

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія

Методичні вказівки
до лабораторних робіт № 9–17 з дисципліни
«Механічне обладнання металургійних заводів»

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри автоматизованих
металургійних машин та обладнання
Протокол № 16 от 09.10.2019

Краматорськ 2019

УДК 621.771

Методичні вказівки до лабораторних робіт № 9-17 з дисципліни «Механічне обладнання металургійних заводів» (для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування») / Укл. Ю.К.Доброносів. - Краматорськ: ДДМА, 2019. – 59 с.

Наведено методику, хід виконання лабораторних робіт з визначення та дослідження конструктивних особливостей адьюстажного устаткування прокатних цехів,

Укладач

Ю. К. Доброносів, доц.

Відп. за випуск

Ю. К. Доброносів, доц.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Програмою курсу «Механічне обладнання металургійних заводів» передбачене виконання лабораторних робіт з метою закріплення в студентів отриманих на лекціях теоретичних знань з пристроїв машин і механізмів, придбання практичних навичок з дослідження енергосилових параметрів допоміжних машин і механізмів прокатних станів.

ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1 Лабораторні роботи виконуються відповідно до графіка, що перебуває на дошці оголошень кафедри.

2 До виконання лабораторної роботи допускаються студенти, що ознайомилися з її змістом, вивчили відповідні розділи теоретичного курсу, що одержали при контролі підготовленості до лабораторної роботи й позитивні оцінки.

3 Робота виконується в послідовності, зазначеній в розділі «Порядок виконання роботи».

4 Після виконання експериментів студенти складають звіт відповідно до вказівок до кожної лабораторної роботи.

5 Наприкінці заняття студенти представляють звіт до захисту.

6 При захисті лабораторної роботи студенти зобов'язані знати основні теоретичні положення по даній роботі, методику проведення роботи, уміти аналізувати отримані результати.

7 До виконання лабораторної роботи допускаються студенти, що пройшли інструктаж з техніки безпеки.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1 Забороняється включати електроустаткування без дозволу викладача.

2 Не можна опиратися на лабораторні установки й без дозволу торкати їх руками.

3 Забороняється йти зі свого робочого місця й переходити на інше без дозволу керівника занять.

4 Не дозволяється включати в мережу прилади, не одержавши дозволу викладача або лаборанта.

5 Не можна вивчати конструктивні особливості устаткування установок при включеному рубильнику.

6 При зборці електричних схем треба по можливості не допускати перетинання електропроводів й їхнього натягнутого стану.

7 У всіх випадках виявлення несправного стану устаткування слід сповістити про це викладача й тільки після усунення несправності продовжувати роботу.

8 Робоче місце необхідно тримати в чистоті й порядку.

9 Після проведення лабораторної роботи необхідно відключити електроустаткування від джерел живлення.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

1 Звіти про лабораторні роботи оформляються в спеціальному зошиті в порядку черговості їхні виконання й повинні включати відповіді на питання відповідної лабораторної роботи.

2 Схеми й графіки виконуються олівцем із застосуваннями креслярських приналежностей.

3 Елементи кінематичних схем повинні бути виконані відповідно до вимог ЕСКД.

4 Графіки рекомендується креслити на міліметровому папері. Значення аргументу слід відкладати по горизонтальній осі, а функції - по вертикальній.

5 Уздовж осі наносять масштабні шкали, розподіли яких повинні бути рівномірними.

6 Звіт повинен містити висновки за результатами виконаної лабораторної роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ НОЖИЦЬ З ПАРАЛЕЛЬНИМИ НОЖАМИ Й ГИЛЬЙОТИННОГО ТИПУ Й ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗАННЯ

Ціль роботи - вивчити конструкцію й роботу кривошипних ножиць і придбати практичні навички з експериментального дослідження ножиць і розрахунку сила різання.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Для здійснення поперечного й поздовжнього різання металу застосовують ножиці двох основних типів: ножиці з паралельними ножами, ножиці з похилим ножем (гильйотинного типу).

Ножиці з паралельними ножами застосовують для поперечного розрізування гарячого металу: блюнів, слябів, сортових заготовок прямокутного перетину. Застосовують їх також для холодного різання профілів за допомогою фасонних ножів. У цих ножиць ріжучі крайки ножів паралельні один одному.

Ножиці з похилими ножами застосовують для гарячого й холодного різання листів, смуг, сутунки, штрипсів і т.д., а також для розрізування дрібних профілів пачками.

Процес різання складається із трьох періодів (рис.1):

1 Вминання ножів у метал (рис. 1, а, в). При цьому сила на ножі поступово збільшується до максимального значення P_{\max} . Тривалість цього періоду характеризується коефіцієнтом ε_B , рівним відношенню глибини впровадження ножів у метал при вминанні Z_ϵ до вихідної висоти перетину металу: $\varepsilon_B = \frac{Z_\epsilon}{h}$.

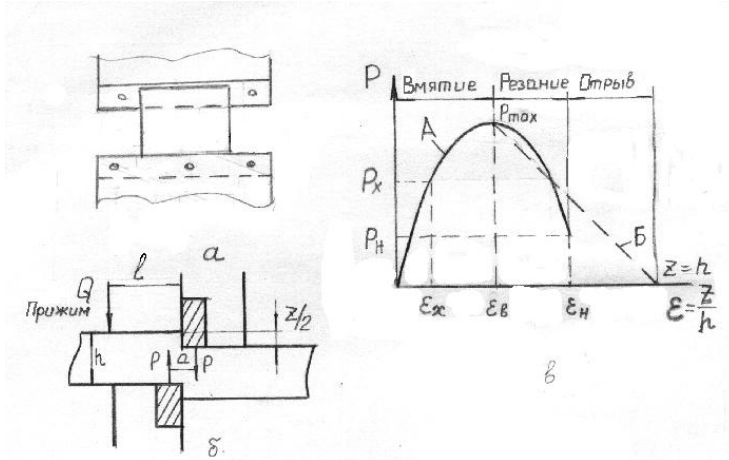
2 Власне різання (зрушення металу на площині різання); при цьому сила різання зменшується в міру зменшення висоти (площі) перетину металу (мал. 1, в).

З Сколювання (відрив) перетину нерозрізаної частини, що залишилася. Момент закінчення власне різання й початку сколювання (відриву) характеризується коефіцієнтом надрізу ε_H , рівним відношенню глибини впровадження ножів наприкінці різання Z_H (початок відриву) до вихідної висоти перетину металу, тобто $\varepsilon_H = \frac{z_H}{h}$.

Максимальна сила наприкінці періоду вмивання дорівнює силі в момент початку різання (зрушення) металу по площині різання, тому можна вважати, що

$$P_{\max} = \tau_{\max} F_{\text{рез}} = k_1 \sigma_B F_{\text{рез}},$$

де τ_{\max} – максимальний дотичний опір при різанні (зрушенні) металу; k_1 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню максимального опору зрізу до порогу міцності,



А – експериментальна крива; Б – пряма на ділянці власне різання

Рисунок 1 - Схема різання металу на ножах з паралельними ножами (а, б) і вимір сила на ножі (в) залежно від глибини впровадження

ножів $\varepsilon_x = \frac{z_x}{h}$.

$$k_1 = \frac{\tau_{\max}}{\sigma_B} = 0,6 \dots 0,7;$$

для м'яких металів – $k_1 = 0,7$,

для твердих металів – $k_1 = 0,6$;

$F_{рез}$ – перетин металу в момент закінчення вмінання ножів (початок власне різання), висота перетину металу дорівнює: $h - z = h \left(1 - \varepsilon \right)$, тому площа перетину, що сприймає напруження зрізу, $F_{рез} = h \left(1 - \varepsilon \right) b$, де B – ширина металу, що розрізається;

ε – коефіцієнт вмінання, визначається експериментально. Тому розрахункова формула максимальної сили різання буде мати такий вигляд:

$$P_{\max} = k_1 k_2 k_3 \sigma_s \varepsilon h \left(1 - \varepsilon \right),$$

де k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні ножів у процесі тривалої роботи ножиць;

k_3 – те ж за умови збільшення бічного зазору між ножами.

На підставі практичних даних можна приймати наступні значення цих коефіцієнтів:

при гарячому різанні $k_2 = 1,10 \dots 1,20$, $k_3 = 1,15 \dots 1,25$;

при холодному різанні $k_2 = 1,15 \dots 1,25$, $k_3 = 1,20 \dots 1,30$.

Для випадків різання металу непрямокутного перетину (наприклад, кола) його перетин необхідно привести до рівновеликого по площі прямокутному перетину, тобто прийняти, що $F_{сеч} = \varepsilon \cdot h$.

Сила різання металу похилими ножами

При різанні металу на ножицях з одним похилим ножом опір різанню складає тільки деяка невелика частина поперечного перерізу листа у вигляді трикутника ABC (рис.2).

Очевидно, що завдяки нахилу ножа сила різання значно зменшиться. Крім того, при зануренні ножа в метал різання (зрушення) відбувається не по всьому перетині трикутника, АВС, а тільки у вершини трикутника, по лінії ED, настає відрив (сколювання) металу.

Величина $Z = h - ED$ характеризує глибину надрізу, при якій настає відрив, а відношення $\varepsilon_H = Z_H / h$ називається відносною глибиною надрізу й залежить від пластичних властивостей металу:

$\varepsilon_H = (2 \dots 1,6) \delta_5$, де δ_5 – відносне подовження при випробуванні на розтягання зразків.

Таким чином, площа трапеції АВЕ, що складає опір різанню,

$$F_{\text{тр}} = \frac{h - (h - z)}{2} \frac{z}{\text{tg} \alpha} \frac{2 - \varepsilon_H}{2 \text{tg} \alpha} \varepsilon_H h^2,$$

а сила різання

$$P = \tau_{\text{ср}} F_{\text{тр}},$$

де $\tau_{\text{ср}}$ – середній опір різанню (зрушенню) по перетину трапеції.

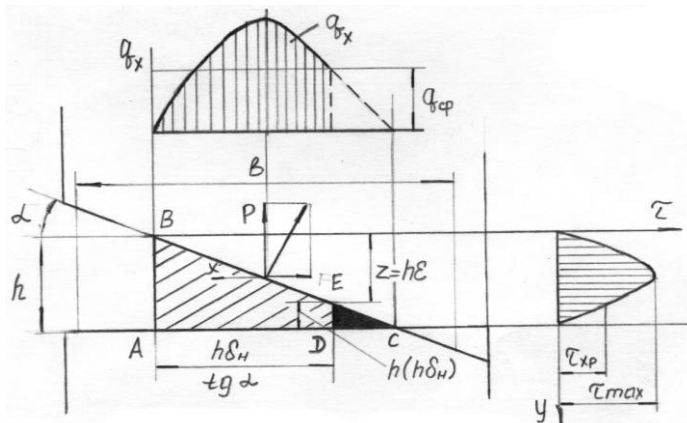


Рисунок 2 - Схема різання металу на ножицях з похилими ножами

Увівши коефіцієнти k_1 , k_2 , k_3 , одержимо розрахункову формулу для визначення сили різання:

$$P = k_1 k_2 k_3 \frac{2 - \varepsilon_H}{2 \operatorname{tg} \alpha} \varepsilon_H h^2 \sigma_s,$$

де $k_1 = \frac{\tau_{\max}}{\sigma_s} \approx 0,6 \dots 0,75$ – для м'яких і твердих матеріалів відповідно;

$k_2 = 1,2 \dots 1,3$ – коефіцієнт, що враховує підвищення сила при притупленні ножів;

$k_3 = 1,1 \dots 1,2$ – те ж, при збільшенні бічного зазору між ножами при тривалому їхньому використанні.

Тому що в процесі різання верхній гільйотинний ніж відгинає частину, листа, що відрізається, вниз, то для здійснення роботи вигину потрібна додаткова сила. Цю силу визначають, приймаючи трохи підвищене значення коефіцієнта k_3 : $k_3 = 1,4 \dots 1,6$ (для кутів нахилу ножа

$\alpha = 1,6 \dots 6^\circ$).

Значення ε_H для різних металів наведено в таблиці 1.

Конструктивні особливості ножиць з паралельними ножами

По конструкції ножиці поперечного різання з паралельними ножами можна розділити на дві основні групи:

- 1) ножиці з верхнім рухомим ножем (верхнім різом),
- 2) ножиці з нижнім рухомим ножем (нижнім різом).

Ножиці з верхнім різом прості по конструкції. Принцип їхньої роботи полягає в наступному: нижній ніж установлений нерухомо в станині ножиць, верхній ніж укріплений у супорті (повзуні) і за допомогою кривошипного або гідравлічного приводу рухається вниз і розрізає метал. Слід зазначити, що цим ножицям властиві два наступні недоліки:

1 Після різання металу на нижній грані сляба (блюда, заготовки) утвориться заусенець, що заважає при подальшому просуванні металу по рольгангу.

2 Різання металу можна здійснити лише при наявності хитного стола з ножицями, що ускладнює конструкцію всієї установки.

Таблиця 1 - Експериментальні значення коефіцієнтів вминання ϵ_B і надрізу ϵ_H

| Метал | Гаряче різання | | Холодне різання | |
|---------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | ϵ_B | ϵ_H | ϵ_B | ϵ_H |
| Сталь 10 | 0,32.. 0,40 | 0,75.. 1,00 | 0,30 | 0,5 |
| Сталь 20 | 0,30.. 0,35 | 0,75.. 0,95 | 0,25 | 0,35... 0,45 |
| Сталь 50 | 0,25.. 0,30 | 0,70...0,95 | 0,20 | 0,30... 0,40 |
| Сталь 50С2 | 0,23 0,28 | 0,65.. 0,90 | 0,20 | 0,25... 0,30 |
| Сталь 1Х18Н9Т | 0,25...0,30 | 0,70.. 0,80 | 0,35 | 0,45 |
| Сталь ШХ10 | 0,20.. 0,25 | 0,65.. 0,70 | 0,15 | 0,30 |
| Мідь | 0,35 | 0,95 | 0,30 | 0,45 |
| Цинк | 0,30 | 0,70 | 0,20 | 0,40 |
| Дюралюміній | 0,25 | 0,50 | 0,15 | 0,25 |

Ножиці з нижнім різом не мають цих недоліків і тому одержали більш широке застосування. Принцип їхньої роботи полягає в наступному: нижній ніж змонтований на супорті (повзуні), що може підніматися нагору від кривошипного або гідравлічного приводу, верхній ніж установлений у верхньому супорті (повзуні) і також може переміщатися по вертикалі.

Різання смуги здійснюється при русі нижнього ножа.

Різання прокату таким способом має наступні переваги:

1 Прокат при різанні перебуває вище рівня рольганга й тому немає необхідності в установці хитного стола.

2 При розрізуванні довгих шматків, що перебувають із боку верхнього ножа, частина смуги не вигинається.

Конструктивні особливості ножиць з похилим ножем (гільйотинних)

Гільйотинні ножиці призначені для різання листів, смуги (штрипсів), сутунки й дрібного сорту пачками.

По конструктивному виконанню їх можна розділити на два типи: відкритого й закритого.

Ножиці відкритого типу мають короткі ножі й одну станину з бічним просвітом, через який подається метал, що ріжеться. Їх застосовують головним чином для різання сутунки й сортового металу в холодному стані, в останньому випадку форма ножів відповідає профілю перетину металу, що ріжеться. Верхній (рухомий) ніж похилий, з кутом нахилу $2 \dots 5^\circ$.

Ножиці закритого типу мають дві станини, з'єднані внизу траверсою, у просвіті між станинами переміщається супорт із ножем. Ці ножиці застосовують для поперечного різання широких смуг й листів у холодному, напівохолодженому або гарячому стані.

Залежно від призначення ножиці закритого типу конструктивно виконують із верхнім або нижнім рухомим ножем. Ножиці з верхнім рухомим ножем застосовують головним чином як окремо встановлені в прокатному цеху, а також у потокових лініях для поштучного різання листів на потрібні розміри й обрізки бічних крайок листів. Ножиці з нижнім підшипниковим валом звичайно встановлюють у лінії рольгангів прокатного стану або в агрегатах різання смуги, тобто в потокових технологічних лініях.

У ножицях з верхнім рухомим ножем цей ніж установлений похило, а нижній – горизонтально. Кут нахилу застосовують у межах $1 \dots 6^\circ$ (чим більше товщина листа, тим більше кут нахилу) з метою зменшення сили різання.

У ножицях з нижнім рухомим ножем цей ніж встановлений прямо (а верхній похило, як у першому випадку) або навпаки.

Практика показує, що при різанні верхнім похилим ножем смуга (лист) вигинається й різ виходить косим; при різанні нижнім похилим ножем смуга (лист) притискається до верхнього прямого ножа й різ виходить прямим (перпендикулярним). Тому на нових ножицях з нижнім рухомим ножем цей ніж установлюють похило. Матеріал ножів - сталь марок 9Х, 5Х2ВР, 55ХНВ, 55ХН2Ф. Твердість після гартування - HRC 50...55.

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

- 1 Лабораторні установки кривошипно-шатунних ножиць з паралельними та похилими ножами.
- 2 Осцилограф з папером для запису сили різання.
- 3 Підсилювач.
- 4 Штангенциркуль, мікрометр, лінійка, оптичний мікрометр.
- 5 Зразки для випробування (лист, смуга).

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1 Провести вивірку паралельності ножів (для ножиць з паралельними ножами).
- 2 Визначити кут нахилу ножа (для ножиць гільйотинного типу).
- 3 Замірити геометричні розміри зразків, що розріжуть.
- 4 Зробити тарировку вимірювальної системи.
- 5 Побудувати тарувальний графік залежності $P = f(N)$, де P – сила різання, (Н); N – відхилення «зайчика» на екрані осцилографа, мм.
- 6 Зробити різання зразків із записом відхилення «зайчика» на осцилографі.
- 7 Зробити статистичну обробку результатів експериментів.
- 8 Зробити теоретичні розрахунки сили різання.
- 9 Визначити максимальне значення питомого опору різання.
- 10 Побудувати графік зміни питомих сил різання залежно від відносної глибини надрізу: $\tau = f(N)$.
- 11 Визначити відносну розбіжність між експериментальними $P_{екс}$ й розрахунковими $P_{роз}$ величинами сили різання.
- 12 Результати експериментальних вимірів і розрахунків звести в таблицю 2.
- 13 Виконати аналіз одержаних результатів.

Таблиця 2 - Результати дослідження сили різання

| № експе-рери-менту | Зразок | | | P_{\max} , Н | | τ_{\max} , Н/мм ² | | $\frac{P_{\text{екс}} - P_{\text{теор}}}{P_{\text{експ}}} 100\%$ | $\epsilon_{\text{н експ}}$ |
|--------------------|----------|-------------|------------|----------------|-------|-----------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| | Матеріал | Товщина, мм | Ширина, мм | експ. | теор. | експ. | теор. | | |
| | | | | | | | | | |

Значення τ_{\max} й $\epsilon_{\text{н}}$ для різних матеріалів наведені в таблиці 3 [1]:

Таблиця 3 - Механічні властивості матеріалів

| Метал | τ_{\max} , Н/мм ² | $\tau_{\max} / \sigma_{\text{в}}$ | $\epsilon_{\text{н експ}}$ |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Сталь 20 | 380 | 0,70 | 0,35 |
| Алюміній | 70... 80 | 0,55 | - |
| Мідь | 160 | 0,80 | 0,42 |
| Сплав Д16 | 130 | - | 0,13 |

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт складається в журналі лабораторних робіт і повинен містити відповіді на питання, а також включати:

- 1 Ціль роботи.
- 2 Короткі теоретичні відомості.
- 3 Опис лабораторної установки. Привести кінематичні схеми ножиць з паралельними і похилими ножами.
- 4 Дані, отримані при проведенні лабораторної роботи.
- 5 Висновок за результатами роботи.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

- 1 Перед початком різання необхідно переконатися в надійному закріпленні ножів.
- 2 Включення ножиць і роботу робити з дозволу й під спостереженням викладача.
- 3 Переконатися в тім, що всі обертові деталі мають захисні кожухи.
- 4 Переконатися в тім, що всі струмопровідні провідники ізольовані.
- 5 Перевірити наявність заземлення.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 У яких умовах доцільно застосовувати ножиці з паралельними й у яких - з похилими ножами?
- 2 У чому складаються конструктивні особливості кривошипно-шатунних ножиць з верхнім і нижнім різом?
- 3 З якими ножицями виходить виграш у силі й чому?
- 4 Як змінюється сила різання при різанні на паралельних і похилих ножах?
- 5 Від яких параметрів залежить сила різання?
- 6 З якого матеріалу виготовляють ножі ножиць холодного різання? Гарячого різання?
- 7 Як впливає кут нахилу ножа на силу різання?
- 8 Чим характеризуються основні етапи процесу різання?
- 9 Що збільшує коефіцієнти k_1 й k_3 при різанні металу на паралельних ножах?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЛЕТУЧИХ БАРАБАННИХ НОЖИЦЬ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗАННЯ

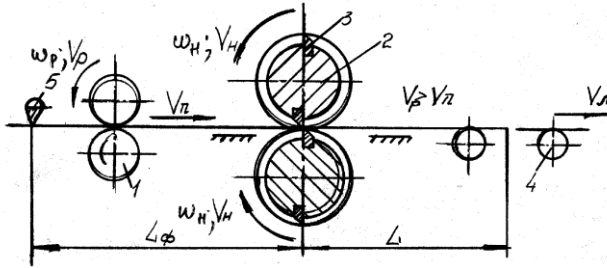
Ціль роботи - вивчити конструкцію й роботу летучих ножиць, придбати практичні навички експериментального дослідження й розрахунку енергосилових параметрів процесу різання на барабанних летучих ножицях.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Барабанні (двохбарабанні) ножиці є однією з перших машин для різання металу, що рухається, досить простої й надійної в експлуатації конструкції.

Пристрій і принцип роботи цих ножиць полягає в наступному (рис.). У пазах двох барабанів по їх твірним закріплені ножі (по одному або по декілька на кожному барабані). Смуга рухається безупинно й подається до ножиць рольгангами, що подають (або валками останньої кліті безперервного стану) з постійною швидкістю V_p .

При зустрічі верхнього й нижнього ножів відбувається різання смуги. Для створення розриву між відрізаними листами швидкість вихідного рольганга повинна бути більше швидкості смуги перед ножицями: $V_p > V_n$.



1-ролики, що подають; 2-барабанні ножиці; 3-ножі; 4-ролики рольганга; 5-фотореле
Рисунок 10.1 - Схема барабаних летучих ножиць

При різанні металу барабанні летучі ножиці можуть працювати у двох основних режимах: періодичних запусків і зупинок або безперервного обертання барабанів (безперервний).

Режим періодичних запусків застосовують тільки у двох випадках: при відрізанні короткого переднього кінця смуги (некондиційного); при різанні смуги на довгі шматки з невеликою швидкістю руху.

При відрізанні переднього кінця запуск ножиць здійснюється за допомогою фотореле, встановленого перед ножицями.

Необхідну довжину переднього шматка визначають по формулі

$$L = V_{\pi} t_{\text{розг}} - L_{\phi},$$

де $t_{\text{розг}}$ – час розгону ножиць від вихідного положення барабанів до моменту зустрічі ножів (відомий з характеристики ножиць);

V_{π} – швидкість руху смуги.

Якщо $V_{\pi} t_{\text{розг}} < L_{\phi}$, то фотореле слід встановити за ножицями.

При безперервному режимі смуга надходить до ножиць з постійною швидкістю V_{π} , а різання відбувається періодично через кожні t_c , тому довжина листів, що відрізають, дорівнює:

$$L = V_{\pi} t_c,$$

де t_c – час між двома послідовними різаними.

Очевидно, що за час між двома різаними ніж барабана проходить шлях, рівний $L_{\pi} = \pi D_H k$, де k – коефіцієнт пропуску різку; він характеризує число обертів барабана за час між двома різаними.

При окружній швидкості $V_H = \omega_H \frac{D_H}{2}$ проміжок часу між двома різаними складе:

$$t = \frac{L_H}{V_H} = 2\pi \frac{k}{\omega_H},$$

тоді

$$L = 2\pi V_H \frac{k}{\omega_H}$$

Таким чином, при постійній швидкості смуги ($\omega_H = const$) довжина листа, що відрізається, залежить від коефіцієнта пропуску різку й кутової швидкості обертання барабанів ножиць.

Найбільш сприятливим буде такий процес різання, коли горизонтальна складова швидкості різання (окружної швидкості ножа) на 2-3% (у середньому) більше швидкості руху смуги, тобто

$$V_{ХП} = V_H \cos\phi \approx (1,03) V_H$$

У цьому випадку в момент різання смуга не буде вигинатись.

Зміна величини k здійснюється в такий спосіб: установкою різного числа ножів на барабанах; застосуванням барабанів різного діаметра; застосуванням спеціальних механізмів пропуску різку.

Кожну конкретну установку летучих ножиць проектують для певного сортаменту листів по товщині (від h_{\min} до h_{\max}). Цей діапазон приймають у межах $h_{\max} / h_{\min} = 4 \dots 6$.

Сила й момент різання

Схема різання на летучих барабанних ножицях представлена на рис.6.

Оскільки на барабанних ножицях ножі встановлені паралельно осям барабанів і різання відбувається на невеликих дугах траєкторій ножів, можна вважати, що ножі впроваджуються в метал назустріч один іншому. Тоді максимальну силу різання можна визначити по формулі

$$P_H = k_1 k_2 k_3 \sigma_B B h (\varepsilon_H)$$

при різанні паралельними ножами;

при різанні ножами, з яких один (верхній) похилий,

$$P_H = k_1 k_2 k_3 \sigma_B \frac{2 - \varepsilon_H}{2 \operatorname{tg} \alpha} \varepsilon_H h^2$$

при різанні ножами, з яких один шевронний, $P_{ш} = 2P_H$,

де $k_1 = \tau_{\max} / \sigma_B \approx 0,6 \dots 0,7$;

k_2, k_3 - коефіцієнти, що враховують підвищення сила різання при затупленні ножів і збільшенні бічного зазору між ними:

$$k_3 = 1,1 \dots 1,3; k_2 = 1,2 \dots 1,4;$$

α - кут нахилу ножа;

Момент різання на верхньому (веденому) барабані

$$M_2 = Pa + TR_2 \cos\beta_2;$$

те ж, приведений до осі нижнього (ведучого) барабана:

$$M_2 = M_2 \left(\frac{R_1}{R_2}\right) = Pa \left(\frac{R_1}{R_2}\right) = TR_2 \cos\beta_2 \left(\frac{R_1}{R_2}\right) = Pa \left(\frac{R_1}{R_2}\right) + TR_1 \cos\beta_2.$$

Сумарний момент різання на нижньому (ведучому) барабані (приймаючи $\beta_1 = \beta_2$)

$$M_{\text{рез}} = M_1 + M_2 = Pa + Pa \left(\frac{R_1}{R_2}\right) = Pa \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right).$$

Статичний (без урахування динаміки) момент різання на валу нижнього (приводного) барабана

$$M_{\text{СТ}} = \frac{M_{\text{рез}}}{\eta} = \frac{Pa}{\eta} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right),$$

де η - коефіцієнт, що враховує втрати в зубчастому зачепленні шестірень привода барабанів й у підшипнику барабана.

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

- 1 Лабораторна установка.
- 2 Вимірювальні інструменти (штангенциркуль, мікрометр, щуп 0,3...0,05 та ін.).
- 3 Тарувальний пристрій.
- 4 Підсилювач, осцилограф.
- 5 Зразки для різання (листовий прокат).

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1 Вивчити конструкцію й принцип роботи лабораторної установки.
- 2 Виміряти діаметр барабана D_6 , перекриття ножів S і бічний зазор.
- 3 Виміряти зразки.
- 4 Провести тарировку вимірювальної системи.
- 5 Побудувати тарувальний графік.

- 6 Провести різання зразків і вимір моментів різання при різних матеріалах. Обміряти зразки після різання.
- 7 Зробити обробку експериментальних даних.
- 8 Провести теоретичні розрахунки сили й моменту різання.
- 9 Результати досліджень і розрахунків звести в таблицю.
- 10 Проаналізувати отримані результати.

Таблиця 10.1 - Результати дослідження сили й моменту різання

| № експерименту | Зразок | | | $M_{рез}$ H_m | | Р, Н | | Розбіжність результатів | |
|----------------|----------|----------------|---------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| | Матеріал | Товщина, мм | Ширина, мм | експ. $M_э$ | теор. M_T | експ. $P_э$ | теор. P_T | $\frac{M_э - M_T}{M_э}$ | $\frac{P_э - P_T}{P_э}$ |
| | | | | | | | | | |

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт складається в зошиті лабораторних робіт у довільній формі й повинен містити:

- 1 Короткі теоретичні відомості про основні теоретичні положення.
- 2 Опис лабораторної установки, її кінематичної схеми й принципу роботи.
- 3 Результати експериментального дослідження й теоретичні розрахунки.
- 4 Розрахункові й досвідні дані.
- 5 Висновки.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

- 1 Включення летучих барабанних ножиць відбувається тільки з дозволу викладача.
- 2 Забороняється підтримувати або поправляти зразок у процесі різання.
- 3 Необхідно приймати всі запобіжні заходи при роботі з деталями, що обертаються.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 Для чого призначені летучі барабанні ножиці? Їхня класифікація.
- 2 У чому складаються конструктивні особливості летучих барабанних ножиць?

3 Опишіть методику визначення сили й моменту різання на летучих барабанних ножицях.

4 Перелічіть й охарактеризуйте способи регулювання довжини частин, що відрізають, на летучих барабанних ножицях.

5 Приведіть схему механізму вирівнювання швидкостей на летучих ножицях.

6 З якого матеріалу виготовляють ножі летучих ножиць?

7 На яких швидкостях працюють летучі барабанні ножиці?

8 Опишіть методику проведення лабораторної роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11 ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВИХ НОЖИЦЬ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗАННЯ

Ціль роботи - вивчити конструкцію й роботу дискових ножиць, придбати практичні навички експериментального дослідження й розрахунку енергосилових параметрів процесу різання на дискових ножицях.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Дискові ножиці застосовують для обрізки крайок у широких смуг і різання цих смуг уздовж на більш вузькі. Різальним інструментом дискових ножиць є дискові ножі. Залежно від виконуваних операцій ножиці можуть мати дві пари ножів або більше. Для обрізки крайок застосовують двохпарні дискові ножиці, а для розпуску широкої смуги – багатопарні. Основними параметрами дискових ножиць є: діаметр ножів D , товщина дискових ножів δ , припустимий кут захвата α й товщина h металу, що розрізається(рис.).

Діаметр дисків ножів розраховують по формулі $D = \frac{h + \Delta}{1 - \cos\alpha}$, де Δ –

рекриття $\Delta = 1...3\text{мм}$ (чим товще смуга, тим менше перекриття ножів).

Товщину диска приймають: $S = \varnothing,06 - 0,10 \text{ Д}$. При $h > 10$ мм застосовують негативне перекриття з невеликим бічним (горизонтальним) зазором $\Delta = \varnothing,05...008 \%$ (при різанні смуги з товщиною менш 0,2 мм ножі встановлюють щільно, без зазору).

Ножі виготовляють із хромовольфрамової сталі марки 5ХВС із твердістю після термообробки 60HRC; кут загострення ножів приймають 90^0 (ножі строго циліндричні). Розрізування металу на дискових ножицях може відбуватися як при позитивних, так і при негативних перекриттях ножів. Негативні перекриття ножів устанавлюються при розрізуванні не тільки товстих, але й тонких смуг з високоміцних і мало пластичних матеріалів. Робота ножиць з негативними перекриттями забезпечує кращого захвата смуги й краща якість різку.

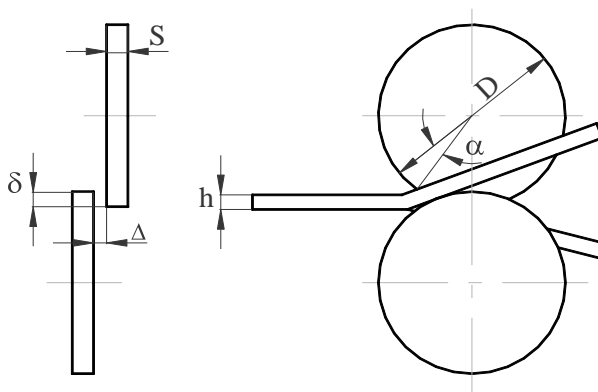


Рисунок 11.1 - Схема різання на дискових ножицях

Максимальна товщина смуг, що різуть на дискових ножицях, обмежена 25 мм. На товстолістових станах в гарячому стані різуть лист товщиною до 40мм. Економічно більш доцільно поздовжнє різання товстих смуг ($h > 25\text{мм}$) робити на ножицях з котким різом.

Дуги AC і BP (рис.11.2) замінимо відповідними хордами; у такому випадку процес різання дисковими ножами буде аналогічний процесу різання двома похилими ножами.

При деякому перекритті ножів S сколювання (відрив) у перетині ED буде відбуватися при величині коефіцієнта відносного надрізу перетину

За аналогією з формулою для гільйотинних ножиць, з урахуванням того, що обидва ножі похилі і площа різання вдвічі менша, максимальну силу різання дисковими ножицями з однією парою ножів можна визначити по формулі

$$P = \tau_{cp} F = k_1 k_2 k_3 \sigma_B \frac{2 - \varepsilon_H}{4 \operatorname{tg} \alpha} \varepsilon_H h^2.$$

Значення коефіцієнтів k_1, k_2, k_3 такі ж, що й для випадку різання на гільйотинних ножицях:

$$k_1 = \frac{\tau_{\max}}{\sigma_B} = 0,6 \dots 0,7; \text{ для м'яких металів} - k_1 \approx 0,6; \text{ для твердих металів}$$

$$- k_1 = 0,7;$$

k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сила різання при затупленні ножів у процесі тривалої роботи ножиць;

k_3 – те ж при збільшенні бічного зазору між ножами.

На підставі практичних даних можна приймати наступні значення цих коефіцієнтів:

при гарячому різанні – $k_2 = 1,1 \dots 1,2$; $k_3 = 1,15 \dots 1,25$;

при холодному різанні – $k_2 = 1,15 \dots 1,25$; $k_3 = 1,2 \dots 1,3$.

Значення ε_H наведені в табл. 9.1 .

Знаючи силу різання однією парою ножів, неважко визначити момент, який потрібно прикласти до обох дисків для їхнього обертання при різанні. Різання металу одним диском відбувається на ділянці дуги (хорди) BE (у точці E настапує сколювання – відрив). Рівнодіючі сил на диски прикладені посередині дуг BE й AD , тому момент для обертання двох дисків дорівнює:

$$M_{piv} = 2Pa,$$

де a – плече прикладення сили P , $a = R \sin \beta$, де β – кут прикладення сили P , який визначаємо з виразу

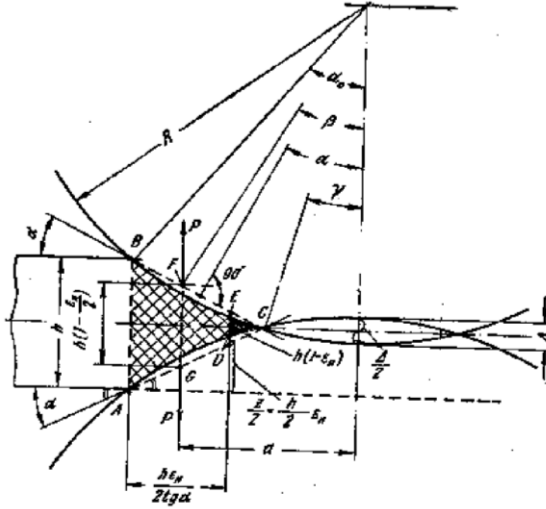


Рисунок 11.2 - Схема до визначення сили й моменту різання на дискових ножицях

$$\cos\beta = 1 - \frac{h - (1 - \frac{\epsilon_H}{2}) - \Delta}{2R}; \quad \cos\beta = \sqrt{(h(1 - \frac{\epsilon_H}{2}) - \Delta/R)^2}$$

при $\epsilon_H = 0$ (сколювання без розриву) – $\beta = \alpha_0$;

при $\epsilon_H = 1$ (різання по всьому перетині без сколювання) – $\beta = \alpha$.

Момент тертя в опорах приводних валків при різанні однією парою дисків

$$M_{тр} = P\mu d,$$

де μ й d – коефіцієнт і діаметр тертя в підшипниках опор приводних валків, $\mu = 0,005$.

Потужність електродвигуна для привода ножиць, що мають n пар дисків діаметром $D = 2R$, обертових з окружною швидкістю V й кутовою швидкістю

$$\omega_H = \frac{V}{R} = \frac{2V}{D},$$

визначимо по наступній формулі (моменти виражені в кНм):

$$N = k\pi M_{\text{рез}} + M_{\text{тр}} \frac{\omega_H}{\eta},$$

де η – КПД привода ножиць (редуктора, шестеренної кліті, муфти),
 $\eta = 0,85 \dots 0,95$;

k – коефіцієнт, що враховує втрати потужності на тертя дисків об метал, що розрізається, $k = 1,1 \dots 1,2$.

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

- 1 Лабораторна установка.
- 2 Штангенциркуль.
- 3 Щуп (0,3...0,05).
- 4 Підсилювач, осцилограф.
- 5 Тарувальний пристрій.
- 6 Зразки матеріалів, що розрізають.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1 Виміряти діаметр D і перекриття ножів, бічний зазор .
- 2 Виміряти зразки.
- 3 Провести тарировку вимірювальної установки.
- 4 Провести розрізування зразків з різних матеріалів і вимір моментів різання при різних бічних зазорах ножів (за вказівкою викладача).
- 5 Виміряти зразки після різання.
- 6 Побудувати тарувальний графік залежності $M_0 = f(\lambda)$ де M_0 – момент різання; λ – відхилення зайчика на осцилографі.
- 7 Провести обробку експериментальних вимірів.
- 8 Провести теоретичні розрахунки сила й моменту різання.
- 9 Проаналізувати отримані результати.
- 10 Результати досліджень і розрахунків звести в таблицю 5.

Таблиця 11.1 - Результати досліджень сили й моменту різання

| № експерим. | Зразок | | | P_{\max} , Н | | $M_{\text{рез}} + M_{\text{тр}}$, Н·м | | $\frac{M_{\text{экс}} - M_{\text{теор}}}{M_{\text{экс}}} \cdot 100\%$ | $N_{\text{ДВ}}$, кВт. |
|-------------|----------|----------|---------|-------------------|-------|-------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| | Матеріал | Товщина, | Ширина, | експ. | теор. | експ. | теор. | | |
| | | | | | | | | | |

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт складається в журналі лабораторних робіт і повинен містити відповіді на питання пунктів 8 й 7, а також включати:

- 1 Ціль роботи.
- 2 Короткі теоретичні відомості й основні параметри.
- 3 Опис лабораторної установки (привести її кінематичну схему).
- 4 Дані, отримані при проведенні лабораторної роботи.
- 5 Висновки за результатами роботи.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

- 1 Включення дискових ножиць робити тільки з дозволу викладача.
- 2 Забороняється підтримувати й направляти зразок у процесі різання.
- 3 Забороняється доторкатися до ножів та шпинделів при їхньому обертанні.
- 4 При роботі із зразками їх слід тримати так, щоб не травмуватись об гострі країки.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 Призначення й типи дискових ножиць.
- 2 Вибір основних параметрів ножиць.
- 3 Фактори, що визначають силу й момент різання.
- 4 Фактори, що визначають якість різання смуги.

- 5 Визначення сили різання.
- 6 Визначення моменту для обертання двох дисків.
- 7 Визначення моменту тертя в опорах приводних валів.
- 8 Вибір потужності електродвигуна для привода ножиць.
- 9 Значення коефіцієнтів k_1, k_2, k_3 у формулі для визначення сила різання.
- 10 Експериментальні методи визначення сил і моменту різання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ
ПАРАМЕТРІВ ВИПРАВЛЕННЯ ПРОФІЛІВ НА
ПРАВИЛЬНОМУ ПРЕСІ Й ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕВОЇ Й
ЗАГАЛЬНОЇ КРИВИЗНИ ПРОКАТУ**

Ціль роботи - вивчити теорію виправлення профілів вигином і придбати практичні навички дослідження процесу виправлення.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Правильні преси застосовують для виправлення балок, рейок і труб діаметром більше 200...300 мм. Правильні преси найчастіше виконують кривошипними.

На рис.12.1 показаний горизонтальний прес для виправлення балок, установлений у лінії рольганга після роликотправильної машини. Прес править балки й швелери тільки в горизонтальній площині. Ліва лінійка 1 встановлюється гвинтом залежно від розміру перетину металу. Права лінійка 2 від кривошипного механізму робить безперервний зворотно-поступальний рух (хід 50 мм). Залежно від напрямку кривизни металу рейковим механізмом 3 піднімається ліва призма 4 або права 5, які, притискаючи метал до виступів на кінцях лінійок, здійснюють виправлення.

Приймаючи, що при пластичному вигині, як і при пружному, поперечні перерізи залишаються плоскими, деформації прокату прямокутного перетину по його висоті вважаємо пропорційними відстані z від нейтра-

льної осі. У межах відстаней z_0 від нейтральної осі деформації будуть пружними, а за межами z_0 – пластичними (рис. 8,а). Для спрощення зневажаємо зміцненням, а напруження в зоні пластичної деформації приймаємо постійними й рівними порогу текучості (рис.8,б).

У цьому випадку момент внутрішніх сил при вигині прямокутного перетину шириною b та товщиною h виразиться формулою

$$M = \sigma_s b \left(\frac{h^2}{4} - \frac{z_0^2}{3} \right).$$

Щоб випрямити прокат з вихідною кривизною $1/r$ (рис.9), його слід зігнути у зворотну сторону з такою кривизною $1/\rho$, щоб після зняття навантаження знищилася дія пружних сил, і він стане прямим.

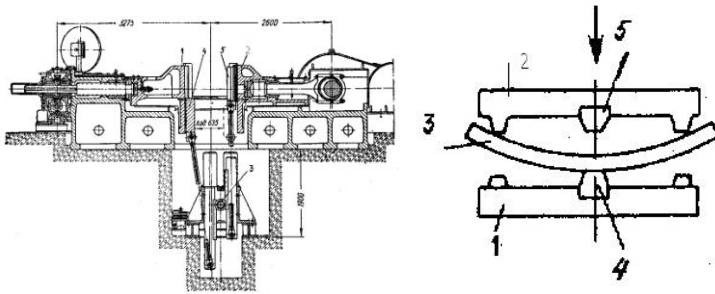


Рисунок 12.1 - Горизонтальний прес для виправлення балок (а) та схема лабораторної установки (б).

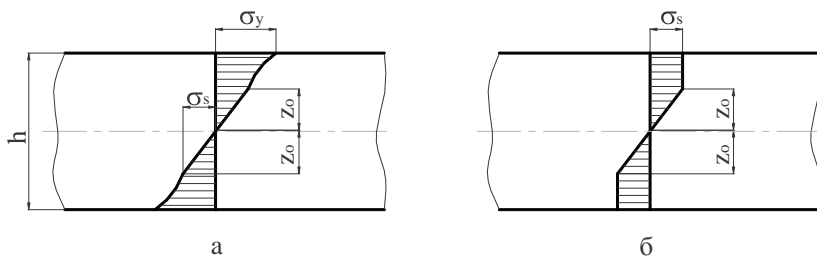
Координату z_0 визначають по залежності

$$z_0 = \frac{\sigma_s}{E} \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{\rho}},$$

де $\rho = \frac{EI}{M}$,

де E й I – модуль пружності матеріалу прокату й момент інерції поперечного перерізу;

M – момент пружних сил.



σ_s – поріг текучості матеріалу прокату; σ_y – напруження в металі з урахуванням зміцнення

Рисунок 12.2 - Епюра напружень при пружнопластичному вигині матеріалу прокату

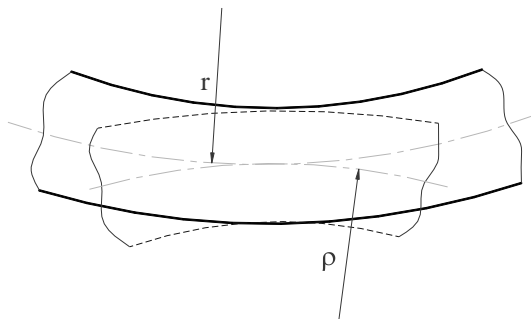


Рисунок 12.3 - Радіуси кривизни металу, що випрямляється, у зоні деформації.

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

- 1 Лабораторна установка.
- 2 Штангенциркуль.
- 3 Масштабна лінійка $l=1$ м.
- 4 Мікрометр.

- 5 Прямокутний брус $l=1$ м різного поперечного перерізу в межах $b=10...30$ мм, $h=15...40$ мм із алюмінію або його сплавів.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1 Виміряти розміри бруса, що випрямляється, і його кривизну.
- 2 Виконати виправлення бруса на правильному пресі, при цьому експериментально визначити величину зворотного прогину бруса, що відповідає пружному відновленню.
- 3 Зняти показання тиску рідини в пресі та розміри плунжера і визначити силу виправлення.
- 4 Розрахувати радіус кривизни (пружного відновлення).
- 5 Розрахувати координату z_0 .
- 6 Розрахувати момент пружнопластичного вигину.
- 7 Розрахувати силу виправлення.
- 8 Занести експериментальні й розрахункові дані в таблицю 8.

Таблиця 12.1 - Результати досліджень виправлення профілю

| № експерименту | Зразок | | | Сила виправлення Р (Н) | | Кривизна $\frac{1}{\rho}$ | |
|----------------|----------|---------|--------|------------------------|-------|---------------------------|-----------|
| | Матеріал | Товщина | Ширина | експер. | теор. | вихідна | залишкова |
| | | | | | | | |

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт складається в журналі лабораторних робіт і повинен містити відповіді на контрольні питання, а також включати:

1. Ціль роботи.
2. Короткі теоретичні відомості й основні параметри.
3. Опис лабораторної установки (привести її кінематичну схему).
4. Дані, отримані при проведенні лабораторної роботи.
5. Висновки за результатами роботи.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РОБОТИ

- 1 Перед навантаженням зразка переконатися в правильності його установки на опори.
- 2 При роботі з контрольно-вимірною апаратурою дотримуватись правил електробезпечності, до включення приладів переконатися, що всі струмопровідні провідники ізольовані.
- 3 Перевірити наявність заземлення.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 Для чого застосовують правильні преси?
- 2 Які типи правильних пресів використовують у прокатних цехах?
- 3 Що таке пружнопластичний вигин?
- 4 Привести приклади епюр розподілу напруг при виправленні.
- 5 Як розрахувати момент пружнопластичного вигину смуги при виправленні?
- 6 Як розрахувати силу виправлення на пресі?
- 7 Що таке місцева й загальна кривизна прокату й у яких одиницях вимірюється?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЛИКОВОЇ ПРАВИЛЬНОЇ МАШИНИ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ВИПРАВЛЕННЯ СМУГ

Ціль роботи - вивчити конструкцію роликової листопривальної машини й придбати практичні навички дослідження процесу виправлення.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Листопривальні багатороликові машини розділяються на дві групи: з паралельним розташуванням роликів і похилим (рис.13.1). На перші здійснюють виправлення товстих (понад 12 мм) і в деяких випадках поперед-

не виправлення тонких листів, на других - виправлення тонких листів і смуги (до 4 мм).

На машині з паралельним розташуванням роликів лист прогинається однаково під всіма роликами. У машині з похилими роликами лист одержує більший прогин між першими роликами; далі в міру просування листа прогин його зменшується й в останніх роликів кривизна (коробкуватість, хвилястість) повністю виправляється - у цьому складається перевага виправлення листів (смуги) на цих машинах у порівнянні з виправленням на машинах з паралельним розташуванням роликів.

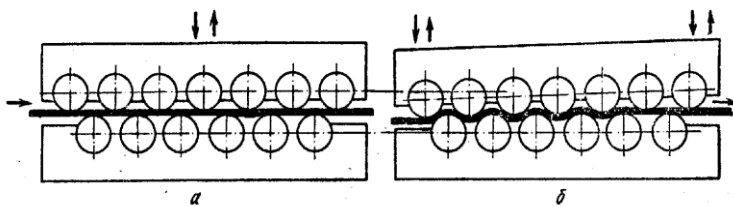


Рисунок 10 - Схеми листоправильних машин з паралельним (а) і похилим (б) розташуванням роликів

Основними параметрами листоправильних багатороликкових машин є: діаметр роликів D ; крок роликів t ; кількість роликів n ; довжина бочки роликів L ; товщина h листів, що піддають виправленню на даній машині.

Швидкість виправлення вибирають залежно від продуктивності машини й товщини листів. На підставі практичних даних можна приймати наступні значення швидкості виправлення: для тонких листів (0,5 - 4 мм) - 6 - 0,5 м/с; для товстих листів (4 - 30 мм) при холодному виправленні - 0,5 - 0,1 м/с і при гарячому - 1,0 - 0,3 м/с.

Якість виправлення залежить також від якості поверхні робочих роликів і ступеня їхнього зношування. Тому що при холодному виправленні зношування роликів залежить від контактних напружень, то ці напруження не повинні бути дуже великими. Орієнтовно їх можна визначити по формулі Герца, припускаючи, що деформуємий пружно ролик (циліндр)

радіусом R і довжиною бочки L лежить на нестисливій площині (листі) і навантажений силою P_3 :

$$\sigma_{\text{конт}} = 0,418\sqrt{P_3 E / vR} \leq 2\sigma_t,$$

де b – ширина листа;

R – радіус ролика;

E – модуль пружності матеріалу ролика;

σ_t – поріг текучості матеріалу листа, що піддається виправленню;

P_3 – максимальна сила, діюча на ролик.

Максимальну силу при виправленні сприймає 3-й ролик:

$$P_3 = \frac{8M_{\text{п}}}{t} = 2\sigma_t \frac{bh^2}{t},$$

де $M_{\text{п}}$ – момент пластичного вигину смуги;

h – товщина смуги.

Повну силу, що діє на всі ролики листопрямлячої машини, можна обчислити по формулі

$$P = 5/3 \left(\frac{2}{3} \right) \sigma_t \frac{6h^2}{t},$$

де t – крок роликів;

n - число роликів.

Робочі й опорні ролики виготовляють зі сталі марок 9Х, ШХ15, 12ХН22 (остання - для роликів діаметра менш 90 - 100 мм), що має підвищену міцність, високу твердість і підвищений опір зношуванню. Бочки роликів піддають поверхневому гартуванню з нагріванням струмами промислової або високої частоти до твердості HRC 55...65. Ролики для гарячого виправлення виготовляють зі середньовуглецевої сталі й наплавляють твердими сплавами. Потужність і крутний момент на всіх $(n - 2)$ роликах (крім першого й останнього, які не згинають смугу) при виправленні смуги зі швидкістю V можна визначити по формулах:

$$N_{\text{деф}} \frac{\sigma_{\Gamma}^2}{2E} V t \quad k_{\text{деф}}; \quad M_{\text{деф}} \frac{\sigma_{\Gamma}^2}{4E} v h D k_{\text{деф}},$$

де $k_{\text{деф}}$ – результуючий (сумарний) коефіцієнт пластичної деформації при виправленні смуги,

$$k_{\text{деф}} \approx k_2^2 \left[\frac{1}{1 - k_2} + k_2(n - 3) \right],$$

де $k_2 = 0,6 \dots 0,8$ – коефіцієнт проникнення пластичної деформації під другим роликом.

При визначенні потужності електродвигуна для привода правильної машини крім потужності деформації пластичного вигину необхідно врахувати втрати потужності на тертя в підшипниках $N_{\text{ПДШ}}$ і потужності тертя кочення роликів по смузі $N_{\text{коч}}$ для всіх n роликів, а також η – ККД редуктора й шестеренної кліті, наявних у лінії привода машини:

$$N_{\text{ДВ}} = (N_{\text{деф}} + N_{\text{ПДШ}} + N_{\text{коч}}) / \eta.$$

Потужність втрат на тертя в підшипниках всіх n робочих роликів

$$N_{\text{підш}} = M_T \omega = P \mu d / 2\omega,$$

де μ – коефіцієнт тертя в підшипникових опорах роликів:

для кулькових підшипників – $\mu = 0,003$; для роликових – $\mu = 0,005$;

для голчастих – $\mu = 0,01$; для підшипників ковзання – $\mu = 0,08 \dots 0,1$;

d – діаметр тертя в підшипникових опорах;

ω – кутова швидкість обертання роликів.

Потужність тертя катання роликів по смузі

$$N_{\text{підш}} = M_{\text{Тр}} \omega = P m d / 2\omega,$$

де m - коефіцієнт тертя катання, з урахуванням можливого проковзування між роликами й смугою слід приймати: для сталеві смуги - $m = 0,8$ - 1 мм; для смуги з кольорових металів - $m = 0,09$ -12 мм.

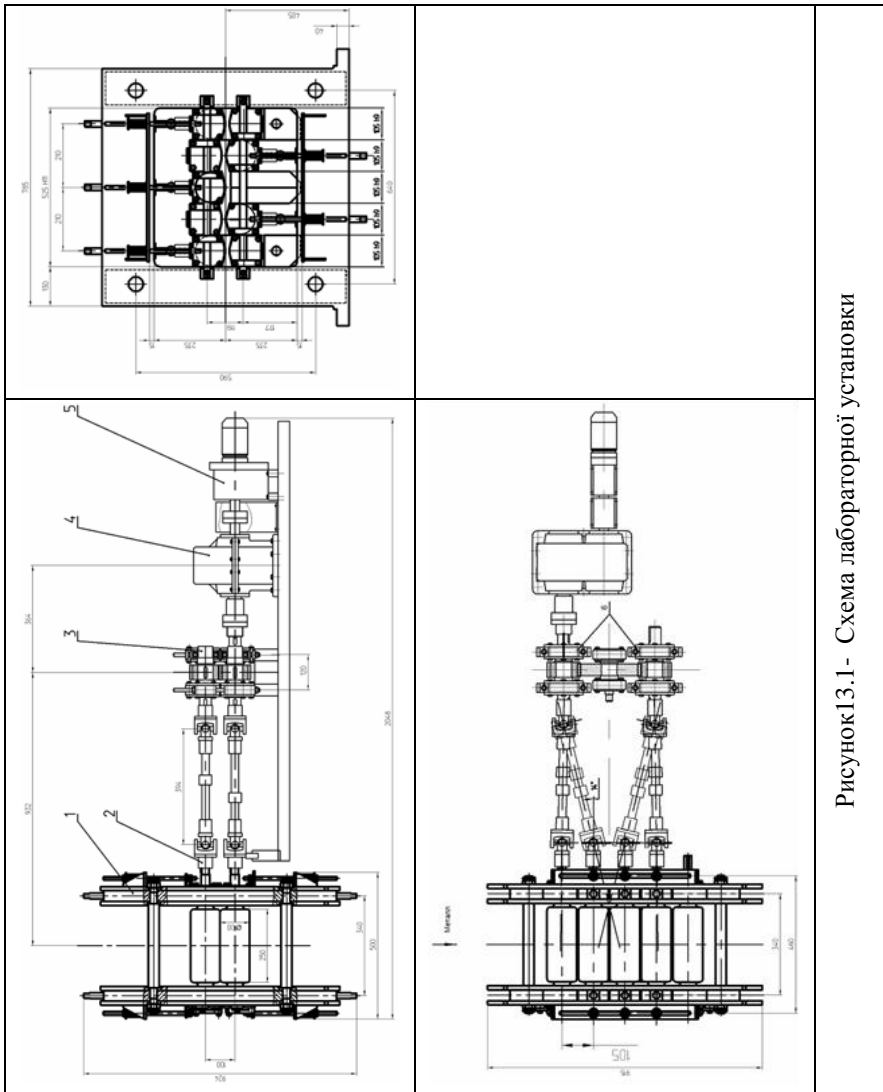


Рисунок 13.1- Схема лабораторної установки

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

- 1 Установа листоправильної машини(рис.)
- 2 Смуга з мідно - цинкових сплавів, стали 08 кп у рулонах. Ширина смуги - 60...120 мм. Товщина - 0,8...1,5 мм.
- 3 Мірятьний інструмент: лінійка, штангенциркуль, мікрометр.
- 4 Тензометрична апаратура.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1 Перш ніж приступитися до роботи, необхідно ознайомитися з інструкцією, матеріальною частиною, вимірювальним інструментом, технікою безпеки.
- 2 Вивчити конструкцію листоправильної машини, скласти її кінематичну схему.
- 3 Вивчити конструкцію основних механізмів правильної машини, заескізувати ряд деталей і вузлів за вказівкою викладача.
- 4 Виконати експерименти по виправленню листів, за допомогою тензометричної апаратури зафіксувати основні енергосилові параметри процесу виправлення. Результати експериментальних досліджень занести в таблицю 9.
- 5 Розрахувати силу виправлення й потужність привода листоправильної машини й зрівняти їх з експериментальними даними.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт складається в журналі лабораторних робіт і повинен містити:

- 1 Ціль роботи.
- 2 Короткі теоретичні відомості.
- 3 Схему й опис експериментальної установки.
- 4 Ескізи деталей правильної машини за вказівкою викладача.

- 5 Методику проведення експериментів.
- 6 Результати експериментів.
- 7 Аналіз отриманих результатів (виконується з використанням ЕОМ).

Таблиця 13.1 - Результати дослідження процесу виправлення на роликотравильній машині

| № експерименту | Матеріал і розміри заготовки НхВхІ, мм | Довжина бази до виправлення Ір, мм | Довжина бази після виправлення І ₁ , мм | Витяжка І ₁ /І ₀ | Сумарна сила на ролики | | $\frac{P_3 - P_m}{P_3} \cdot 100\%$ |
|----------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|-------|-------------------------------------|
| | | | | | експ. | теор. | |
| | | | | | | | |

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

- 1 Перед початком роботи на пульт керування правильною машиною повісити табличку «Не включати, працюють люди».
- 2 При нанесенні базових міток на смузі натяжіння у смузі необхідно зменшити до нуля. Після нанесення міток студенти повинні відійти від зони виправлення й зайняти місця за пультом керування. Після цього натяжіння може бути збільшено.
- 3 Забороняється включати правильну машину без дозволу викладача.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 Як класифікуються листоправильні машини за схемою налаштування верхнього ряду роликів?
- 2 Як розрахувати силу на ролики листоправильної машини?
- 3 Як розрахувати потужність привода листоправильної машини?

- 4 У чому **полягає** методика **проведення** експериментів на листопривильній машині?
- 5 Як виконати **тарифування** експериментальної **установки**?
- 6 У чому **полягає** методика статистичної обробки **експериментальних даних**?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИПРАВЛЕННЯ СМУГИ РОЗТЯГАННЯМ З ВИГИНОМ Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ВИПРАВЛЕННЯ

Ціль роботи - вивчити конструкцію машини для виправлення смуги розтяганням з вигином і **придбати** практичні навички дослідження процесу виправлення.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Для виправлення смуг розтяганням з вигином **використовують** два типи правильних машин:

машини для циклічного виправлення;

машини для безперервного виправлення.

Для циклічного виправлення листів і смуг розтяганням з вигином використовують розтяжні машини з роликовою правильною кліттю, що рухається зворотно – поступально між затискними головками. Принципова схема такої машини для виправлення листів зображена на рис. 14.1. На станині змонтовані настановна 1 та розтяжна 2 затискні головки. Настановна головка 1 може переміщатися за допомогою гвинтового механізму 3, що приводиться від електродвигуна 4 через зубчасті передачі 5. Розтяжна головка, 2 з'єднана з гідроциліндрами 6. Каретка 7 переміщається по розміщених на станині рейкам 8 за допомогою ходових гвинтів 9, що приводять від двигунів 10 через ремінну 11 і зубчасту 12 передачі. Лист або стрічка 13 устанавлюється між затискними головками, розтягується зати-

сконою головкою 2, а закрита правильна кліть 7, рухаючись уздовж смуги, робить виправлення знакозмінним вигином.

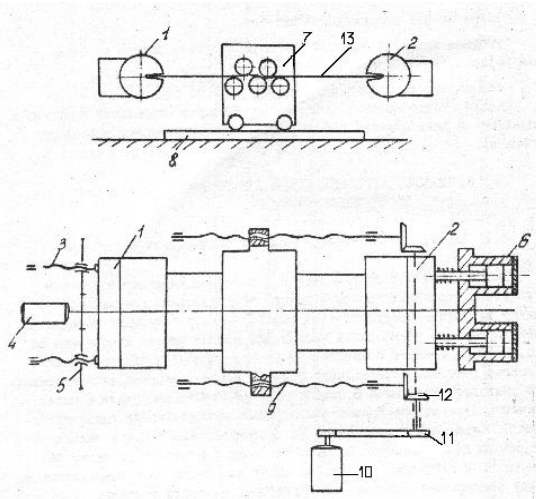


Рисунок 14.1 - Машина для циклічного виправлення розтяганням з вигином

Машини безперервного правлення призначені для виправлення дефектів смуг та стрічок в рулонах. Розтягуючі напруження створюються моталками або натяжними станціями, які забезпечують також рух прокату, а знакозмінний вигин утворюється стаціонарним роликівим блоком, встановленим між ними.

Експериментальний пристрій безперервного правлення створений на базі промислово- лабораторного стану 50/260x200 (рис.14.2), в якому вузол валків робочої кліті 1 замінено на вузол роликівих касет 2, для створення знакозмінного вигину в стрічці, яка рухається через стан моталками 3,4, що створюють розтягуючі напруження.

Сам вузол касет складається з верхнього 1 та нижнього 2 корпусів касет (рис.14.3), верхнього 3 та двох нижніх 4 робочих роликів. Кожен з робочих роликів опирається на опорні ролики 5, виконані у вигляді осей, на які встановлені підшипники кочення. Ролик 3 має фіксатори, які утримують його в касеті.

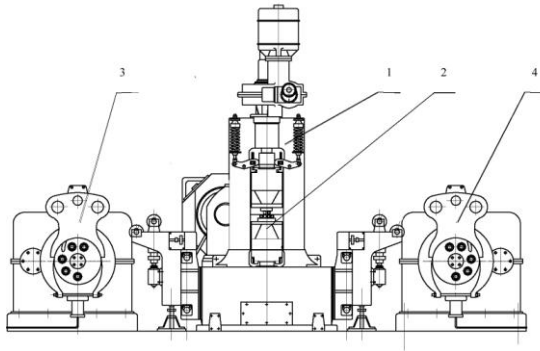
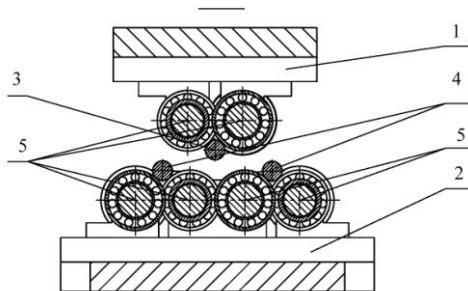


Рисунок 14.2 – Схема правильно-розтяжного пристрою на базі стану 50/260x200

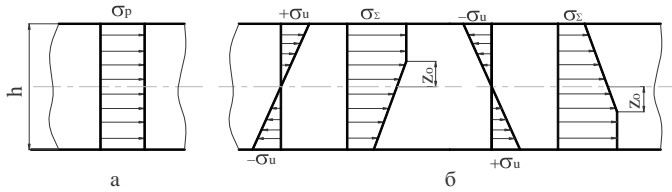


1- верхня касета, 2- нижня касета, 3- верхній робочий ролик, 4- нижні робочі ролики, 5- опорні ролики

Рисунок 14.3 – Вузол роликів касет

Перевагою процесу виправлення розтяганням з вигином є створення в смузі пластичних деформацій за рахунок підсумовування напружень розтягання й вигину (рис. 14.4). При цьому напруження розтягання не досягають межі плинності смуги, а напруження вигину локалізуються у вузькій області роликів правильної кліти, завдяки чому зменшується розривність смуги, з'являється можливість виправлення тонких смуг з високоміцних матеріалів при використанні роликів порівняно великого діаметра.

Безпосередньо для дослідження процесу правлення розтяганням зі згином створений пристрій (рис.14.5). Пристрій складається з закріпленої смуги та рухомої п'ятироликової правильної каретки. Натягіння в смузі створює вантаж F , а переміщення каретки - вантаж F_1 .



а - епюра напружень розтягання, створюваних головками машини; б - епюра напружень вигину, створюваних роlikовою правильною машиною під і $i=1$ роликami;

Рисунок 14.4 - Напружений стан металу в зоні виправлення розтяганням з вигином

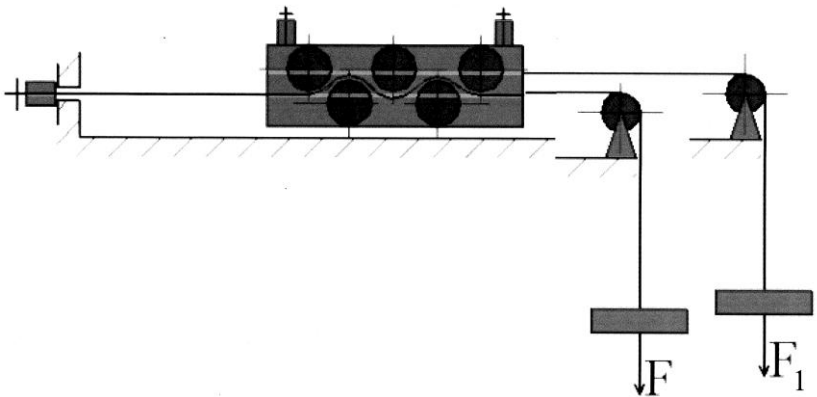


Рисунок 14.5- Пристрій для правлення розтягання зі згином.

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

- 1 Пристрій для виправлення смуг розтяганням з вигином.
- 2 Роlikова касета прокатного стану.
- 3 Штангенциркуль.
- 4 Мікрометр.
- 5 Смуга 0,5x30x5000 мм.
- 6 Вантажі для створення натягіння $G_{zp} = 5\text{кг} - 10\text{шт.}$

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Перш ніж приступитися до роботи, необхідно ознайомитися з інструкцією, матеріальною частиною, вимірювальним інструментом, технікою безпеки.

2 Вивчити конструкцію касети для виправлення розтяганням з вигином.

3 Вивчити конструкцію лабораторного пристрою для виправлення розтяганням з вигином.

4 Нанести базові мітки на смузі.

5 Розрахувати необхідну масу вантажу для створення напружень розтягання, що досягають $0,3\sigma_s$; $0,5\sigma_s$ й $0,7\sigma_s$.

6 Навантажити установку відповідними вантажами й перевірити наявність пластичних деформацій по контрольних мірках.

7 Надати руху роликів правильній каретці й повторно проконтролювати наявність пластичних деформацій у кожному з 3 випадків навантаження.

8 Результати експериментів занести в таблицю 14.1.

9 Виконати теоретичні розрахунки епюр навантаження смуги й порівняти їх з результатами експерименту.

Таблиця 14.1 - Результати дослідження процесу виправлення

| № експерименту | Напруження σ_p | База до навантаження розтяганням | База після навантаження розтяганням | База після виправлення вигином | Відносна деформація | Результат виправлення (площинність МОН) |
|----------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт складається в журналі для лабораторних робіт і повинен містити відповіді на питання, а також включати:

- 1 Ціль роботи.
- 2 Короткі теоретичні відомості.
- 3 Опис лабораторного пристрою
- 4 Опис касети для виправлення розтягненням зі згином
- 5 Результати експериментів.
- 6 Необхідні розрахунки.
- 7 Аналіз результатів.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

- 1 Перед початком роботи ознайомитися з дійсними правилами й прослухати інструкції викладача.
- 2 При роботі з вантажами дотримувати мір безпеки, не роняти вантажі, берегти ноги.
- 3 При роботі зі смугою не доторкатися до її крайок з метою виключення порізів.
- 4 При переміщенні правильної машини уздовж смуги користуватися спеціальним тягнучим пристроєм, не переміщати її руками з метою виключення порізів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 Які напруження виникають у смузі при виправленні розтяганням з вигином?
- 2 У чому перевага виправлення смуг розтяганням з вигином?
- 3 Які застосовують способи виправлення смуг розтяганням з вигином?
- 4 У чому складається методика проведення лабораторної роботи?

- 5 Як у лабораторній роботі експериментально визначається витяжка смуги при виправленні?
- 6 Як розрахувати навантаження на ролики правильної машини?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МОТАЛКИ РЕВЕРСИВНОГО СТАНУ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ СМУГ 55/260 X 200 Й ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ЗМОТУВАННЯ СМУГ

Ціль роботи - вивчити конструкцію й роботу моталки, придбати практичні навички експериментального дослідження моталок.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

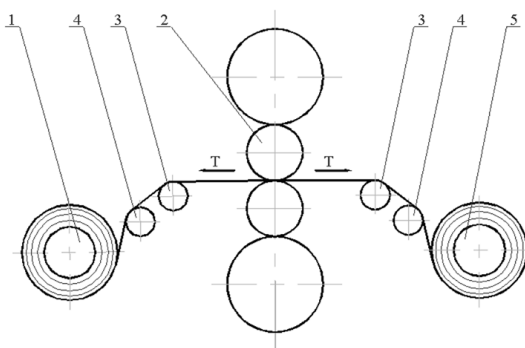
Моталки з намотувально-натяжним барабаном застосовують при холодній прокатці смуг у рулонах для намотування (змотування) смуг зі значним натяжінням.

У нереверсивних станів моталки встановлюють за робочою кліттю, а в реверсивних - по обидві сторони від кліті (рис. 15.1). При першому проході смуга подається в кліть із розмотувача, невеликий задній натяжіння при цьому створюється притискними колодками або роликівими проводками, а передній натяжіння - барабаном моталки. При цьому як змотування смуги з одного барабана, так і намотування її на іншій відбуваються з натяжінням, що знижує силу прокатки, зменшує коробкуватість смуги, забезпечує щільність рулону й правильне намотування смуги на барабан.

Питоме натяжіння, створюване у смузі, перебуває в межах $(0,1... 0,8) \sigma_s$, де σ_s – поріг текучості матеріалу. При прокатці відносно товстих смуг (товщиною 2... 5 мм) питоме натяжіння перебуває в межах $(0,1... 0,3) \sigma_s$, а при прокатці тонких смуг (товщиною 0,3...1,0 мм) - $(0,5...0,8) \sigma_s$.

Привод барабана моталок здійснюється від окремих двигунів постійного струму, схемою керування яких передбачена підтримка сталості натяжіння смуги в процесі прокатки.

Моталка з намотувально-натяжним барабаном складається з наступних основних частин: барабана, станини, привода, знімного пристрою, відкидної опори.



1 - моталка ліва; 2 - робоча кліть; 3 - ролики вимірників напружень; 4 - ролики, що обводять;
5 - моталка права

Рисунок 15.1 - Схема розташування моталок реверсивного стану холодної прокатки

Обов'язковим для барабана моталки є пристрій для зміни його діаметра, що забезпечує збільшення діаметра барабана на період намотування (змотування) смуги й зменшення його при знятті рулону.

Барабан моталки складається з консольного вала, встановленого на двох опорах на підшипниках кочення, механізму зміни діаметра барабана й механізму затискача переднього кінця смуги. На станах холодної прокатки при змотуванні смуг шириною більше 900 мм застосовують повнопорні вали, при цьому опора з боку розвантаження рулонів робиться відкидною (убирається при розвантаженні моталки).

При намотуванні тонких смуг (менш 1 мм) механізм затискача переднього кінця смуги не роблять. Захват переднього кінця смуги й намотування перших витків на барабан здійснюються за допомогою спеціального пристрою - захльостувача ремінного типу. Заправлення смуги на барабан при цьому здійснюється на валу, але прокатка з натягінням ведеться тільки після утворення на барабані декількох витків.

На практиці одержали поширення конструкції барабанів, що мають 2...4 рухливих сегмента. Виконавчі механізми, що забезпечують зміну діаметра барабана, виконуються клинового - кулачкового, серьгового, пірамідального типів. Діаметр барабана вибирається залежно від товщини, ширини й маси рулону. Найбільше поширення одержали барабани діаметром 400, 500, 750 мм, причому з метою забезпечення можливості передачі рулонів з одного стану на іншій у межах одного цеху діаметри барабанів моталок і розмотувачів станів й агрегатів, зв'язаних між собою технологічним процесом, уніфікують. Довжина робочої частини барабана приймається на 50..100 мм більше довжини бочки робочих валків прокатної кліти.

На стані 55/260x200 встановлені моталки з механізмом змінення діаметру барабана серьгового типу.(рис.). Барабан складається з чотирьох сегментів, один з яких (умовно верхній) нерухомий, два бічні – хиткі, а нижній, пов'язаний з хиткими, може переміщуватись вертикально під дією серг, з'єднаних з валом привода барабана моталки. На одному з хитких та на нерухомому сегменті змонтовано губки механізму захвату кінця смуги, який діє водночас з розкриттям барабана.

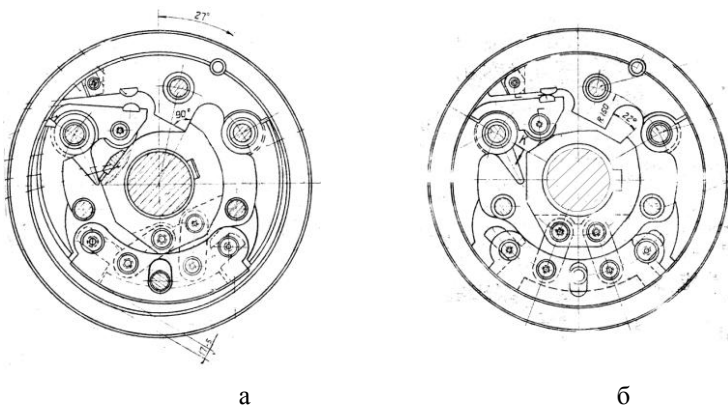


Рисунок 15.2– Барабан моталки стану 55/260x200 в закритому (а) та розкритому (б) положенні

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

- 1 Моталки прокатного лабораторного стана.
- 2 Лінійки.
- 3 Рулетка.
- 4 Штангенциркуль.
- 5 Вихідна заготовка - смуга з вуглецевої сталі.
- 6 Загальний вигляд моталки (креслення).
- 7 Барабан моталки (креслення).

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Вивчити пристрій моталки (барабана, знімного пристрою, виконавчого механізму зміни діаметра барабана й затискача переднього кінця смуги).

2 Вивчити роботу механізмів моталки при відсутності рулону (провести стиск, розкриття барабана, здійснити робітник і холостий хід зіштовхувача рулонів).

3 Провести виміри: діаметра барабана в стислому й розкритому стані; кута повороту вала барабана при зміні діаметра барабана (звірити його із проектним кутом повороту); максимального ходу кулачка механізму затискача переднього кінця смуги; максимального ходу зіштовхувача рулонів.

4 Провести заправлення переднього кінця смуги в моталку, затиснувши його кулачками, розкриття барабана, намотування 1...2 витків смуги.

5 Провести вдягання рулону на барабан моталки.

6 Закріпити рулон на барабані шляхом розкриття барабана й затискача заднього кінця смуги кулачками механізму затискача.

7 Зняти рулон з барабана моталки за допомогою знімного пристрою.

8 Заповнити таблицю 11 даними, що характеризують параметри моталки.

9 Вичертити кінематичну схему моталки й барабана.

Таблиця 15.1 - Результати дослідження процесу змотування смуг

| № | Розміри барабана | | | a, мм | φ, ° | I _{max} , мм | I _p , мм | i | Тип двигуна | N, кВт | n |
|---|------------------|----------------|---|-------|------|-----------------------|---------------------|---|-------------|--------|---|
| | D ₁ | D ₂ | L | | | | | | | | |

Примітка. У таблиці 15.1 позначено:

D₁, D₂ – діаметри барабана в стислому й розціпленому стані;

L - довжина робочої частини барабана;

a - хід кулачка механізму затискача кінця смуги;

φ - кут повороту вала барабана при зміні діаметра барабана;

I_{max}, I_p – максимальний і робочий ходи зіштовхувача;

i - передатне відношення.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт складається в журналі лабораторних робіт і повинен містити відповіді на питання 7 й 9, а також включати:

- 1 Ціль роботи.
- 2 Короткі теоретичні відомості.
- 3 Опис моталки лабораторного стана, кінематичну схему барабана з механізмом зміни діаметра серьгового типу.
- 4 Дані, отримані при проведенні лабораторної роботи.
- 5 Аналіз результатів роботи.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

1 Включення двигуна моталки й зіштовхувача рулонів здійснювати тільки операторові стана (навчальному майстрові) з дозволу викладача.

2 Вимір параметрів барабана, вивчення роботи механізму моталки робити при відключеному двигуні привода моталки. Обертання вала барабана при цьому здійснюється вручну за муфту двигуна.

3 Дотримувати всіх правил техніки безпеки при роботі з валами, що обертаються.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 Для чого призначені моталки станів холодної прокатки?
- 2 По яких ознаках класифікують моталки?
- 3 Як класифікують барабани моталок по механізму зміни діаметра?
- 4 Які застосовують механізми для затискача переднього кінця смуги?
- 5 Які механізми збирання рулонів застосовують на моталках станів холодної прокатки?
- 6 З якою метою уніфікують діаметри барабанів моталок?
- 7 Що таке захльостувач ремінного типу й у яких випадках його застосовують?
- 8 У яких випадках застосовують трьохопорні барабани і як у цих конструкціях забезпечують знімання рулону з барабана?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОСИЛОВИХ ПАРАМЕТРІВ ТЯГНУЧИХ РОЛИКІВ

Ціль роботи - вивчити конструкцію й дослідити енергосилові параметри тягнучих роликів.

Загальні вказівки

Тягнучі ролики призначені для транспортування тонкого смугового металу по лінії агрегатів різного призначення: травлення, цинкування, різання, а також створення необхідного технологічного натягу, наприклад, в агрегатах дресування й виправлення смуги.

Одержали поширення два типи тягнучих роликів, які розрізняються по виду контакту смуги з роликами. До першого типу можна віднести пристрої з лінійним контактом між роликами й смугою: смуга затискаєть-

ся між двома паралельно розташованими роликами (рис.16.1, а). До другого типу відносяться пристрої з контактом між роликами й смугою по поверхні, або так звані S-подібні тягнучі ролики (рис. 16.1,б). У таких пристроях смуга обгинає ролики, притискаючись до їхньої поверхні під дією або тільки натяжіння, або натяжіння й притискних роликів.

Максимально можливе натяжіння T , що створюється пристроями першого типу, залежить від сили притиснення роликів до смуги P й умов тертя на контактні роликів зі смугою й визначається по залежності

$$T = P\mu,$$

де μ - коефіцієнт тертя.

Максимально можливе натяжіння, що створюється пристроями другого типу, визначається по відомій формулі Ейлера:

$$T = T_0 e^{\mu\alpha},$$

де T_0 - попереднє натяжіння;

μ - коефіцієнт тертя в місці контакту роликів зі смугою.

$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ - сумарний кут охопту приводних роликів (якщо обидва ролики приводні, див. рис. 16.1 б.)

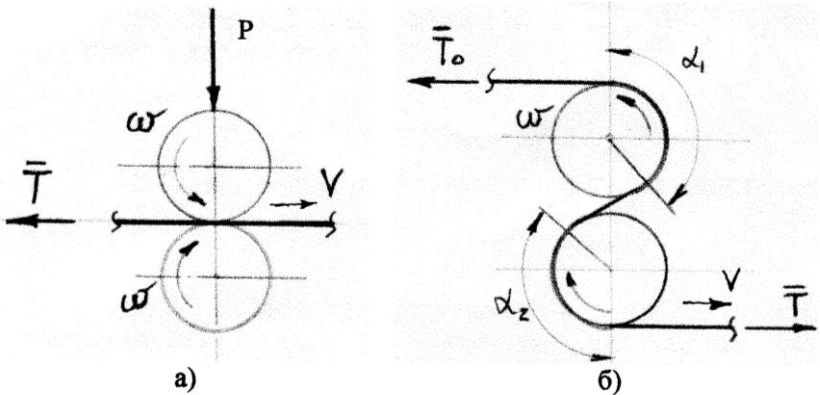


Рисунок 16.1 Схеми тягнучих роликів із прямолінійним заправленням смуги (а) і з охопленням смугою (б)

Тягнучі ролики першого типу встановлюють у технологічному потоці агрегату з певним інтервалом. Величина інтервалу визначається опором металу з однієї сторони й тягнуною здатністю роликів з іншої.

Наприклад, якщо тягучі ролики встановлені за петлевої ямою, то опір переміщенню металу дорівнює силі ваги ділянки смуги, що витягається з петлевої ями (мал.16.2).

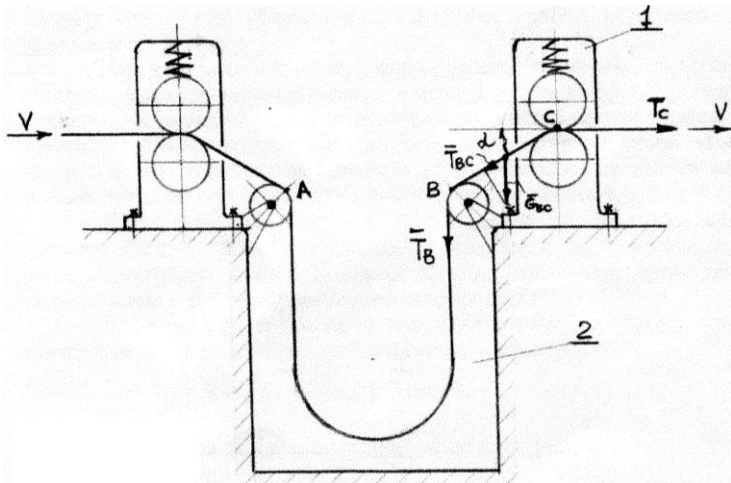
Необхідне натягіння смуги в т. З (див.рис.16.2)можна визначити по наступній залежності:

$$T_C = T_B + T_{BC} = \frac{G_{AB}}{2} + G_{BC} \sin \alpha,$$

де G_{AB} і G_{BC} - сила ваги смуги на ділянках АВ і ВС.

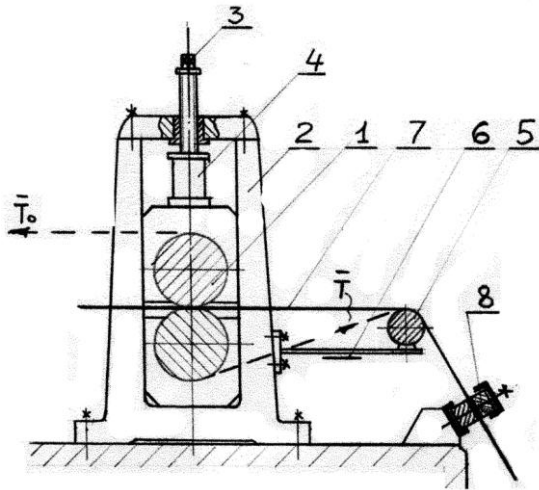
Методика дослідження

При виконанні лабораторної роботи необхідно експериментально визначити величину максимально можливого натягіння смуги, що створюється тягучими роликами залежно від сили їхнього притиснення до смуги на експериментальній установці тягучих роликів (рис. 16.3). Результати експерименту зрівняти з результатами розрахунку по раніше наведених залежностях, визначити похибку розрахунків.



1-тягучі ролики, 2-петлева яма

Рисунок 16.2 Установка тягучих роликів петлевої ями



1-тягнучі ролики, 2-станина, 3-гвинт регулювання сили притиснення роликів, 5-тензометричний ролик контролю напруження, 6-тензодатчики контролю напруження, 7-смуга, 8-регульований притискач

Рисунок.16.3 - Експериментальний пристрій тягнучих роликів

Тягнучі приводні ролики 1 установлені в станинах 2 і через месдози 4 опираються на гвинти регулювання сили притиснення роликів 3. Смуга 7 затискається між роликами 1 і огинає тензометричний ролик 5, установлений на платформі, оснащений тензодатчиками 6. Регулювання сили опору руху смуги здійснюється притискачем 8.

Перед проведенням експериментів слід провести тарировку датчиків 4, контролю сили притиснення роликів до смуги, датчиків контролю крутних моментів на шпинделях привода роликів і датчиків 6 тензометричного ролика. По закінченні експериментів тарировку варто повторити, щоб переконатися, що датчики опору (тензорезистори) зберегли свої тензометричні властивості протягом всіх експериментів.

Після тарировання провести ряд експериментів при різних опорах смуги, що створюють притискачем 8, і реалізованих приводом тягнучих роликів. Контроль величини натягіння здійснювати за показниками датчиків 6 тензометричного ролика 5.

Розрахунок складової T_m від сили натягнення T , що сприймається датчиком б, зробити по наступних співвідношеннях (рис. 16.4):

При $T_0=T$,

$$R = \sqrt{T^2 + T_0^2 + 2TT_0 \cos \gamma}; \quad T_m = R \cos \varphi,$$

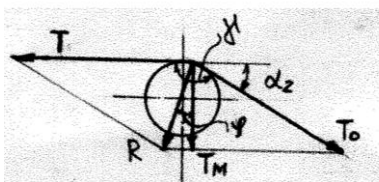
де φ - кут між рівнодіючою R і T_m дорівнює:

для варіанта «а»

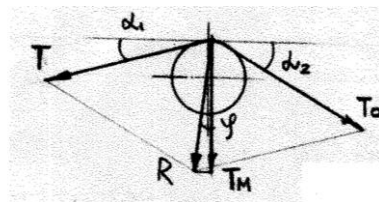
$$\varphi = 90^\circ - \frac{180^\circ - \alpha_2}{2},$$

для варіанта «б»

$$\varphi = 90^\circ - \frac{180^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2)}{2}.$$



а)



б)

Рисунок 16.4 Схема сил, що діють на тензOMETРИЧНИЙ ролик:

- а) із прямолінійним заправленням смуги
- б) з охоптом тягнутих роликів смугою

Непрямий контроль величини натягнення можна також здійснити по величині прикладених до роликів моментів і обчислити по залежності

$$T = \frac{M_b + M_n}{R},$$

де M_b – крутний момент, прикладений до верхнього ролика;

M_n – крутний момент, прикладений до нижнього ролика;

R - радіус роликів.

Наведена методика не враховує втрат на тертя в опорах тягнутих роликів, тому розраховані по ній величини натягнень будуть трохи завищені.

МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ

1. Експериментальна установка тягнутих роликів.
2. Штангенциркуль 1 шт.

3. Мікрометр - 1 шт.
4. Лінійка міряльна - 1 шт.
5. Гідропрес для тарирування датчиків - 1 шт.
6. Пристосування для тарирування моментів на шпинделях і сили натягіння - 1 шт.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити конструкцію й принцип роботи лабораторної установки.
2. Виміряти діаметри тягнучих роликів
3. Виміряти кути охопту роликів смугою.
4. Провести тарировку й побудувати тарувальні графіки вимірювальної системи:
 - датчиків контролю сили притиснення роликів;
 - шпинделів для контролю моменту;
 - ролика контролю натягіння смуги.
5. Виконати ряд експериментів по дослідженню тягнучої здатності роликів без охопту роликів смугою й з охоптом за вказівкою викладача.
6. Провести обробку експериментальних даних.
7. Зробити теоретичні розрахунки натягіння смуги.
8. Результати досліджень занести в таблиці 16.1 і 16.2.
9. Проаналізувати отримані результати.

Таблиця 16.1 – Результати дослідження натягіння смуги при її прямолінійній заправці

| № експ. | Діаметр роликів | Експериментальні значення | | | | Теорети- чне зна- чення натягіння кН | $\frac{T_э - T_т}{T_э} 100\%$ |
|------------|--------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|
| | | Сила притис- кання смуги роликами, кН | Сила натя- гіння смуги, кН | Моменти на шпинделях кНм | | | |
| | | | | верх- ньому | нижньо- му | | |
| | | | | | | | |

Таблиця 16.2 – Результати дослідження натягнення смуги при заправці з охопленням тягнутих роликів

| № експ. | Діаметр роликів, мм | Кути охоплення | | Експериментальні значення | | | | $T_{\text{э}}$ | $\frac{T_{\text{э}} - T_{\text{т}}}{T_{\text{э}}} 100\%$ |
|---------|---------------------|------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------|----------------|----------------------------------------------------------|
| | | верхнього ролика | нижнього ролика | или натягнення смуги T_0 , кН | или натягнення смуги T , кН | Момент на шпинделях, кНм | | | |
| | | | | | | верхньому | нижньому | | |
| | | | | | | | | | |

Зміст звіту

Звіт складається в зошиті для лабораторних робіт у довільній формі й повинен містити:

1. Короткі відомості про основні теоретичні положення.
2. Опис лабораторної установки, її кінематичної схеми й принципу роботи
3. Опис методики проведення експерименту.
4. Результати експериментального дослідження й теоретичні розрахунки.
5. Висновки.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ РОБОТИ

1. **Включення** тягнутих роликів **робити** тільки з дозволу викладача.
2. Забороняється підтримувати або поправляти смугу при її **русі**.
3. Заправляти смугу в тягнучі ролики тільки за умови їхньої повної зупинки й у робочих рукавицях.
4. Необхідно приймати всі запобіжні заходи при роботі з деталями, що обертаються.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Для чого призначені тягнучі ролики?

2. Які схеми тягнучих роликів застосовують у лініях агрегатів і прокатних станів?
3. Приведіть методику розрахунку натяжіння, що створюється тягнучими роликами, при прямолінійному заправленні смуги та при заправленні з охопленням роликів смугою.
4. Приведіть методику тарювання месдози й побудови тарувального графіка.
5. Приведіть методику тарювання ролика контролю натягу смуги.
6. За рахунок чого зростає тягнуча сила при охопленні роликів смугою?
7. Приведіть методику проведення лабораторної роботи.
8. По яких формулах розраховують натяжіння, що створюють тягнучі ролики?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 17
ВИВЧЕННЯ РОБОТИ ПРОФІЛЕЗГИНАЛЬНОГО АГРЕГАТУ
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗВАРЕНИХ ЗАМКНУТИХ ПРОФІЛІВ ЗА
ТРУБНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Ціль роботи - вивчення складу та взаємодії агрегату для одержання замкнутих зварених профілів за трубною технологією, конструкцій машин, їхнього компонування й контролю в умовах експлуатації.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Найбільш раціональною схемою виготовлення гнутих замкнутих профілів з урахуванням обсягів їхнього виробництва й сфери застосування є послідовне формоутворення у валках стана трубної заготівки, подовжне зварювання її й переформування в профіль необхідної конфігурації.

На рис. 17.1 наведені схеми технологічних переходів виготовлення двох найбільш характерних замкнутих профілів. Загальним для обох схем є формування в перших клітках гнутого профілю жолобчастої форми (рис.17.2) з наступним подовжнім зварюванням у трубчасту заготівку,

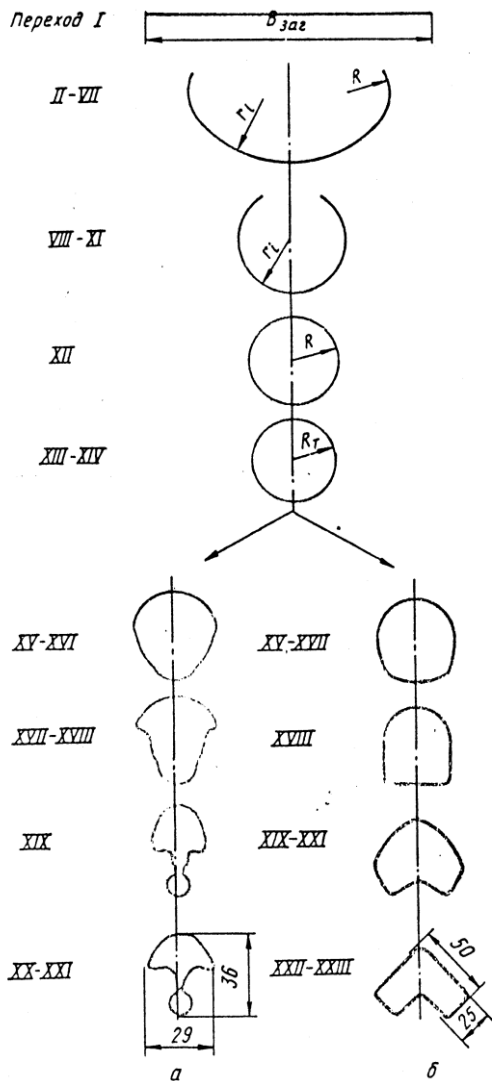


Рисунок 17.1 - Схеми технологічних переходів шпроса теплиці (а) і спеціального профілю для сільгосптехніки (б)

що дозволяє використовувати один комплект валків. Після поздовжнього зварювання й охолодження трубчаста заготівка переформовується обтисненням по контурі в профіль необхідної конфігурації. На агрегати одного із заводів України, що працює за трубною технологією, виконуються наступні операції: підготовка рулону й заготівки, розмотування рулону; виправлення; обрізка крайок і кінців заготівки перед профілюванням; профілювання трубної заготівки й поздовжнє зварювання її; переформування в профіль необхідного перетину; розрізання на мірні довжини (від 1,5 до 6 м); пакетування й пакування профілів.

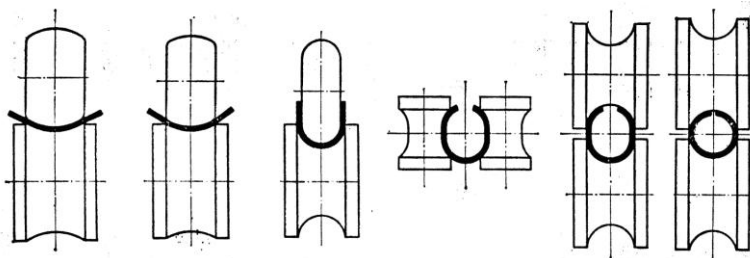


Рисунок 17.2 - Схема формування смуги в трубну заготівку

Схема профілезгинального агрегату наведена на рис. 17.3. З накопичувача поштучно рулони подаються на барабан розмотувача 1. Потім смуга надходить у листоправильну машину 2, дискові ножиці 3 для обрізки, при необхідності, крайки. Кінці попереднього й наступного рулонів зварюються в стикозварювальній машині 4. Смуга надходить у накопичувач 5 касетного типу й через правильні ролики 6 за допомогою вертикальних задавальних роликів 7 - у профілезгинальний стан. Профілезгинальний стан складається з дев'яти реверсивних послідовно розташованих робочих клітей 8, шести пар вертикальних роликів 9, установлених між клітьми, трубозварювальної машини 11, охолоджувального пристрою 12 і двох груп турельних головок 13. Охолоджена трубчаста заготівка в трьох робочих клітях, двох парах проміжних вертикальних роликів і двох групах турельних головок переформовується з обтисненням по всьому контуру в профіль необхідного перетину.

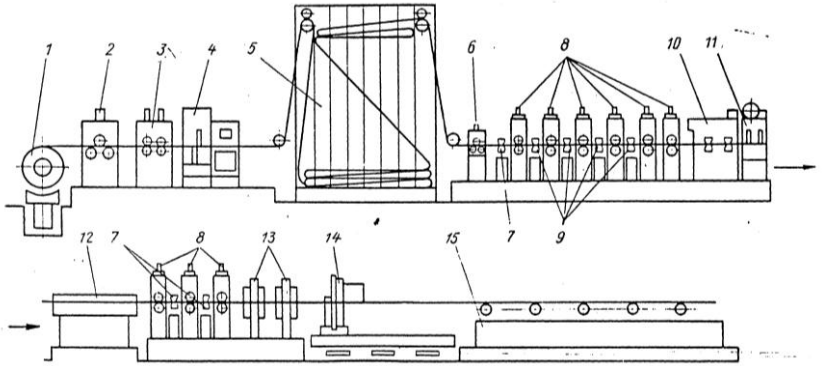


Рисунок. 17.3 - Профілезгинальний агрегат 0,5...3х40...240 мм

Готові профілі ріжуться на мірні довжини летучою дисковою пилкою 14. Порізані профілі пакетуються на вихідному рольгангу 15.

На рис. 17.4 показана схема установки зварювання труби змінним струмом високої частоти (100 - 450 кГц), що дозволяє робити зварювання труб діаметром 10 - 100 мм із товщиною стінки 0,3 - 5 мм із будь-яких металів і сплавів.

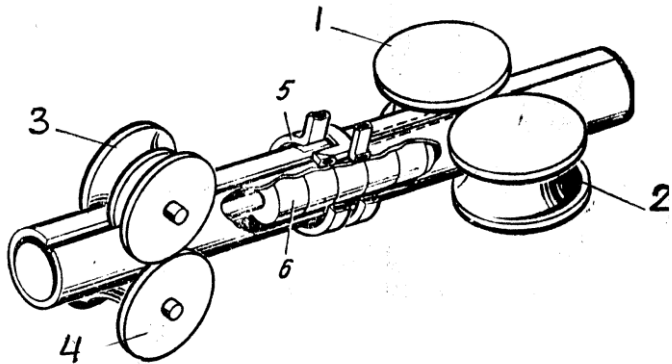


Рисунок 17.4.- Радіочастотне зварювання труб

Для зварювання сформованої трубної заготівлі струм до кромки, що зварюються, підводиться безконтактним (індукційним) способом за допомогою кільцевого індуктора з 2 - 3 витків 5, розташованих навколо труби. Для збільшення опору ланцюга по периметрі труби усередині труби (із

зазором 2 - 4 мм) установлюють циліндричний стрижень із феромагнітного матеріалу 6. Нагріті крайки зварюються тиском вертикальними роликками 1, 2. Ролики 3, 4 є шовонапрямними. Зовнішній грат, що утворюється при зварюванні знімається різцевим пристроєм.

Профілезгинальний агрегат 0,5..3x40..240 мм має наступну технічну характеристику:

1 Вихідна заготівка - сталевая гарячекатана смуга в рулонах

| | |
|---------------------------|----------------|
| товщина смуги | 2 – мм; |
| ширина смуги | 78 – 265 мм; |
| зовнішній діаметр рулону | 1000 – 1500 мм |
| внутрішній діаметр рулону | 500 мм; |
| маса рулону | до 3 т. |

2 Матеріал смуги - маловуглецеві й вуглецеві сталі

σ_b до 500 МПа; σ_T до 350 МПа;
відносне подовження не менш 20%.

3 Готовий профіль - круглого, прямокутного й квадратного перетинів

| | |
|---------------------------------------------------|-----------|
| вихідний (кінцевий) профіль - труба D 27 - 89 мм; | |
| довжина профілю | 6 – 12 м; |
| допуск по довжині | + 40 мм; |
| маса пакета готових профілів - | до 5 т. |

4 Технологія виробництва - трубна

5 Режим роботи лінії:

спосіб профілювання - порулонний, із зупинкою лінії для стикування рулонів;

заправна швидкість - 30 м/хв;

робоча швидкість лінії - 55 м/хв;

продуктивність лінії - 15 - 20 тис.т/рік.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Додаткового до загального порядку виконання роботи необхідно вивчити конструкцію відрізної головки, дефектоскопа, формування смуги

по клітках формувального стану, систему укладання й розбраковування труби по якості. Привести ескізи у звіті.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 1 До якого типу по технологічному процесі ставиться агрегат? Поясніть особливості цієї технології.
- 2 Як улаштований й працює завантажувальний пристрій?
- 3 Назвіть послідовність операцій по стикуванню кінця попереднього рулону й переднього кінця наступного.
- 4 Назвіть послідовність формування труби в клітках формувального стану.
- 5 Поясніть пристрій кліті формувального стану.
- 6 У чим полягає процес зварювання крайок труби?
- 7 Поясніть конструкцію дефектоскопа.
- 8 Розповідайте конструкцію відрізної головки.
- 9 Як здійснюється розрізання труби на мірні довжини? Прилади й виконавчі механізми, що беруть участь у цій операції.
- 10 Як виробляється формування квадратного й прямокутного профілю із трубної заготівки?
- 11 Поясніть конструкцію охолодного пристрою.
- 12 Поясніть конструкцію укладальника труб.
- 13 Як працює система відбраковування труби по якості?