0,15%, відносне звуження не менше 60%.

З низьковуглецевої сталі виготовляють дріт:

1) загального призначення діаметром 0,16 - 10 мм (σ в = 690 ÷ 1370 Н/мм2);

2) бердну діаметром 0,8 - 8,5 мм (σ в = 390 ÷ 640 Н/мм2);

3) броньовану для електричних проводів і кабелів діаметром 0,3 - 8,0 мм (σ в = 340 ÷ 490 Н/мм2);

4) поліграфічну оцинкований та неоцинкований діаметром 0,35 -1,2 мм (σ в = 690 ÷ 880 Н/мм2);

5) сталеву оцинковану для повітряних ліній зв'язку (лінійну) діаметром 1,5 - 6,0 мм (σ в = 360 ÷ 640 Н/мм2);

6) сталевий низьковуглецевий наклепаний для армування залізобетонних конструкцій діаметром 3,0 - 10 мм (σ в = 440 ÷ 830 Н/мм2);

7) сталеву вуглецеву для холодної висадки діаметром 1,0 - 16 мм (σ в = 420 ÷ 740 Н/мм2) та ін

**4.2. Мастило при волочінні.**

**4.2.1. Призначення змащення і вимоги до неї.**

Без застосування мастила волочіння неможливо. Питання мастила тісно пов'язані із зовнішнім тертям, яке супроводжує і про ¬ протидії переміщенню знаходяться в зіткненні двох тіл. Прийнято розрізняти три види зовнішнього тертя: сухе, граничне і рідинне.

Сухе тертя - це тертя в відсутність мастила на дотичних поверхнях тіл.

Граничне тертя виникає в тих випадках, коли між дотичними тілами мається надзвичайно тонкий шар мастила, що володіє особливими властивостями.

При рідинному терті між труться поверхнями є значний шар мастила, повністю їх розділяє і характеризується внутрішнім тертям в мастилі.

Зовнішнє тертя залежить від матеріалу дотичних тіл, складу і характеру мастила, від істинних площ контакту тертьових поверхонь і від режиму роботи: температури, швидкості, навантаження і, головне, від температурного поля, що виникає в тонкому поверхневому шарі.

Мастило запобігає прилипання металу, що простягається до тяганини, зменшує тертя і забезпечує необхідну якість поверхні дроту.

Правильно вибрана мастило дозволяє застосовувати високі приватні і загальні деформації, а також високі швидкості волочіння. Крім того, вона знижує температуру в осередку деформації.

Основні вимоги до мастила при волочінні: 1) добре і безперервно змочувати тертьові поверхні і міцно до них прилипати; 2) витримувати великі тиску; 3) не повинна спікатися, розкладатися або розшаровуватися; 4) повинна забезпечувати мінімальний знос каналу волок і чистоту робочих місць; 5) не вогненебезпечна; 6) не мала неприємного запаху і не чинила шкідливого впливу на обслуговуючий персонал; 7) виготовлятися з недефіцитних матеріалів і бути дешевою.

**4.2.2. Склади мастил для волочіння.**

Мастила ділять на тверді, консистентні (напіврідкі) і рідкі.

Тверді змащення. До них відносяться мила, що представляють собою з'єднання лужних і лужноземельних металів (натрію, калію, кальцію) з жирними кислотам. Мильні порошки широко використовують при сухому волочінні дроту.

До твердих змащенням відносять також нафтопродукти: парафін, церезин і озокерін. Мастилом такого ж типу є бджолиний віск. Найбільше поширення з цих мастил отримав віск при протяжці дорогоцінних металів і парафін (з добавкою масла) при волочінні легованої сталі. Наносять ці мастила шляхом занурення мотків у ванну з розплавленим парафіном, воском або іншими матеріалами.

Консистентні мастила виготовляють введенням в тварини, мінеральні або рослинні олії спеціальних загусників (мила, петролатума, церезину і інші). При волочінні дроту товстих перетинів з кольорових металів і м'яких сталей консистентні мастила застосовують порівняно рідко і, як правило, при волочінні прутків.

Рідкі мастила використовують здебільшого при волочінні тонкої, найтоншої і щонайтоншої дроту.

Рідкі мастила - це найчастіше водні емульсії мінеральної або рослинної олії і мила, що виконує роль стабілізатора мастила. Широко застосовують водний розчин чистого мила і олеїнової кислоти з кальцинованої содою. При калібруванні голкової і аналогічної їй дроту застосовують водний розчин мила з добавками сірчаної кислоти і борошна.

Наповнювачі та ущільнювачі мастила. Наповнювачами мастила є речовини, що наносяться на поверхню дроту при проведенні підготовчих або спеціальних операцій. Вони збільшують товщину мастила і цим знижують можливість прилипання металу, що простягається до тяганини. Наповнювачами є плівки гідроокису міді (на сталевий дроту), фосфату, а також шари вапна, рідкого скла, бури та інших продуктів, графіт.

Широке поширення отримує двосірчастий молібден (дисульфід молібдену). Застосовуються колоїдні суспензії дисульфіду молібдену (MoS2), так як його порошок не розчиняється у воді і маслах. Цей вид змащення, володіючи високою міцністю, дозволяють зменшити кут робочої зони волоки і збільшити контактну поверхню дроту і волочильного інструменту. Велика контактна поверхня сприяє зменшенню тисків на волочу і розподіляє знос на велику поверхню інструменту, збільшуючи цим стійкість останнього.

Дисульфід молібдену дозволяє значно збільшити швидкість волочіння при одночасному підвищенні експлуатаційної стійкості волок і поліпшенні якості поверхні сталі.

Ущільнювачі мастила підвищують її в'язкість і сприяють рівномірному розподілу наповнювача на дроті. Ущільнювачами є столярний і малярний клеї, борошно (додають у вапно або емульсії), крохмаль, желатин та інші матеріали.

**5.Термічна обробка дроту, каліброваного металу і труб**.

Термічна обробка металу полягає в нагріванні металу до певної температури, витримці його при цій температурі і подальшим охолодженні. Проведення термічної обробки супроводжується зміною властивостей металу в зв'язку зі зміною структури.

Знання діаграм стану сплавів та фазових переходів (перетворень) дозволяє визначати температури цих перетворень.

Термічна обробка може передувати волочіння, проводиться після нього або супроводжувати йому.

Термічна обробка металу перед волочінням дозволяє видалити окалину, знімає наклеп, надає металу необхідні пластичні властивості, забезпечує отримання найбільш оптимальної структури.

Зокрема, термічну обробку перед деформацією в холодному стані проводять для важко деформованих металів і сплавів, таких як підшипникові та високолеговані інструментальні сталі, титанові сплави та латуні.

Проміжні операції відпалу служать для усунення наклепу металу і створюють можливість подальшої холодної деформації. Заключна операція термічної обробки служить аналогічним цілям, а також для створення необхідної структури і властивостей металу.

При волочінні метал зміцнюється і змінює свою пластичність. З досягненням певного ступеня сумарного обтиснення продовження волочіння неможливо, так як метал стає крихким, подальша протяжка цього металу може бути здійснена лише після проведення термічної обробки.

Найбільш поширеними видами термічної обробки металу є відпал, патентування, нормалізація, гарт і відпустку.

Відпал - це вид термічної обробки, при якій після нагріву, витримки і повільного охолодження отримують м'який, пластичний метал, вільний від внутрішніх напружень. Відпалу піддають дріт і прутки перед волочінням або на готовому розмірі.

За характером термічної обробки сталеві прутки, по ¬ ступають в калібрувальний цех, піддаються:

1) чорновому (підготовчого) відпалу перед гострінням (втонщенням) кінців штанг (прутків); в цьому випадку доставка каліброваних прутків споживачеві проводиться без термічної обробки, в нагартована стані;

2) відпалу після волочіння; метал має твердість, яка допускає його остреніе і волочіння без попереднього зм'якшення;

3) відпалу до гостріння і волочіння і після цих операцій.

Температури нагріву, що застосовуються при відпалі, можуть бути вище або нижче критичних, при яких метал відчуває внутрішнє перетворення. Прагнуть відпалювати метал при можливо низьких температурах, так як це здешевлює процес і зменшує ймовірність перегріву і зневуглецювання. Тривалість витримки залежить від маси, природи і вихідної структури випалу металу. Вона визначається ще й властивостями, які хочуть забезпечити відпалом метал.

Швидкість нагріву дроту і прутків, якщо їх випалюють в мотках або пачках, повинна забезпечити рівномірне прогрівання всієї маси металу. Якщо нагрів проводити дуже швидко, то температура зовнішніх шарів мотка (пачки) буде вище температури внутрішніх шарів, що може призвести до неоднорідності властивостей по довжині. Швидкість нагріву залежить від теплопровідності, а також від маси і розташування металу в пічному просторі.

Швидкість охолодження визначається головним чином складом металу і його міцністю (твердістю), яку потрібно одержати після відпалу. Дріт і прутки з легованих сталей охолоджують повільніше, ніж з вуглецевих. Дріт і прутки із вуглецевих сталей охолоджують до 500 ° С разом з піччю, а потім швидко - на повітрі. Більшість корозієстійких сталей охолоджують до 500 ° С разом з піччю, а потім швидко - на повітрі. Більшість корозієстійких сталей охолоджують різко у воді.

Відпал рекристалізації дроту і прутків проводять при температурах нижче критичних. У процесі такого відпалу взамін витягнутих деформацією зерен виростають нові, недеформовані; при цьому твердість металу знижується і збільшується пластичність.

Відпал на зернистий перліт. При відпалі стали, окрім пом'якшення самого металу, домагаються ще отримання зернистої (круглої) форми структурних складових стали - цементиту (для сталей із середнім і високим вмістом вуглецю) і складних карбідів (для легованих сталей).

Перед відпалом катанку звичайно нормалізують (охолоджують на повітрі після нагрівання) для вирівнювання розподілу по її перерізу перліту карбідів і ліквідації навколо зерен цементитної сітки. При відпалі деформованої дроту зернисту форму перліту отримують при витримках і температурах, менших критичних, тобто при Відпал рекристалізації.

Патентування полягає в нагріві дроту вище верхньої критичної температури АС3, при якій сталь переходить в аустеніт, витримці при цій температурі, зануренні в середу з температурою 450 -550 ° С і охолодженні на повітрі.

Нижче ліній Ас3 і Аст з аустеніту в залежності від марки вуглецевої сталі починається виділення фериту або цементиту, а трохи нижче ліній A1 починається і при цій же температурі закінчується перетворення всього що залишився аустеніту в перліт. Ці зміни в структурі відбуваються при низьких швидкостях охолодження. В залежності від швидкості охолодження отримують різні структури.

В результаті патентування отримують мікроструктуру, яка складається з суміші двох складових - фериту і цементиту, - сорбіт. Цементит в такій структурі характеризується надзвичайною подрібнення і рівномірним розташуванням найтонших цементитних пластинок в феритної масі. Сама ж феритного маса складається з порівняно великих ділянок. Все це забезпечує патентованої дроті високу пластичність і гарні міцносні властивості.

Нормалізація відрізняється від патентування тим, що дріт після нагріву вище критичної точки АС3 охолоджується не в спеціальному середовищі (в розплаві солі або свинцю), а безпосередньо на повітрі.

Структура нормалізованої сталі менш однорідна, ніж патентованої, а властивості металу трохи нижче. Нормалізацію застосовують в тих випадках, коли виготовляють дріт, призначену для переробки на більш тонкі розміри (тобто межову). Застосовувати нормалізацію для дроту готового розміру не рекомендується внаслідок сильного окислення її поверхні в цих умовах. Нормалізацію дроту з високовуглецевої або легованої сталі проводять перед відпалом з метою усунення сітки цементиту. Поверхня дроту при нормалізації окислюється на велику глибину, ніж при патентування. При цьому деякі дефекти видаляються в окалину.

При виготовленні дроту для клапанних пружин, високоміцної арматури, для кардної стрічки та інших цілей заключною операцією є загартування з відпуском. При цьому забезпечується висока міцність і твердість, висока пружність, а також прямизна дроту.

Загартування сталевого дроту полягає в нагріві її вище критичної точки АСХ або АС3 і наступному швидкому охолодженні. На результати гарту впливають швидкість і температура нагрівання, час витримки і швидкість охолоджування. При цьому вирішальним чинником є ​​швидкість охолодження, з якою пов'язане отримання певної структури і заданих механічних властивостей.

Однією з основних структур, одержуваних у результаті загартування, є мартенсит, що має характерне голчасті будову.

Внаслідок того що в решітці мартенситу атоми вуглецю як би заклинені між атомами заліза, вони створюють великі внутрішні напруги. Мартенсит має високу твердість, він дуже крихкий.

В якості охолоджуючої середовища при загартуванню використовують рослинні і мінеральні масла, воду, водні емульсії, розчини солей і інші середовища з високою охолоджуючої здатністю. При загартуванні дроту використовують машинне та бавовняне масла і іноді підігріту воду.

Відпустка дроту проводять зазвичай відразу ж після гарту. При його проведенні у металу змінюється структура, зменшуються внутрішні напруження, підвищується в'язкість і кілька знижуються міцність і твердість. Температура відпустки має широкий діапазон і залежить від призначення дроту.

На практиці застосовують три види відпустки.

* Низький відпустку при 150 - 300 ° С. Мета його - зменшити внутрішні напруження, не знижуючи або дуже мало знижуючи при цьому твердість. В результаті низького відпустки отримують структуру відпущеного мартенситу.
* Середній відпустку здійснюють при 300 - 450 ° С і застосовують для виробів, від яких потрібно досить висока твердість і високий межа пружності при певній пластичності.
* Високий відпустку проводять при 500 - 680 ° С. Після такої відпустки сталь має структуру сорбіту (мелкодисперсная суміш фериту і цементиту).

Наприклад, низькому відпуску після гартування на готовому розмірі піддають гребенечесальних дріт. Кардного дріт після гарту піддають відпустки в діапазоні температур, відповідних середньому відпуску, а ремізні - в діапазоні температур високого відпустки. Відпуску піддають також дріт, простягнуту з високими сумарними деформаціями.

Рекомендують проводити загартування і короткочасну відпустку дроту (заготовки) перед волочінням. При виробництві пружинного дроту зі спеціальними властивостями це необхідно.

**6.Покритія, обробка, упаковка дроту і прутків**

Після процесу волочіння прутки крім термічної обробки в багатьох випадках правлять, шліфують, полірують і в залежності від призначення наносять на них захисні покриття, наприклад, цинкуванням, лудіння, хромуванням, кадміюванням, алітіювання, лакуванням і ін. Правку зазвичай виконують на роликоправильних машинах, які встановлюють або в потоці виробництва, або окремо. Шліфування поверхні каліброваних прутків на глибину до 0,15 ... 0,30 мм використовується для видалення поверхневих дефектів, зняття зневуглецьована шару, додання точних розмірів поперечному перерізу прутка та ін

Найбільш широко для сталевого дроту застосовують покриття цинком, оловом, латунню і іншими металами, а також неметалевими матеріалами.

Дріт, покритий цинком, використовують для семафорів і підвіски тролів (СЕМАФОРНА); сталевий дріт, покриту алюмінієм, застосовують для проводів, броньованих кабелів, телеграфних ліній зв'язку. Канати з оцинкованого дроту застосовують в суднобудуванні, авіабудуванні, шахтах вугільної промисловості і тоді, коли навколишнє середовище є по відношенню до сталі агресивної і сприяє передчасному виходу канатів з ладу.

Лудінню (покриттю оловом) піддають дріт для бандажів електродвигунів (бандажну); для харчової промисловості; деяких сортів пружинного дроту; для кабельної промисловості (кабельну), для текстильної промисловості (ремізні). Олов'яне покриття в останньому випадку призначається для забезпечення спайки дротів між собою або з іншими деталями або ж для захисту дроту від корозії.

Покриту латунню дріт і металокорд (троси спеціальних конструкцій) з такого дроту найбільш широко використовують для виготовлення сіток, для армування гуми в високоякісних шинах, транспортерних стрічках, шлангах (рукавах) високого тиску. Латунне покриття в гумово-металевих виробах забезпечує міцний зв'язок дроту і гуми.

У деяких випадках металопокриття виконують роль підмастильного шару і покращують умови волочіння. Такими покриттями можуть бути цинкове, латунне і мідне.

Відомі декілька способів нанесення металопокриттів на сталеві вироби; із них при виробництві дроту використовують гарячий і електролітичний.

Покриття гарячим способом проводять зануренням дроту в розплав наноситься металу.

Електролітичне покриття здійснюють електричним струмом шляхом занурення в розчин із спеціальними хімічними реактивами (електролітами) дроту і пластин наноситься металу.

Можливі наступні технологічні схеми виробництва дроту з металопокриття:

1) нанесення металопокриття на дріт готового розміру;

2) волочіння термічно обробленої дроту з нанесеним на неї металопокриття;

3) покриття металом дроту після протяжки і подальше волочіння до готового розміру.

Доцільність використання тієї чи іншої схеми визначається розміром дроту, вимогами до її механічними властивостями і до якості металопокриття.

Наприклад, при виготовленні канатної оцинкованої, латунованої і аналогічної їм дроту найбільш широке поширення набула друга схема.

Процеси металопокриттів включають звичайно наступні операції, виконувані на поточних агрегатах: розмотування; знежирення; декопіювання (травлення в кислотах); промивку у воді з піском; флюсування; сушку; нанесення покриття гарячим або електролітичним способами; охолодження; намотування.

Гаряче цинкування і лудіння - найбільш поширені процеси. Гаряче цинкування проводять в цинкувальній ванні при температурах 440 -530 ° С.

Схеми агрегатів для гарячого цинкування дроту приведені на рисунку 6.1.

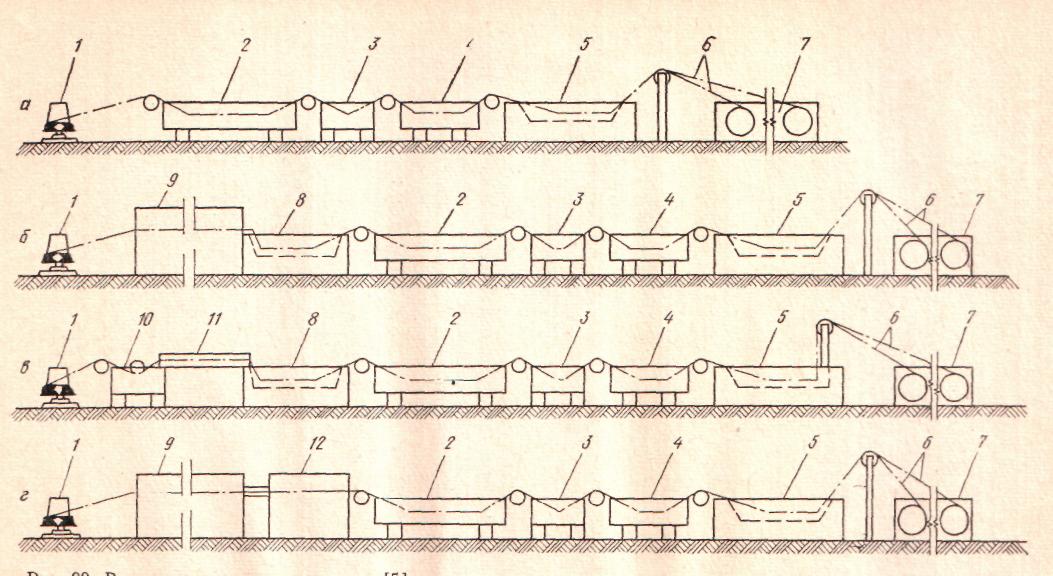


Рисунок 6.1 - Варіанти гарячого цинкування: а-гаряче цинкування, б - Патентування і гаряче цинкування; в - електроконтактні патентування та гаряче цинкування; г - відпал і гаряче цинкування, 1 - розмотування; 2 - травлення; 3 - пісочна обробка і промивка; 4 - флюсування; 5 - цинкування; 6 - оброблювана дріт; 7 - намотувальний апарат; 8 - ізотермічна ванна; 9 - нагрівальна піч; 10 - перший контакт; 11 - піч контактного патентування; 12 – охолоджувач.

Гаряче лудіння здійснюють на агрегатах при температурі ванни з оловом 240 - 340 ° С.

Електролітичне цинкування дроту, як правило, ведуть в сірчанокислому електроліті, але застосовують його значно рідше гарячого через більш низьку продуктивність.

Правку і різання при переробці мотків на прутки проводять на правильно-відрізних верстатах, рисунок 6.2. Правку круглої дроту здійснюють обертанням навколо неї спеціальної рами із закріпленим на останній комплектом роликів і плашок. Дріт при цьому піддається великому числу перегинів у всіх напрямках і виходить з верстата випрямленою. Після цього її автоматично відрізають і укладають в жолоб.

Для редагування прутків діаметрами до 20-25 мм використовують найчастіше звичайні роликові рихтування, рисунок 6.2.

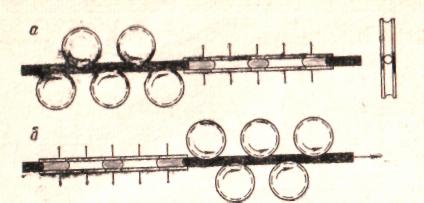


Рисунок 6.2. Схема правильного пристрою багато роликового верстата: а - вид збоку; б - вигляд зверху.

Шліфуванням видаляють з поверхні металу раковини, ризики, зневуглецьована шар і інші дефекти. Шліфують дріт і прутки після термічної обробки.

Дріт в мотках шліфують на верстатах з обертовими розмотувальні і намотувальних касетами, пристосуванням для редагування і шліфувальним пристроєм.

Полірування дроту і прутків проводять у тих випадках, коли потрібно більш висока чистота поверхні, необхідна для того, щоб збільшити термін служби і антикорозійну стійкість вироби, виготовленого з дроту.

Механічне полірування здійснюють на спеціальних станах шляхом пропускання дроту і прутків через обертові джгути або між дисками з полірувальними пастами.

Більш ефективно електрохімічне полірування. При такому способі полірована дріт проходить через електроліт і піддається впливу постійного струму. На дроті, що є анодом (позитивним електродом), розчиняються всі нерівності, в результаті чого досягається висока чистота поверхні. Негативним електродом є металеві пластинки, які також занурюються в електроліт. В якості електролітів використовують суміші різних кислот (фосфорної, сірчаної, лимонної) з добавками гліцерину, хромового ангідриду або інших речовин. Особливо успішно поліруються нержавіючі сталі. Електрохімічним способом прутки полірують рідко.

Методи упаковки та мастила визначаються вимогами до готової продукції, а також умовами зберігання і транспортування. Дріт повинна бути надійно захищена від механічних пошкоджень і переплутування. Матеріали, використовувані для упаковки, повинні бути досить міцними; вони не повинні містити речовин, що викликають корозію, і не повинні поглинати з навколишнього середовища вологу. Особливо важливо правильно підібрати матеріали для упаковки тонкого сталевого дроту, яка при несприятливих умовах легко окислюється.

Перед упаковкою дріт повинна бути добре ув'язана. Зазвичай дріт товстих і середніх розмірів обв'язують трьома-чотирма в'язками з м'якого дроту. Більш тонкий дріт перев'язують власними кінцями, а іноді нитками або шпагатом. В'язка не повинна слабшати і переміщатися по мотка після його перекладання та транспортування.

Дріт і калібровані прутки змащують зануренням мотків і прутків в нагріті масла або в їх суміші. Для змащення використовують веретенне, вазелінове і трансформаторне масла. Для зменшення плинності в деяких випадках до них додають загусники: цезерін, петролатум, солідол. У мастило для відповідальних сортів дроту і прутків, схильних до корозії, додають ще антиокислювачі, що затримують окислення самого масла.

Дріт упаковують в м'які бавовняні матеріали або в жорстку тару. Іноді застосовують і те, і інше.

Обплетення дроту стрічкою і м'яким дротом виробляють спеціальними пакувальними машинами. На рис. 25 показана машина для обплетення мотків паперової тканинної або поліетиленовою стрічкою. Моток дроту в такій машині обертається від приводних опорних роликах; стійке положення його забезпечується спеціальними направляючими. Рулон пакувальної стрічки встановлюють на пальці, закріпленому на кільці. Кільце обертаючись від мотора через шків і притискні направляючі ролики, обплітає моток. Машина забезпечена пусковий педаллю і регулятором швидкості.

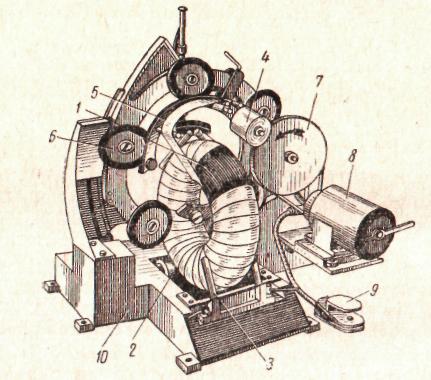


Рисунок 6.3 - Машина для упаковки дроту: 1 - моток дроту; 2 - приводний опорний ролик; 3 - напрямна; 4 - обплітальний рулон; 5 - кільце; 6 - притискний ролик; 7 - обертає диск; 8 - двигун; 9 - пускова педаль; 10 – станина.

**7. волочіння труб**

Завершальна операція при виробництві холоднодеформованих (тягнути) труб зі сталей, кольорових металів і сплавів відрізняється великою різноманітністю технологічних схем волочіння: безоправочное (осаду); на короткій закріпленої оправці; на самоустановлювальні (плаваючою) оправці; на довгій рухомої оправці; на деформуючий сердечнику; профілювальних ; із роздачею трубної заготовки; в режимі гідродинамічного тертя.

Основним процесом виробництва високоточних труб є волочіння на рухомих, нерухомих і плаваючих оправках, технологічна схема якого представлена на рисунку 7.1.

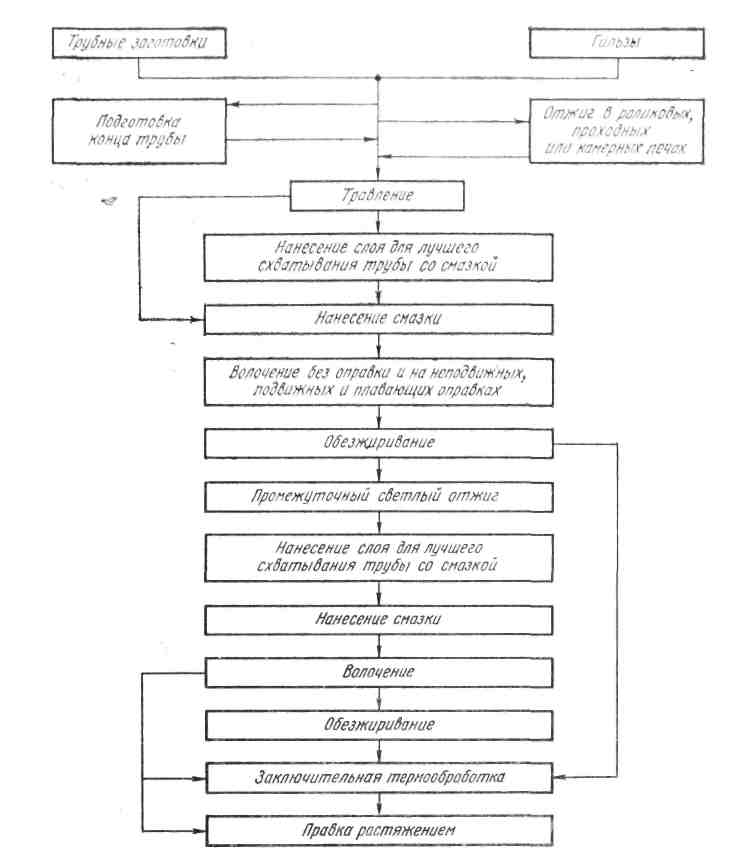


Рисунок 7.1 - Схема технології холодного волочіння труб

В якості заготовок застосовують безшовні та зварні труби. Перед волочінням кінець труби довжиною 100 - 200 мм обжимається з тим, щоб його можна було ввести в волоку.

Для виробництва прецезіонних труб великих розмірів застосовують заготовки, отримані за допомогою гарячої прокатки, пресування або на трубозварювальних агрегатах, а для виробництва труб менших розмірів - після обробки на редукційних станах. Заготовки мають розміри 32 х (3 - 6) мм до 130 х (4,5 - 18) мм, а після обробки на редукційних станах товщина не перевищує 2 мм, зовнішній діаметр - 20 мм. Заготовки труб малих розмірів, як правило, отримують холодної прокаткою.

При виробництві труб з деяких якісних сталей, а також з кольорових металів, можуть бути включені додаткові операції термічної обробки.

Особливі технологічні процеси розроблені також для виробництва труб спеціального призначення.

Безоправочне волочіння (осаджування), рисунок 6.4, труб із сталей, кольорових металів і сплавів, полягає в тому, що внутрішня поверхня заготовки при протягуванні не контактує з технологічним інструментом. Таке волочіння зазвичай здійснюють у дві волоки, перша з яких служить для центрування труби, а в другій здійснюється основне обтиснення труби по діаметру. Найчастіше його проводять для проміжних проходів з метою зменшення діаметра протягування труб. У ряді випадків (трубки малого діаметра) його використовують і як оздоблювальну операцію.

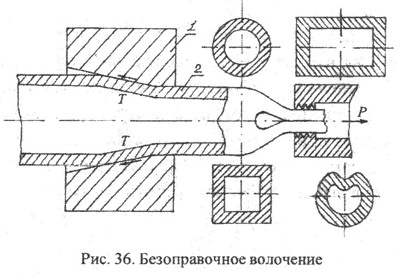


Рисунок 7.2 - Безоправочне волочіння

Перевага: 1) організація технологічного процесу в комбінації з процесами інтенсивного утонения стінки (прокатки, оправочное волочіння, пресовані), забезпечує отримання труб з досить точним зовнішнім діаметром і зменшеною разностенность; 2) волочіння труб малого діаметра, де застосування оправочного волочіння утруднене із - за малого діаметра внутрішнього каналу (наприклад, капілярні труби), а також волочіння труб великої довжини у бухтах.

Недоліки: 1) низька якість внутрішньої поверхні труб; 2) великі відмінності в товщині стінки труби після волочіння; 3) можливість утворення поздовжніх складок (зминання) труби, а при волочінні в бухтах - овалізація труби при намотування її на приймальний барабан.

Волочіння на закріпленій оправці, рисунок 2, м. Застосовується для одержання труб зі строго лімітованими значеннями діаметра і стінки. Закріплена (коротка) оправлення найчастіше циліндрична, іноді їй надають циліндро - конічну форму, що покращує її центровку. Закріплені оправки виконуються порожнистими для труб великого діаметру та суцільними для тонкостінних труб меншого діаметра.

Переваги: 1) виходять труби досить точних розмірів; 2) простота їх виготовлення і відносна нескладність налаштування процесу волочіння.

Недоліки: 1) циліндрична оправлення лімітує величину внутрішнього діаметра; 2) доводиться застосовувати менші обтиснення за прохід, що знижує продуктивність; 3) Не можна протягувати згорнуту в моток трубну заготовку; 4) Для отримання труб великої довжини доводиться використовувати волочильні стани з такою ж робочою довжиною , що створює певні незручності при експлуатації станів, а також при обробці й транспортуванні довгомірних труб

Волочіння на самоустановлювальні оправці, рисунок 2, д. В трубну заготовку замість звичайної оправки, прикріпленою до стрижня, вводять вільну оправку спеціальної форми, що включає два циліндричних ділянки і розташований між ними конічний ділянку. Завдяки своїй формі оправлення під дією сил, що виникають між нею і трубою, автоматично встановлюється так, що між оправленням і волоком утворюється кільцева щілина, через яку протягується труба.

Цей процес, в зв'язку з його високою ефективністю, отримав велике поширення для волочіння труб невеликих діаметрів, які можна порівняно легко приймати на барабани або котушки. Можливість застосування їх при волочінні труб на «лінійних» станах взамін циліндричних закріплених оправках. Це дозволяє поліпшити якість внутрішньої поверхні труби в результаті зменшення сил тертя, а також розвантажити механізм кріплення оправки.

Волочіння круглих труб на рухомий оправці, рисунок 2, тобто Рухома оправлення являє собою циліндричний стрижень. У трубу вводять круглий стрижень з твердої сталі з високою межею міцності. Довжина стрижня дещо більше довжини простягнутою труби, а діаметр дорівнює заданому внутрішньому діаметру цієї труби. Трубу разом з введеним в неї стрижнем простягають через волоку, після чого стержень витягують з труби. Сила волочіння зазвичай додається одночасно до труби і до стрижня. Оправлення - стрижень в цьому процесі не деформується і рухається зі швидкістю, рівної вихідної швидкості руху труби.

Переваги: 1) зменшується поздовжнє розтягують напруги в деформівній металі, в результаті чого можна здійснити більш високі деформації за перехід, ніж при волочінні на закріпленій оправці.

Недоліки: 1) спостерігається деяка нерівномірність деформації, в результаті якої швидкості виходу труби на окремих ділянках її поперечного перерізу стає різною. Це призводить до спучування металу і з'являються на трубі Надір; 2) оправлення щільно обхоплює трубу, що вимагає спеціальних прийомів її відділення.

Волочіння на деформируемой оправці (сердечнику), рисунок.2 тобто цей спосіб преду ¬ бачати спільну пластичну деформацію сердечника і труби.

В якості сердечника можна використовувати будь металли ¬ ний стрижень (з необхідною міцністю) або заливаються в трубу перед волочінням розплавлені легкоплавкі сплави, солі, воду, потім охолоджувану до льоду.

При такому сердечнику можна здійснити інтенсивну дефор ¬ мацію стінки труби (волочіння на рухомий оправці) і совер ¬ шенно виключити деформацію стінки, досягаючи тільки деформації сердечника - зменшення діаметрів труби. Пластичний сер ¬ дечнік після волочіння витягують, попередньо розтягуючи його до початку утворення шийки, а також виплавленням.

Область застосування: волочіння особливо тонкостінних труб і в бухтах. Рекомендується для виробництва труб малого діаметру з високим ступенем чистоти внутрішньої поверхні.

Вібраційне волочіння - волочіння з накладенням вібрацій на дріт або волоку, а в деяких випадках на дріт і волочу одночасно. При оптимальній частоті вібрацій порядку 200-500 Гц зусилля волочіння може зменшитися на 35 - 45% за рахунок зменшення коефіцієнта зовнішнього тертя в зоні деформації.

Ультразвукове волочіння пов'язано з накладенням ультразвукових коливань на простягає метал (труб), а в деяких випадках на дріт і волочу одночасно, що істотно знижує його опір деформуванню і коефіцієнт тертя в осередку деформації. Цим самим збільшується швидкість волочіння та обтиснення, а також підвищується якість поверхні матеріалу.

Особливо ефективним є застосування ультразвукових коливань для труднодеформіруємих сплавів, у яких при високих швидкостях знижується пластичність, а при нагріванні відбувається деформаційне старіння.

Роздача круглих труб називається збільшення її внутрішнього і відповідно зовнішнього діаметра. Застосовують два способи роздачі: вдавленням або волочінням. Схеми способів показані на рисунок 7.3.

Роздача вдавленням в свою чергу ділиться на два різновиди.

При першій стрижень з оправленням діаметром, біль ¬ шим, ніж внутрішній діаметр заготовки, запресовується в за ¬ товку і збільшує її діаметр (рисунок 7.3, а). Заготівля при цьому скріплюється на нерухомому упорі, а стрижень - на рухомий каретці, що приводиться в рух здебільшого від гідравлічної системи. Після того як стрижень повністю введений в трубу і роздача закінчена, його витягують таким же методом, як і при волочінні труб на стрижні.

Другий різновид роздачі вдавленням полягає в протягуванні через трубну заготовку оправки, діаметр робо ¬ чий частини якої більше внутрішнього діаметра заготовки (рисунок 7.3, б). Передня частина оправки конічна, що полегшує її введення в порожнину заготовки та центровку в ній.

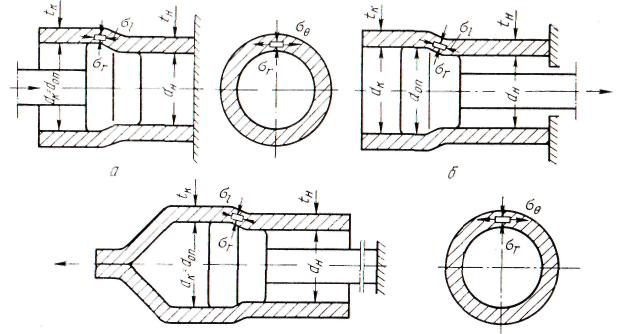


Рисунок 7.3 - Схеми способів роздачі труб: а - вдавленням оправки; б - простяганням оправки; в - волочінням

Перевага цього різновиду в порівнянні з першою за-лягає у можливості роздачі труб більшої довжини через підвищену стійкості всієї системи, а також у використанні для процесу роздачі волочильних станів простих конструкцій.

Роздачу на стрижні можна вести при порівняно невеликому відношенні довжини труби до її діаметра. При великих довжинах труб поява поздовжнього вигину порушує процес.

Роздача волочінням на закріпленій оправці полягає в наступному. На кінці трубної заготовки, призначеної до роз ¬ дачі, паралельно осі труби роблять чотири - шість прорізів дли ¬ ної 200 - 400 мм кожна, розташованих приблизно на рівних відстанях одна від одної. Отримані клиноподібні кінці відгинають в сторони таким чином, щоб в утворену під ¬ Ронко можна було ввести конічну оправку (конусом до роздається трубі). Після закріплення хвоста оправки в упорі (рисунок 7.3, в) відігнуті клиноподібні кінці труби стискають в загальний вузол. При цьому вони закривають оправку і утворюють захватку для протяжки. Під час протяжки трубна заготівля знаходить на нерухому конічну оправку і розширюється, її внутріш ¬ ний діаметр стає рівним діаметру великого підстави оправки.

Процеси роздачі в основному застосовують для одержання труб, діаметр яких більше діаметра заготовки, а також для калі ¬ бровки внутрішнього контуру труб при незначному збільшенні їх діаметру.

Сучасні волочильні відділення включають: склад заго ¬ товок, пристрої для заковкі кінців труб, травильних відділі ¬ ня, багатониткових, барабанні або комбіновані стани, печі для відпалу, Адьюстаж з правильними машинами, пилами, шліфувальними і фрезерними верстатами, випробувальними ма ¬ шинами і машинами для обв'язки і упаковки труб.

**Волочіння**

1. Перціков З.І. Волочильні стани. М.: Металургія, 1986р., 208 с.

2. Савін Г.А. Волочіння труб. М.: Металургія, 1993р. , 335 с.

3. Горлівський М.Б., Меркачев В.Н. Довідник волочильника дроту. М.: Металургія, 1993. - 336 с.

4. Красильников Л. А. Волочильник дроту. - М.: Металургія, 1987. - 320 с.