

Донбаська державна машинобудівна академія

Кафедра автоматизованих металургійних машин та обладнання

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри автоматизованих
металургійних машин та обладнання
Протокол № 16 від 09 квітня 2019 р.
Завідувач кафедри
_____ Грибков Е. П.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«Механічне обладнання металургійних заводів. Агрегати для обробки холоднокатаної металопродукції»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОПП «Галузеве машинобудування»

Професійне спрямування: інжиніринг автоматизованих машин і агрегатів

Факультет Машинобудування

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

Краматорськ – 2019

Агрегати для обробки холоднокатаної металопродукції.

До них відносяться агрегати очищення прокату, агрегати термообробки, агрегати поперечного та подовжнього різання, правильно-дресирувальні агрегати та агрегати нанесення різних видів покриття. Більшість вказаних агрегатів безперервна. Різноманітність та кількість таких агрегатів дозволяє класифікувати обробку холодного прокату як четверту металургійну переробку (після виробництва чавуну, сталі та прокатки).

Агрегати очищення холоднокатаних смуг та стрічок.

З курсу технології прокатки відомо, що холодну прокатку більшості матеріалів проводять з використанням технологічних мастил. Після прокатки частина мастила залишається на поверхні прокату і при подальшій термообробці утворює нагар у вигляді сажі – «сажистий наліт», який приводить до псування товарного вигляду поверхні прокату. Мастило також становить перешкоду якісному нанесенню покриття. Тому перед подальшою обробкою проводять знежирення прокату в спеціальних агрегатах очищення смуги, які можуть бути як окремими, так і входити складовою часткою до технологічних ділянок інших агрегатів.

Очищення поверхні відбувається за двома основними принципами. Перший – хімічне очищення у водному лужному розчині. З таким видом очищення ми постійно стикаємось у побуті, коли, наприклад, миємо жирний посуд. Але за короткий час якісно відмити поверхню не завжди можливо. Другий принцип – електрохімічне очищення в розчині електроліту. При пропусканні електричного струму виділяється газ, який у вигляді бульбашок осідає на забруднену поверхню смуги (рис.4.28). Бульбашки обволакують частки мастила, формують з них краплі, які відривають від металу і виносять на поверхню розчину електроліту. Як правило, в агрегатах використовують обидва способи, спочатку хімічний, потім електрохімічний.

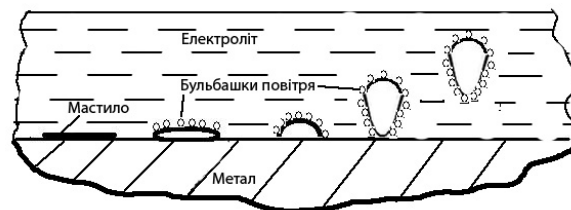
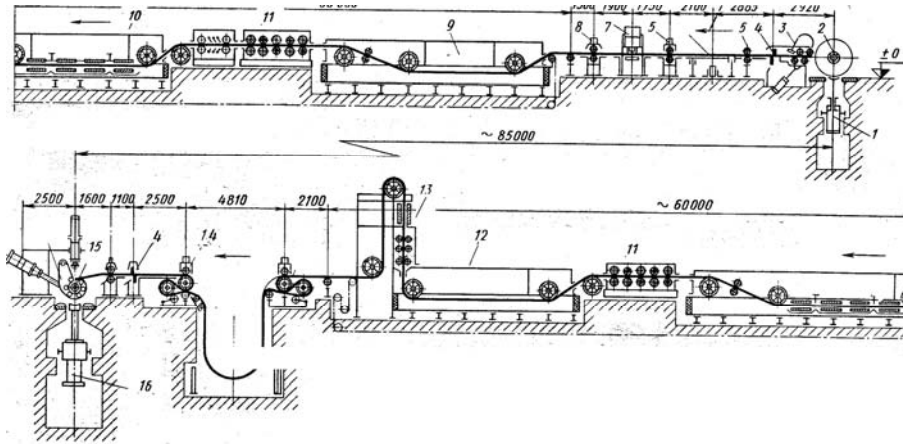


Рисунок 4.28 - Схема електролітичного очищення смуги

Агрегати очищення смуги – неперервного типу, бувають горизонтальними (рис.4.29) і вертикальними. Для них характерні ті ж переваги та недоліки, що і для інших неперервних агрегатів, зокрема НТА. Як і усі неперервні агрегати, вони мають вхідну, технологічну та вихідну дільниці.



1 – завантажувальний стіл, 2- розмотувач, 3- правильна машина, 4- гільйотинні ножиці, 5,8 - тягнучі ролики, 6 - проводковий стіл, 7- стикозварювальна машина, 9 – ванна хімічного очищення, 10 - ванна електрохімічного очищення, 11 – щітотно-промивочна машина, 12 – ванни для промивання, 13 – сушильний пристрій, 14 – петльовий накопичувач з натяжними станціями, 15 – моталка, 16 - знімальний стіл

Рисунок 4.29 - Горизонтальний агрегат очищення смуги

На вхідній дільниці (поз. 1-8) окремі смуги з рулонів зварюють в неперервну смугу на стикозварювальній машині 7. Видалення мастила відбувається в технологічній дільниці у ваннах хімічного 9 та електрохімічного 10 очищення. Між ваннами встановлені щітотно-промивочні машини 11. Залишки електроліту змивають водою у ванні 12, після чого смугу висушують на пристрої 13. Через петльовий накопичувач 14 смуга поступає на вихідну дільницю до ножиць 4, де розрізається на окремі смуги, які змотуються моталкою 15.

Агрегати термообробки

При холодній прокатці метал зміцнюється і стає непридатним для подальшого штампування. В той же час більшість холоднокатаних листів і смуг призначе-

на саме для листового штампування, і лише незначна частина постачається замовникам в нагартваному стані. Тому для досягнення необхідних механічних властивостей після холодної прокатки метал підлягає термообробці. Оскільки поява окалини на холоднокатаному металі неприпустима, термообробку, а саме – відпалювання, здійснюють в середовищі інертних газів. В цьому випадку окалина не утворюється, і такий вид термообробки називають світлим відпалюванням.

Дільниця відпалювання займає майже третину цеху холодної прокатки (див. рис.4.1). Відпалювання здійснюють двома основними способами – у ковпакових печах та агрегатах неперервного відпалювання.

Обладнання ковпакових печей

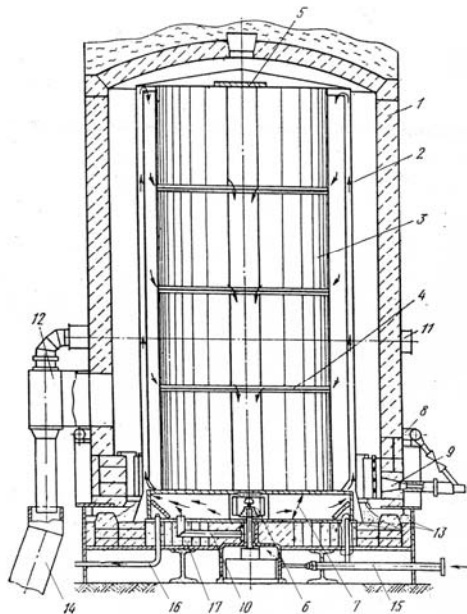
Загальний вигляд широко розповсюдженої в ЦХП одностопної ковпакової печі з нижнім розташуванням ежектора й радіальним розміщенням інжекційних пальників наведений на рис. 4.30

Нагрівальний ковпак 1 - це металевий кожух циліндричної форми, футерований усередині шамотною цеглою. Між кожухом і кладкою прокладають азбест для компенсації розширення кладки й поліпшення теплоізоляції. Склепіння ковпака виконане з вогнетривкого матеріалу. По нижній частині ковпака розміщені пальники 9, установлювані в один або два ряди. На кожусі розташовані два димових канали й два ежектори повітря 12, за допомогою яких видаляють продукти горіння, а також газовий 8 і повітряний 11 колектори, по яких під ковпак подають газ і повітря.

Муфель 2 ізолює стопу рулонів 3 від продуктів горіння, і забезпечує проведення світлого відпалювання в захисній атмосфері, що створюється в ньому.

Муфель виготовляють із нержавіючої сталі. Діаметр муфеля приймають на 290-300 мм більше максимального діаметра рулонів. Продукти горіння нагрівають муфель, який, у свою чергу, передає тепло захисному газу, що циркулює всередині муфеля і нагріває рулони. Між рулонами укладають конвекторні кільця 4. Кільця мають із двох сторін профільовані спіралі - дифузори.. Величина опорної поверхні конвекторних кілець повинна виключати можливість зминання крайок смуги.

Основою ковпакової печі є стел 17, на якому за звичай розміщують три ковпаки. На кожному з його периферійних ділянок (за кількістю ковпаків) опираються ковпак 1 і муфель 2, а до центральної частини кріпиться циркуляційний вентилятор 6 і напрямний апарат 7.



1 - нагрівальний ковпак; 2 - муфель; 3 - стопа ролонів; 4 - конвекторні прокладки; 5 - кришка; 6 - вентилятор; 7 - напрямний апарат; 8 - газовий колектор; 9 - інжекційний пальник; 10 - байпас; 11 - повітряний колектор; 12 - ежектор; 13 - пісковий затвор; 14 - димохід; 15 - труба для подачі захисного газу; 16 - труба для виходу захисного газу; 17 - стэнд

Рисунок 4.30 – Одноступна ковпаківі піч

Напрямний апарат служить підставою для стопи ролонів і пристроєм, у якому відбувається зміна напрямку потоку газу з горизонтального у вертикальне. Для герметизації ковпаківі печі на стэнді застосовують пісковий затвор 13.

Сам процес відпалювання складається з трьох основних стадій: нагрівання до температури рекристалізації, витримки при заданій температурі та охолодження. Діапазон часу по операціях: час нагрівання - до 30 годин; час витримки 10-25 годин; час охолодження 15-20 годин. Загальний час відпалювання може сягати 75 годин.

Термічні відділення ЦХП можуть мати у своєму складі до 300 стендів, які обслуговуються 120 ковпаками. Менше число ковпаків обумовлене тим, що після закінчення періодів нагрівання й витримки починається охолодження рулонів під муфелем, а ковпак знімають і його можна використати на іншому стенді.

Недоліками процесу є низька продуктивність внаслідок значного часу протікання процесу та різні механічні властивості зовнішніх та внутрішніх витків металу внаслідок неодночасного нагрівання по товщині рулону. Але якість самого відпалювання вища за інші способи.

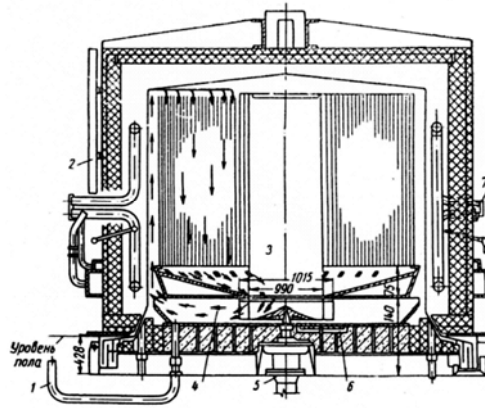
Для підвищення продуктивності, зниження різnorodності механічних властивостей і газового легування металу застосовують технологію термообробки в розпушених рулонах. У цьому випадку рулони попередньо перемотують на спеціальній установці, де між витками укладають прокладочну нитку з жаростійкої сталі або капронову. Зазор між витками рулону, сприяє більш інтенсивному теплообміну між газом і металом. Відпалювання розпушених рулонів виконують у ковпакових печах з більшим діаметром (у порівнянні зі звичайними на 40-50%) і меншою висотою (в 1,5-2 рази), або в спеціальних печах (рис. 4.31).

Транспортування розпушеного рулону здійснюють краном, обладнаним підвісним магнітом. Після термообробки на тих же установках рулони перемотують знову в щільно змотані рулони, видаляючи при цьому прокладочну нитку. Інколи нитку з жаростійкої сталі видаляють із рулону при дресуванні.

Термообробка розпушених рулонів дозволяє поліпшити показники механічних властивостей металу й різко скоротити тривалість процесу. Час нагрівання становить 3 год., витримки – 4 год., а охолодження -5 год., тобто весь цикл триває приблизно 12 годин, тобто в 6 разів швидше.

Недоліками процесу є трудомісткість і можливе травмування поверхні смуг, що відбуває при перемотуваннях рулону, тому достатнього поширення ця технологія не набула.

В останні роки з'явилися ковпаківі печі ємністю до 60 т з електричним нагріванням, у яких відсутній муфель. Нагрівання садки в таких печах може здійснюватися за рахунок конвекції в атмосфері азоту. В інтервалі температур 500-700 С процес відбувається у вакуумі. За рахунок плавного регулювання різниці температур між нагрівальним елементом і внутрішніми шарами металу незначна. Крім зниження енергоспоживання, у таких печах передбачений захист садки від перегріву, незважаючи на те, що нагрівання ведеться з максимально можливою швидкістю.



1 - трубопровід; 2 - димар ; 3 - вентиляційна камера; 4 - дифузор;
5 - вентилятор; 6 - труба; 7 - трансформатор

Рисунок 4.31 - Піч для відпалювання розпушених рулонів

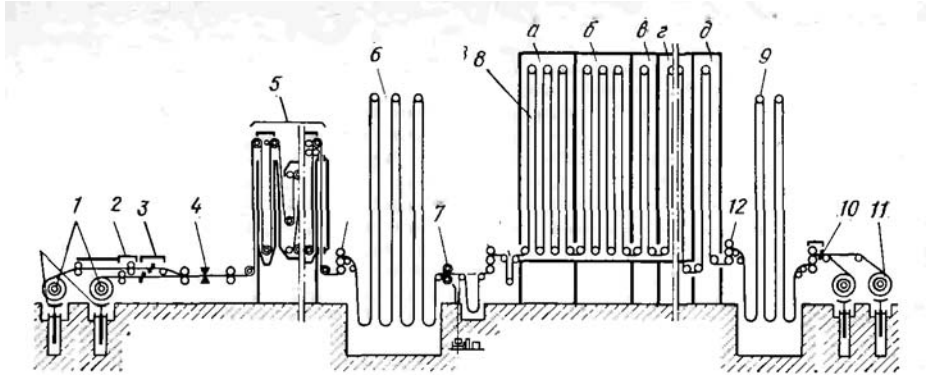
Такі печі споживають приблизно 350 кВт на одну тону матеріалу, і ця величина нижче, ніж еквівалентна витрата газу у звичайній ковпаковій печі. Будівництво вакуумної печі простіше в порівнянні зі звичайною ковпаковою піччю. Відмова від муфеля забезпечує економію в споживанні енергії при нагріванні й охолодженні садки, тому що під час роботи немає необхідності в нагріванні й охолодженні додаткової маси металу й втрат тепла на передачу його через муфель. Одночасно знижується час, необхідне для нагрівання й охолодження рулонів

Відпалювання в неперервних агрегатах

Внаслідок значного часу на термообробку в ковпакових печах були розроблені більш продуктивні агрегати неперервного відпалювання (АНВ). Вперше побудовані в Японії в 1971р. Робота агрегату заснована на тому, що тонкий метал нагрівається значно швидше, ніж у рулоні, і всі термічні перетворення також проходять за значно коротший час. Як і в ковпакових печах, процес проходить за декілька стадій, які можна розбити на нагрівання до температури рекристалізації, витримку при цій температурі, повільне охолодження до температури інтенсивного окислення та швидке охолодження до температури навколишнього середовища. Перші три стадії проходять в середовищі інертного газу, остання – в звичайному середовищі. При цьому всі операції відбуваються під час руху неперервної заготовки через агрегат. Також для деяких сталей мають місце і більш

складні температурні режими з охолодженнями та повторними нагріваннями для отримання спеціальних властивостей.

Головна (вхідна) дільниця агрегату (поз. 1-4, рис.4.32) призначена, як і на всіх неперервних агрегатах, для з'єднання окремих смуг в нескінченну заготовку зварюванням на стикозварювальній машині 4. Технологічна частина АНВ розпочинається з дільниці очищення смуги 5 вертикального типу (це той випадок, коли агрегат очищення входить складовою частиною до іншого агрегату). На вході і виході лінії відпалювання встановлені вертикальні накопичувачі 6, 9 великої ємності, розміщені в окремих баштах



1 –розмотувачі; 2- тягнучі ролики; 3 – ножиці; 4 – зварювальна машина; 5 - дільниця очищення смуги; 6,9 – вертикальні накопичувачі; 7 – дискові ножиці; 8 – башта термообробки; 10 – ділильні ножиці; 11 – моталки; 12 – натяжні ролики

Рисунок 4.32 – Агрегат неперервного відпалювання вертикального типу

. Перед термообробкою крайку смуги обрізають на дискових ножицях 7. Башта термообробки 8 має наступні зони: зону нагрівання (а), зону термічної витримки (б), зону повільного охолодження до температури відсутності окалиноутворення (в), зону прискороного охолодження (г) та зону остаточного охолодження (д). В зонах (а)-(г) процес протікає в середовищі інертного газу. Транспортування смуги через технологічну ділянку виконується натяжними станціями 12. У вихідній ділянці нескінченна смуга ріжеться ножицями 10 на окремі смуги, які змотуються у рулони моталками 11. Приблизний графік роботи ділянки печей наведений на рис. 4.33.

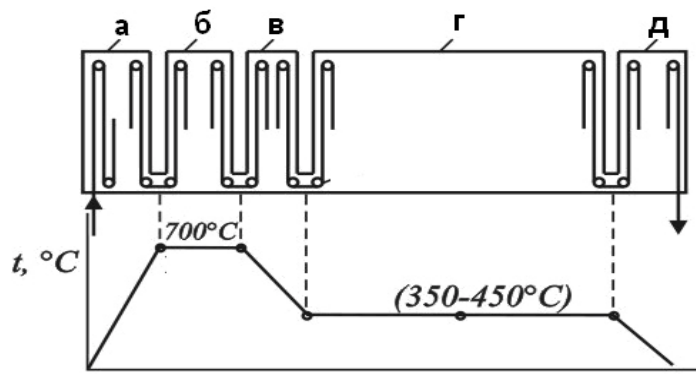


Рисунок 4.33 – Типовий температурний режим термообробки вуглецевої сталі

Однак у зв'язку з великими швидкостями нагрівання і охолодження в агрегатах неперервного відпалення метал має дещо підвищену міцність і меншу пластичність і непридатний до глибокого витягування при штампуванні. Тому в прокатних цехах зберігаються дільниці ковпакових печей.

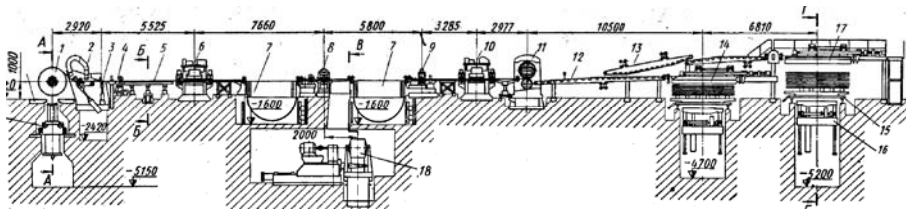
Агрегати різання прокату

Агрегати різання прокату розділяють на агрегати поперечного різання АПР та агрегати поздовжнього різання АПРР, а також комбіновані агрегати. В перших смуги та стрічки в рулонах розрізають поперек на листи потрібної довжини. Це основний спосіб одержання холоднокатаних листів. У других широкую смугу розрізають вздовж на декілька стрічок меншої ширини. В комбінованих агрегатах реалізують обидва процеси.

Агрегати поперечного різання (АПР)

Як правило, це агрегати з порулонним режимом роботи. Типовий склад обладнання АПР представлений на рис.4.34

Смуга з розмотувача 1 подається до гільйотинних ножиць 3, де обрізаються кінці смуги. Далі через інспекційний стіл 5 подається до правильної машини 6 попереднього правлення і далі до дискових кромкообрізних ножиць 8. По обидва боки від ножиць розміщені петлеві столи 7, що забезпечують автономний швидкісний режим ножиць відносно швидкості смуги в агрегаті. Відрізана кромка змотується кромкомоталкою 18. Далі роликами 9 смуга подається в другу правильну машину 10, яка окрім виправлення дефектів площинності задає швидкість смуги в ножицях, необхідну для одержання заданої довжини порізаного листа.



1 – розмотувач, 2 – відгинач, 3 – гільйотинні ножиці, 4 – тягнучі ролики, 5 – інспекційний стіл, 6 – правильна машина №1, 7 – петлеві столи, 8 – кромкообрізні дискові ножиці, 9 - тягнучі ролики, 10 - правильна машина №2, 11 - барабанні ножиці, 12 – транспортер, 13 – листоукладач, 14,15 – пакетувальні столи, 16 – підйомний пристрій, 17 – магнітний кран, 18 - кромкомоталка

Рисунок 4.34 - Склад обладнання АПР

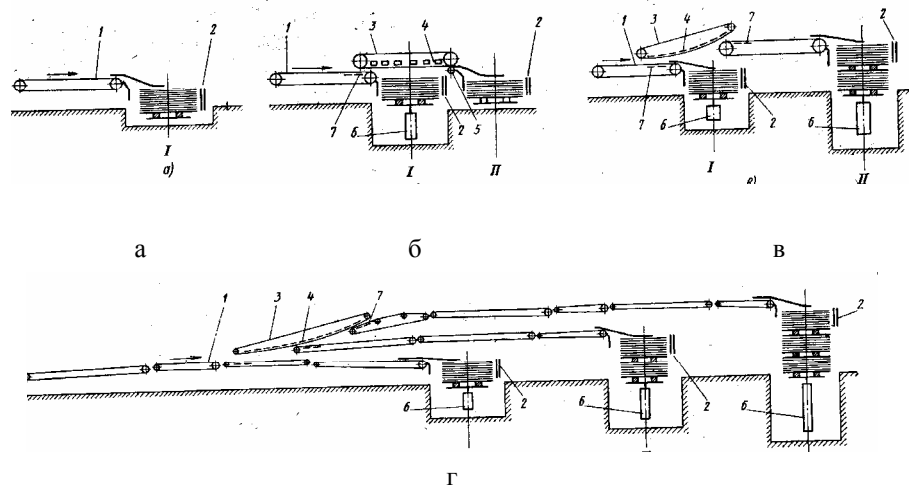
Основною машиною АПР є летучі ножиці 11 (в нашому випадку барабанні), які і розрізають смугу на листи потрібної довжини. Готові листи транспортером 12 подаються до листоукладача 13, де в залежності від якості (сорту) розкладаються у декілька стоп на столи 14,15, з яких надалі пакети листів транспортують магнітним краном 17 на склад.

Більшість машин, що входять до складу АПР (поз.1-3,6,8,10,11) розглянуті у змістовному модулі «Адьюстажне обладнання». Специфічною ж машиною саме АПР є листоукладачі (пакетувальники).

Листоукладач призначений для складання порізаних листів у стопи (пакети) зазначеної маси чи розмірів. В ряді випадків в залежності від якості потребується розкласти листи на декілька пакетів. Листи укладаються на стіл, який є частиною кожного листоукладача. Столи розміщують переважно на візках для подальшого транспортування пакетів. Іноді пакети транспортуються зі столів магнітними кранами.

Самі прості листоукладачі засновані на принципі дії стрічкового транспортера (рис. 4.35) Лист рухається транспортером і падає під власною вагою на стіл (див. рис. 4.35,а), наступний падає на нього і так до формування готового пакету.

Незважаючи на простоту, такий укладач має ряд недоліків. По-перше, листи падають не завжди паралельно. По-друге, і це основне, при падінні та пересуванні листа по листу можливе виникнення подряпин на поверхні, що не припустимо.



1- стрічковий транспортер, 2 – стіл з упором, 3 – розподільний транспортер, 4,7 - електромагніти, 5 – притискний ролик, 6 – підйомник
 Рисунок 4.35 - Схеми листоукладачів на основі стрічкових транспортерів

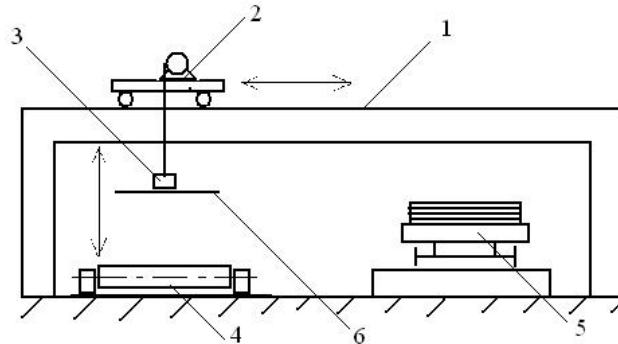
Дещо знижує таку можливість розміщення столів 2 на підйомниках 6, які виводять верхній рівень пакету на рівень транспортеру 1, що виключає падіння листа. Але пересування листа по листу зберігається і в цьому випадку і не виключає травмування поверхні.

Для укладання листів у декілька пакетів використовують транспортер - розподільник 3 (див. рис. 4.35,б,в) він встановлений вище транспортера 1, над нижньою частиною стрічки встановлені електромагніти 4. Транспортери 1 також оснащені встановленими по краях електромагнітами 7 більшої потужності. Щоб передати лист на другий стіл, включаються магніти 4, лист з транспортеру 1 «прилипає» до нижньої частини стрічки транспортера 3 і рухається разом з нею до другого столу (див. рис. 4.35,б) або проміжного транспортеру (див.рис. 4.35,в). Електромагніти 7 призначені для того, щоб лист при необхідності залишався на транспортері 1 (див. рис. 4.35,б,в) або гарантовано переходив на проміжний транспортер (див. рис.4.35,в). За допомогою таких укладачів можна розкладати листи на декілька столів, розміщених в різних рівнях (див. рис. 4.35,г).

Для усунення травмування листів при укладанні в пакети розроблено ряд конструкцій, в яких листи укладаються без ковзання один по одному.

Магнітні та вакуумні листоукладачі подібні за конструкцією, яка заснована на принципі **мостового** крану (рис.4.36). Вони складаються з естакади 1 на якій

встановлено візок 2 з механізмами пересування та підйому. Механізм підйому переміщує магнітний або вакуумний захоплювач 3, який захоплює лист 6 з рольгангу 4, підіймає його, після чого візок 2 транспортує лист до столу на візку 5 і укладає в стопу листів. Після формування пакету стіл на візку 5 вивозять з естакади і пакет транспортують на склад. Для магнітних матеріалів використовують магнітні листоукладачі, для немагнітних – вакуумні. Укладання листів один на одного відбувається без їх відносного пересування і травмування поверхні. Недоліком конструкцій є значні габарити.



1 – естакада, 2- візок з механізмами пересування та підйому, 3 – магнітний або вакуумний захоплювач, 4 – рольганг, 5 – візок зі столом, 6 – лист

Рисунок 4.36 - Принципова схема магнітного або вакуумного листоукладача.

Більш компактними є спеціальні конструкції листоукладачів. В агрегатах поперечного різання рулонної смуги з високоякісних сталей і кольорових металів і смуги з покриттям (оловом, цинком, алюмінієм і т.п.) з метою збереження високої якості поверхні листів застосовують їх укладання у пакети листоукладачем на повітряній подушці (рис.4.37), при якій виключається тертя листа, що укладається, з верхнім листом у пакеті.

Листоукладач конструкції ВНДіметмашу з повітряною подушкою призначений для укладання листів 1,5x1500x3500 мм зі швидкістю до 2 м/с. Він обладнаний відцентровим низьконапірним вентилятором 1 з тиском повітря 800 Па. Повітряна подушка утвориться шляхом подачі повітря соплами 4 під лист 11 у простір 7, замкнутий з боків напрямними лінійками 8, а знизу — пачкою листів 9. Тиск повітря під листом повинен бути достатнім для створення зазору δ між листами наприкінці листоукладача, рівного 30-50 мм.

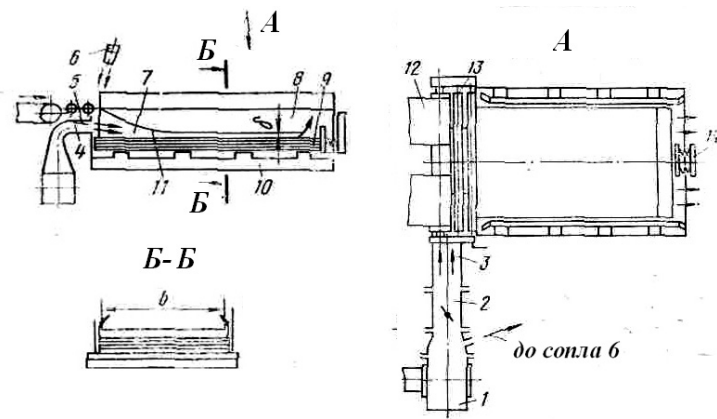
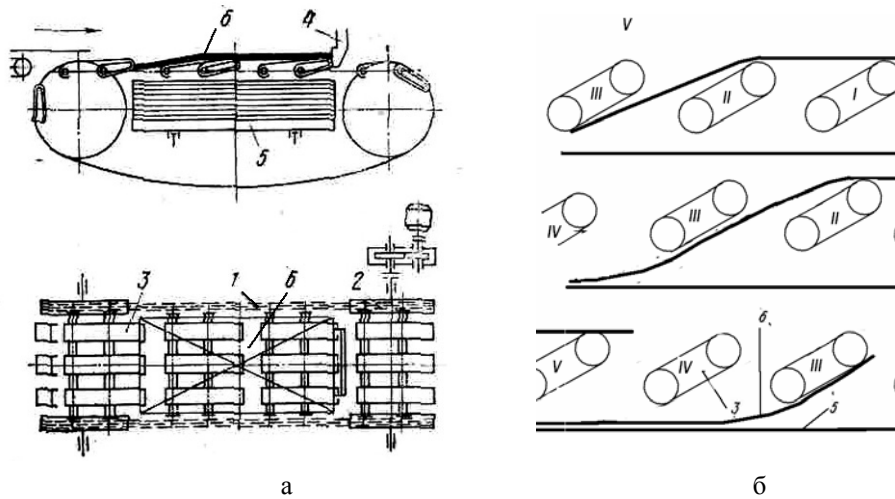


Рисунок 4.37 - Листоукладач з повітряною подушкою

При подачі листа транспортером 12 і роликami 13 передній кінець його прогинається й рухається до упору 14, не стикаючись із верхнім листом у пакеті 9 (зі столом 10). Задній кінець листа плавно опускається долілиць, перетинаючи потік повітря, що подається соплами 4; витрата повітря регулюється дросельним затвором 2, установленим у повітропроводі 3, а напрямок повітря — заслінкою 5. Для укладання листа на пакет повітря подається соплами 6 на задній кінець листа, який опускає його і відсікає потік повітря під лист від сопел 4. Повітря виходить з під листа 11 і лист укладається на пакет 9. Сопла 6 з'єднані із загальним повітропроводом 3.

Конструкція листоукладача ремінного типу (рис. 4.38) забезпечує механічне укладання листів.

Укладач складається з двох ланцюгів 1 з приводом 2. На ланцюгах закріплені осі касет 3. Кожна касета містить три замкнуті ремені на шківках, одна з осей шківів закріплена на ланцюгах 1, друга вільна, тому касети під власною вагою розміщені під кутом до горизонталі. Лист 6 лежить на верхніх частинах касет і рухається разом з ними до упору 4. Упором 4 лист гальмується, його задній кінець провисає на похилу частину касети, на якій лежить, уходить під ремні наступної касети і лягає на пакет на столі 5. По мірі переміщення касети поступово увесь лист укладається на пакет, відносно переміщення листів при цьому відсутнє. Але таку конструкцію можна використовувати лише для тонких гнучких листів.



1 – ланцюг, 2 – привід, 3- ремінна касета, 4 – упор,
5 – стіл з пакетом листів, 6 - лист

Рисунок 4.38 - Конструкція (а) та схема укладання листів (б) на ремінно-му листоукладачі

Агрегати поздовжнього різання (АПрР)

В АПрР широкі смуги розрізають на вузькі стрічки на багатопарних дискових ножицях поздовжнього різання, які є основною машиною агрегату. Як і АПР, це агрегати з порулонним режимом роботи. Типовий склад обладнання АПрР представлений на рис.4.39

Вихідний рулон установлюють на барабан розмотувача 2, кінець смуги обрізується ножицями 3. Смуга проходить через контрольно-маркірувальний стіл 5, пристрій для промаслення 5, роликову проводку 6 і дисковими багатопарними ножицями 7 розрізається (розпускається) на кілька вузьких стрічок; бічні крайки змотуються в бунти кромкомоталкою 8.

Передні кінці вузьких стрічок захоплюються пересувними роликами 9 і направляються в щілину барабана моталки 11. При цьому стрічки приділяються одна від іншої на деяку відстань і в зазори, що утворюються, опускаються розділові кільця на піднімальному ролику 10; за допомогою цих кілець утворюються рівні торці вузьких рулонів. По закінченні намотування рулони обв'язують ву-

зкою смугою й зіштовхують на один із трьох штирів поворотного пакетуючого пристрою. Продуктивність агрегату 20-40 т/ч.

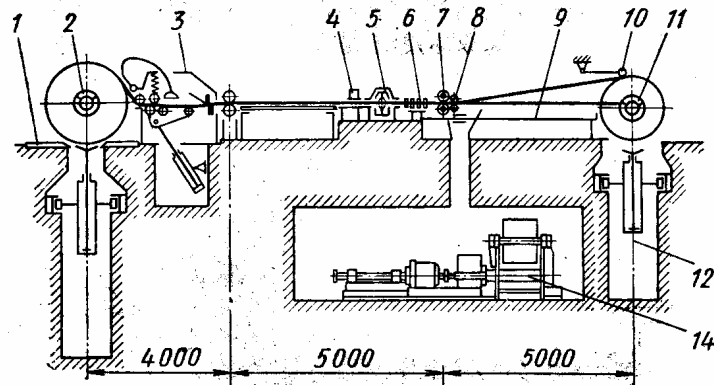


Рисунок 4.39 – Типовий склад обладнання AprP

Основна машина агрегату – багатопарні дискові ножиці, а також розмотувачі і моталки розглянуті докладно у змістовному модулі «Адьюстажне обладнання». Розглянемо специфічні машини агрегату.

Обрізана тонка крайка змотується в бунти на спеціальній машині – кромкомоталці (або бракомоталці). Кромкомоталка 14 за звичай розміщена в підвальному приміщенні біля дискових ножиць (див. рис. 4.39)

Кромкомоталка (рис. 4.40) змонтована на рамах 1,2 (рис. 4.40). На рамі 1 встановлений короб 3 з боковими стінками 4,5. В стінці 4 встановлена стаціонарно підшипникова опора 11, в стінці 5 є отвір для валу 6. над коробом знаходиться трамбувальний барабан 14, вісь якого закріплена на важелях 13, один з яких з'єднаний зі штоком пневмоцилінру 12.

В напрямних рами 2 встановлена платформа 7, на ній розміщено двигун 8 та редуктор 9. вихідним валом редуктора є вал 6. Платформа 7 з приводом рухається по рамі 2 гідроциліндром 10.

За коробом 3 розміщений гідроциліндр 16 зі штовхачем 15, по інший бік розміщено приймальний короб 17.

На рис. 4.40 кромкомоталка зображена перед змотуванням. Обрізану крайку у вигляді петлі чіпляють за виріз 18 на валу 6. Вал 6 приводиться і намотує крайку. На бунт пневмоциліндром 12 опускають барабан 14, який його ущільнює.

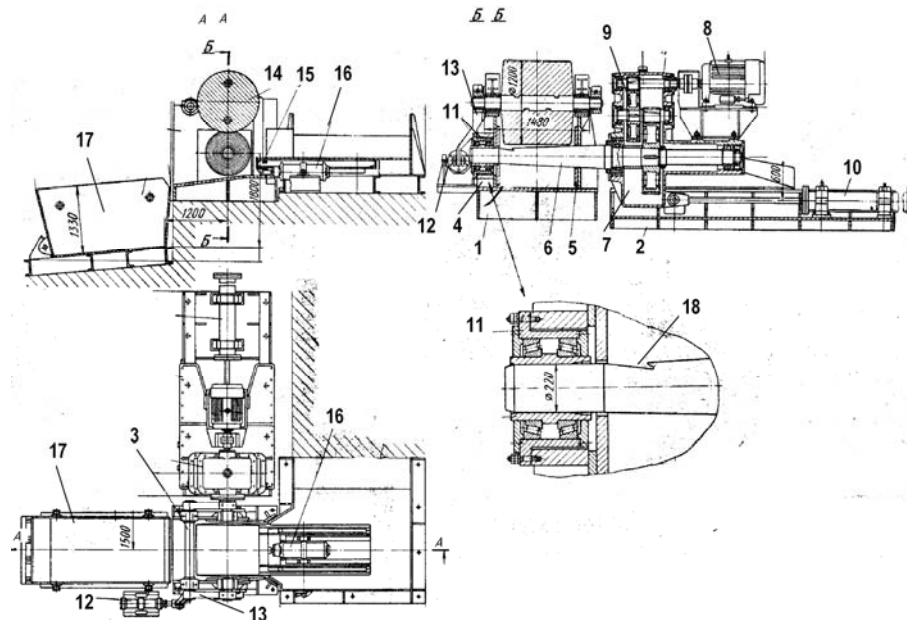


Рисунок 4.40 – Кромкомоталка

Після змотування бунта барабан 14 підіймають, гідроциліндр 10 відводить платформу 7 з валом 6 праворуч. При цьому вал виходить з опори 11 і з короба через отвір у стінці 5, а оскільки стінка 5 не дає бунту рухатись за валом, то він виходить і з бунта. Звільнений від валу бунт штовхачем 15 виштовхується з короба 3 в короб 17, звідки транспортується на переплав.

Складним завданням на АПрР є задати стрічки, що виходять розрізаними з дискових ножиць, на моталку. На рис. 4.41 наведено конструкцію одного з пристроїв, що виконує цю операцію – відокремлювально-задавальної машини.

Машина виконана як візок 1, що переміщається по напрямним 2 між дисковими ножицями ДН та моталкою М. Візок приводиться розміщеним на ньому електродвигуном 6 через редуктор 7. Приводне зубчасте колесо встановлено на валу з ходовими роликми 8, поряд з якими встановлені шестерні 9. Вони утворюють рейкові передачі з нерухомими зубчастими рейками 4 поряд з напрямними 2. При обертанні роликів вони перекачуються по зубцям рейок 4 і рухають візок 1. Ділянка напрямних 3 перед моталкою зроблена відкидною для зручного зняття рулонів з моталки.

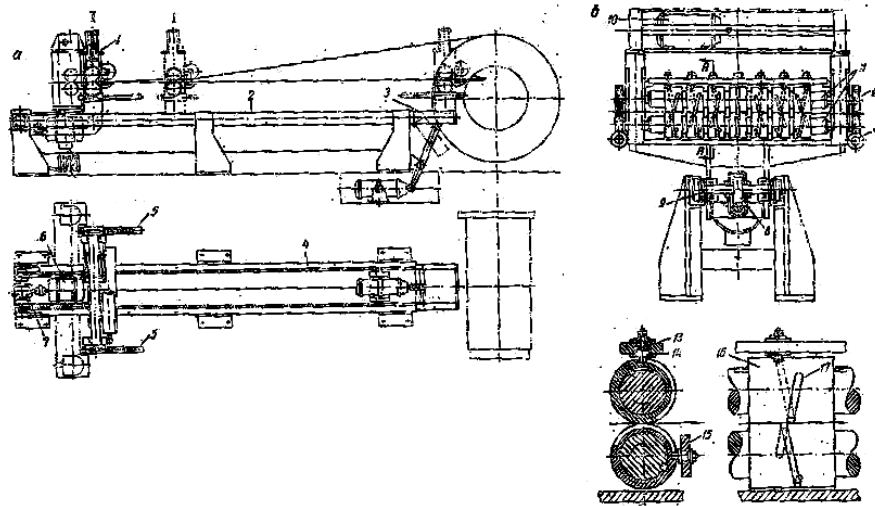


Рисунок 4.41 – Відокремлювально-задавальна машина

В станині візка 1 встановлені подушки з двома роликами 11. На роликах з можливістю осьового руху встановлені на шпонках відокремлювальні кільця 16, а на шийках – шестірні 12. Шестірні нижнього ролика входять в зачеплення з додатковими короткими зубчастими рейками 5. Верхній ролик опускається пневмоциліндром 10, і його шестірні в нижньому положенні входять в зачеплення з шестірнями нижнього ролика.

Відокремлювальні кільця 16 мають на поверхні гвинтові пази 17. В них входять пальці 14, закріплені в траверсах 13 та 15 візка. У середніх кілець пази виконані по колу, при віддаленні від середини кут гвинтової лінії збільшується.

Кінці вузьких розрізаних стрічок, що виходять з дискових ножиць, затискаються між кільцями 16 роликів 11. Візок 1 рухається до моталки, шестірні 12 перекочуються по рейках 5 і обертають ролики з кільцями 16. За рахунок пальців 14 в пазах 17 кільця 16 при обертанні рухаються вздовж осі ролика 11 в напрямках від середини до краю і розводять затиснуті між ними стрічки, доки шестірні 12 не зійдуть з рейок 5. Надалі затиснуті в роликах стрічки транспортуються візком 1 до моталки М і задаються у її отвір для фіксації, після чого верхній ролик підіймається і візок повертається до дискових ножиць.

Щоб рулони не перехльостувалися на моталці, між ними опускають відокремлювальні кільця («гребінку») (рис. 4.42)

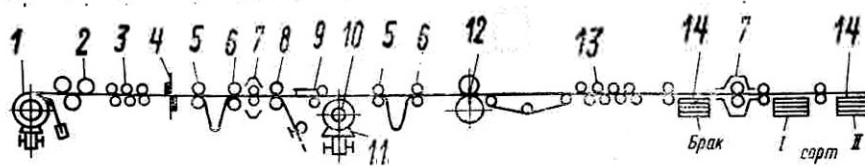


Рисунок 4.42 – Відокремлювальні кільця («гребінка»)

Операції по задаванню стрічок в моталку і знімання намотаних рулонів тривають значний час, і визначають продуктивність агрегату. Тобто моталка є «вузьким місцем» АПрР – машиною, що обмежує продуктивність агрегату, яка на порядок нижча, ніж у АПр, і складає приблизно 50 тис.т на рік.

Комбіновані агрегати різання

Призначені як для одержання листів поперечним розрізанням смуг, так і вузьких стрічок поздовжнім різанням. За складом обладнання близькі до АПр. Оскільки в АПр є дискові ножиці для обрізання крайок, то замінивши їх на багатопарні дискові ножиці та додавши обладнання для змотування рулонів (хвостової частини АПрР) одержимо комбінований агрегат різання (Рис.4.43). При роботі в режимі АПр дискові ножиці використовують як кромко обрізні, моталка при цьому не задіяна. При роботі в режимі АПрР порізані на дискових ножицях смуги змотуються на моталці, а розміщене за нею обладнання для різання смуги на листи не задіяне.



1 – розмотувач, 2 – тягнучі ролики, 3 – правильна машина №1, 4 – гільйотинні ножиці, 5 – тягнучі ролики, 6 - петлеві столи -, 7 – промаслю вальний пристрій, 8 – багатопарні дискові ножиці, 9 – задавально-відокремлювальні ролики, 10 – моталка, 11- кромкомоталка, 12 - барабанні ножиці, 13 - правильна машина №2, 14– листоукладач з пакетувальними столами

Рисунок 4.34 - Склад обладнання комбінованого агрегату різання

Агрегати нанесення металевого покриття

Загальна характеристика

На холоднокатані смуги, стрічки та листи з метою насамперед захисту від корозії наносяться захисні покриття: металеві, полімерні або комбіновані. Такі матеріали використовують в самих різноманітних сферах, насамперед у автомобільній, хімічній, харчовій промисловостях, у будівництві, медицині та побуті.

Найбільш поширеними процесами нанесення металевого покриття є цинкування, лудіння (нанесення олова), алюмінівання, свинцювання та хромування.

Металеві покриття наносять, в основному, двома способами: проходженням смуги через розплавлений метал покриття (гаряче нанесення покриття) та шляхом електролітичного осадження металу покриття з розчину. В першому випадку товщина покриття сягає декількох десятків мікрон, такі матеріали використовують переважно в агресивному середовищі. У другому випадку товщина покриття не перевищує декількох мікрон, матеріали з таким покриттям використовують в менш агресивних середовищах.

Слід зазначити, що сталь з металевим покриттям підлягає подальшій обробці, зокрема, штампуванню, профілюванню та ін. Тому якість покриття повинна забезпечувати його цілісність при різних видах обробки.

Агрегати гарячого нанесення покриття відрізняються за складом обладнання і способом виробництва. Це можуть бути в залежності від типу покриття, що наноситься, комплексні неперервні агрегати, агрегати з порулонним або полистовим циклом виробництва. Агрегати електролітичного нанесення покриття виконані практично за однаковою схемою неперервних агрегатів горизонтального або вертикального типу і різняться в основному технологічними параметрами: типом електролітів, підводу та характеристик електричного струму та ін.

Агрегати цинкування смуги

Покриття поверхні сталевих листів цинком (цинкування) є найпоширенішим видом захисту металу від корозії. Оцинковані листи можна гнути, штампувати, зварювати, тому їх широко застосовують у всіх галузях народного господарства при виготовленні виробів загального призначення (посуд, холодильники), будівництві (покрівельний лист), сільському господарстві (труби для зрошення полів), машинобудуванні (прилади, панелі, гнуті профілі). Для підвищення корозійної стійкості в багатьох випадках оцинковані листи покривають фарбами та полімерами

Сучасними агрегатами безперервного цинкування є агрегати гарячого цинкування смуги, що рухається, у ванні з розплавленим цинком і агрегати електролітичного цинкування.

Агрегати гарячого цинкування (АГЦ) є комплексними неперервними агрегатами, в яких смуга проходить весь цикл обробки: очищення, відпалювання, нанесення покриття, різання на листи з укладанням в пакети або змотування в рулони на моталках.

Вихідним матеріалом для гарячого цинкування служить холоднокатана смуга товщиною 0,3—1,5 мм у рулонах, що надходять безпосередньо зі станів холодної прокатки (минаючи агрегати електролітичного очищення й відпалювання). Знежирення (очищення від прокатного змащення) і відвалювання смуги здійснюють у самому агрегаті цинкування.

На рис. 4.44 представлена схема автоматизованого високошвидкісного агрегату гарячого цинкування конструкції ВНДІметмашу й Сталь-Проекту. Агрегат горизонтального виконаний двоюрисним з метою зменшення його довжини (див. рис.4.44,б).

Безперервний агрегат гарячого цинкування складається з наступних технологічних секцій.

Вхідна секція (зона А) (див. рис.4.44,а) складається із двох розмотувачів рулонів 1, що працюють по черзі, здвоєних гільйотинних ножиць 2 для обрізки стовщених кінців смуги, правильної машини й подавальних роликів 3, електрозварювальної машини 4 для зварювання внахлест кінців смуг двох рулонів, невеликої петлевої ями 5 перед дисковими ножицями 6 для обрізки бічних крайок смуги, натяжних роликів 7 і чотирьохрусного петлевого пристрою 8 (акумулятора із запасом смуги довжиною приблизно 300 м) на другому поверсі агрегату.

Під час зварювання кінців смуги двох рулонів вхідна секція не працює (40—60 с); наступні секції працюють, безупинно вибираючи запас смуги з накопичувача 8.

Далі смуга повертається на перший поверх в секцію електрохімічного очищення (зона Б), яка складається з ванн електрохімічного очищення (знежирення) 9 у лужному розчині, камери промивання й сушіння 10 і натяжних роликів 11.

Далі смуга поступає на другий поверх в секцію термічної обробки (зона В), яка складається з регулятора натягу смуги 12, камери безокисного нагрівання 13, камери ізотермічної витримки 14, блоку струминного охолодження 15 і камери витримки 16. У камері 13 смуга нагрівається до температури 450—470 °С.

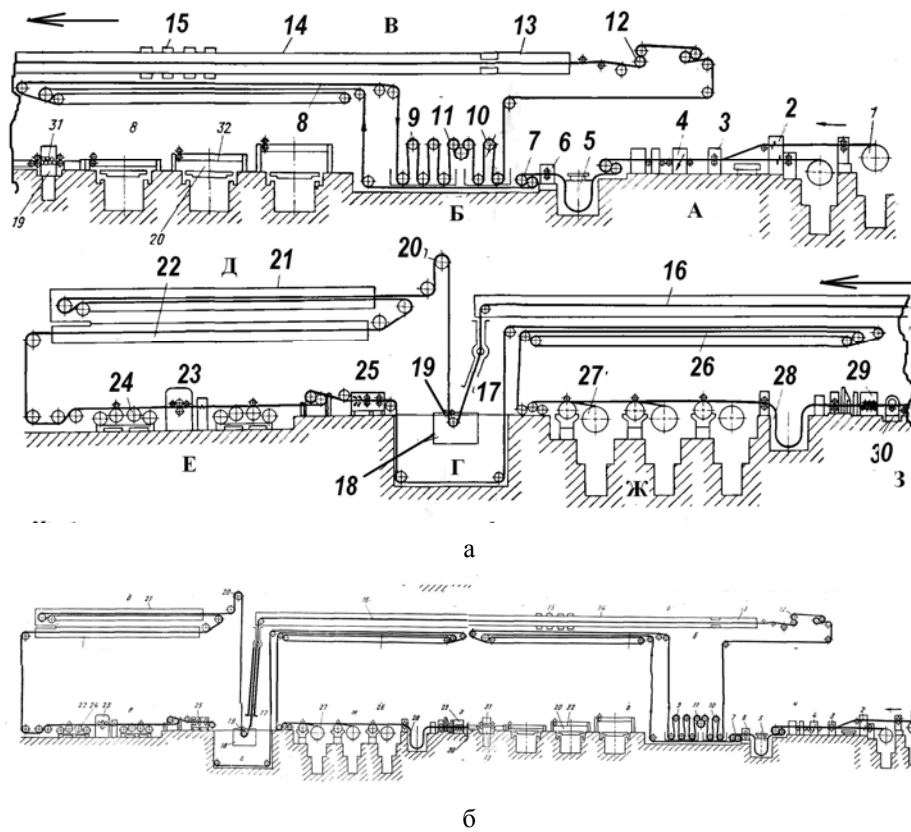


Рисунок 4.44 – Склад обладнання (а) та загальна компоновка (б) неперервного агрегату гарячого цинкування

У камері 14 проходить відпалювання смуги при $730\text{--}800\text{ }^\circ\text{C}$ (для продукції, придатної для нормальної витяжки при штампуванні) або нормалізація при $900\text{--}950\text{ }^\circ\text{C}$ (для смуги, призначеної для глибокої витяжки). Термічна обробка здійснюється в захисній атмосфері, що містить 10-15 % водню. і 14; надалі застосовується східчасте прискорене охолодження в блоці 15, що складається з вентилятора, водяного холодильника й системи сопів для струминної подачі захисного газу на смугу, і витримка смуги при температурі близько $500\text{ }^\circ\text{C}$ у камері 16.

Секція цинкування (зона Г) складається з похилого каналу 17, наповненого захисним газом, ванни 18 з розплавленим цинком і натяжним роликem 20. По похилому каналі 17 смуга (не стикаючись із повітрям) при температурі близько

500 °C надходить у ванну з розплавленим цинком (температура 440- 460 °C); товщина покриття смуги цинком регулюється за допомогою безконтактного струминного пристрою 19 (замість віджимних роликів, що застосовувалися раніше). Причому для підтримання цинку в розплаві використовується температура самої смуги. Цинкова ванна має керамічну футеровку й обігрів за допомогою знімних індукторів для початкового плавлення цинку.

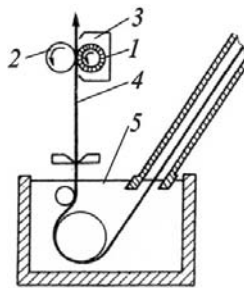
Секція охолодження (зона Д) складається з печі 21 ізотермічної відпустки (320-350 °C) і камери охолодження оцинкованої смуги повітрям 22.

Далі смуга повертається на перший поверх агрегату, де одержує рух в зворотному напрямку. Секція виправлення й дресирування (зона Е) складається зі стана 23 для дресирування смуги й правильно-розтяжної машини 24. Дресирування (прокату з невеликим обтисненням 0, 5-3,0 %) і виправлення застосовуються з метою підвищення якості поверхні смуги (гладкості, планшетності), що необхідно для наступного нанесення полімерних покриттів. Далі смуга проходить через ванну пасивації 25 з розчином хромового ангідриду для закріплення на поверхні декоративних малюнків ("цинкових квітів"), що утворюються при кристалізації цинку в камері охолодження.

Вихідна рулонна секція (зона Ж) складається з горизонтального петлевика 26, ножиць і плаваючих моталок 27 для поперечного різання й змотування готової смуги в рулони певної маси. Вихідна листова секція (зона З) призначена для одержання готової оцинкованої продукції в листах і складається з невеликого петлевика 28, правильних багатороликкових машин 29 і 31, летучих барабанних ножиць 30 і трьох укладальників листів довжиною 1- 6 м у пачки (на рис. 4.44,а не зображені).

Розглянутий агрегат виконує двобічне цинкування смуги. Але в ряді випадків потребується однобічне цинкування. Існують дві основні схеми одержання смуги з однобічним покриттям: видалення нанесеного двобічного покриття з одного боку, використання маскувального покриття з одного боку з подальшим видаленням та нанесення безпосередньо однобічного покриття.

На рис. 4.45 наведено пристрій, в якому видалення цинк з одного боку видаляють шліфувальним валком, абразивною стрічкою, металевую обертовою щіткою.



1 - реверсивна металева щітка; 2 - опорний приводний ролик;

3 - ковпак; 4 - смуга; 5 - ванна цинкування

Рисунок 4.45 – Пристрій для абразивного видалення покриття

Щітку 1 містять у ковпак 3, у якому підтримують вакуум. Відділені частки цинку вловлюють і використовують повторно. Для запобігання кристалізації цинку через виділення тепла при механічній обробці іншої сторони смуги опорний ролик 2 охолоджують. Недоліком способу є його достатньо висока вартість.

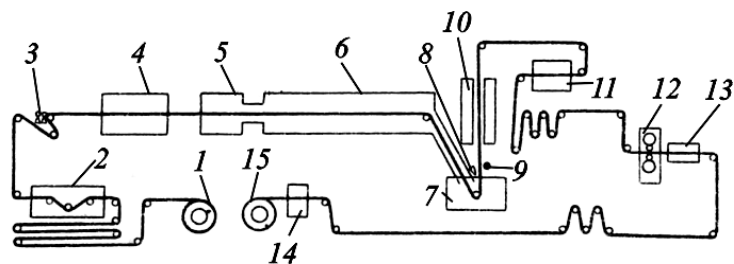
Для зняття цинкового шару з однієї сторони смуги застосовують також здування його стисненим газом.

При використанні маскувального покриття застосовують спеціальні речовини, що не вступають у реакцію із цинковим розплавом - шар плівки окислів, фольги й т.п.

Схема агрегату для нанесення на смугу однобічного покриття з залізоцинкового сплаву з використанням маскувального покриття, представлена на рис.4.46. Відмітними елементами агрегату є вузол нанесення захисного покриття 3, пристрій вогневого зачищення поверхні з маскувальним покриттям від часток цинку 8 та пристрій видалення маскувального покриття 11.

Водна суспензія маскувального покриття наноситься валковим способом у пристрої 3 на знежирену поверхню верхньої сторони смуги. Після попереднього сушіння в повітряній атмосфері протягом 20 с при 300°C смуга надходить у піч відпалювання 5,6 з інертною азотно-водневою атмосферою. На поверхні, що не покривається цинком, утвориться склоподібна плівка (товщиною 20 мкм), що перешкоджає надалі змочуванню поверхні смуги цинком.

Залишки цинку з поверхні склоподібного покриття видаляють за допомогою пристосування для вогневого очищення 8, розташованого над ванною цинкування 7.



1 - розмотувач; 2 - ванна електролітичного очищення; 3 - вузол нанесення маскувального покриття; 4 - піч попереднього сушіння; 5 - піч безокисного нагрівання; 6 - піч відбудовного нагрівання; 7 - ванна цинкування; 8 - пристрій полум'яного очищення; 9 - повітряний ніж; 10 - піч термо- дифузійного відпалювання; 11 - пристрій для видалення маскувального покриття; 12 - дресирувальна кліть; 13 - ванна фосфатування; 14 - вузол промаслення; 15 – моталка

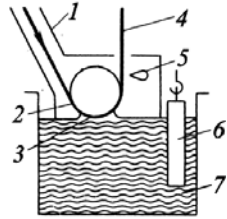
Рисунок 4.46 – Схема агрегату гарячого цинкування з маскувальним покриттям

Після цинкування, у процесі якого товщина цинкового потоку регулюється "повітряним ножем" 9, смуга проходить через піч термодифузійного відпалювання 10 для одержання необхідної структури покриття. Склоподібна плівка охороняє нагріту неоцинковану поверхню від окислювання повітрям. Надалі склоподібна плівка видаляється за допомогою роликів 11, між яким згинають смугу (як окалина у правильній машині). Обробка металу завершується дресируванням, фосфатуванням, промаслюванням та змотуванням металу.

Для реалізації технології прямого однобічного цинкування застосовують: регулювання положення поверхні смуги з такою точністю, щоб нанесення покриття відбувалося завдяки поверхневому натягу (менісковий метод); метод електромагнітного насоса; використання роликів (рідкий цинк наносять на нижню поверхню смуги обертовим роликом, частково зануреним у розплав у камері із захисною атмосферою).

При використанні меніскового способу (рис. 4.47) для підвищення рівня розплаву в перший момент у ванну 7 опускають вантаж 6, а потім його підіймають так, щоб рівень розплаву перебував приблизно на 6 мм нижче поверхні смуги, а меніск 3, що утвориться завдяки поверхневому натягу, постачав цинком смугу 4. Цей же вантаж використовують для підтримки постійним рівня розплаву при

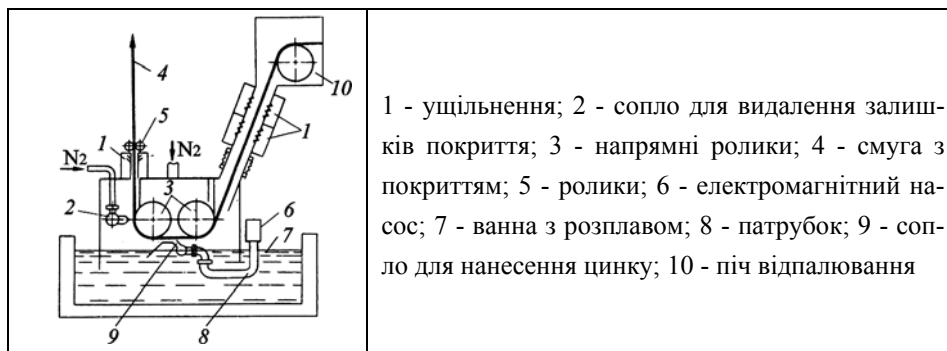
зменшенні кількості цинку у ванні. Товщина покриття регулюється здуванням залишків газовим соплом 5.



1 - камера покриття; 2 - ролик покриття; 3 - меніск;
4 - смуга, що покривається; 5 - газове сопло; 6 - вантаж; 7 - ванна з розплавом

Рисунок 4.47 - Схема пристрою для меніскового способу нанесення однобічного цинкового покриття

При використанні схеми з електромагнітним насосом (рис. 4.48) за допомогою індуктора рідкий цинк всмоктують у патрубок 8, а потім з напором через сопло 9 подають на смугу.



1 - ущільнення; 2 - сопло для видалення залишків покриття; 3 - напрямні ролики; 4 - смуга з покриттям; 5 - ролики; 6 - електромагнітний насос; 7 - ванна з розплавом; 8 - патрубок; 9 - сопло для нанесення цинку; 10 - піч відпалювання

Рисунок 4.48 - Схема однобічного гарячого цинкування з використанням електромагнітного насоса

Іншим способом прямого однобічного цинкування є ультразвуковий метод (рис. 4.49). Цинкування проходить при русі смуги поблизу дзеркала розплаву в камері із захисною атмосферою. Контакт розплаву з нижньою поверхнею смуги досягається завдяки створенню в розплаві нерухливої хвилі під дією ультразвуку і зберігається, навіть якщо смуга вібує у вертикальній площині. Відстань від нижньої поверхні смуги до дзеркала розплаву становить до 5 мм

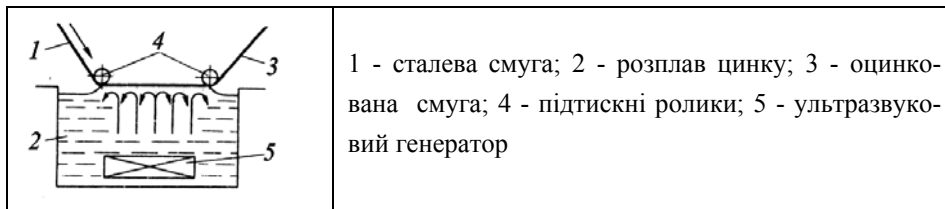


Рисунок 4.49 - Схема однобічного гарячого цинкування з використанням ультразвукового способу.

Спосіб роликівної накатки (рис.4.50) передбачає нанесення рідкого цинку на нижню поверхню смуги обертовим роликом 3, частково зануреним у розплав 5 у камері із захисною атмосферою, або за допомогою декількох роликів. Він є різновидом звичайного роликівного способу цинкування. До переваг способу відноситься запобігання переносу різних відкладень із поверхні розплаву на смугу.

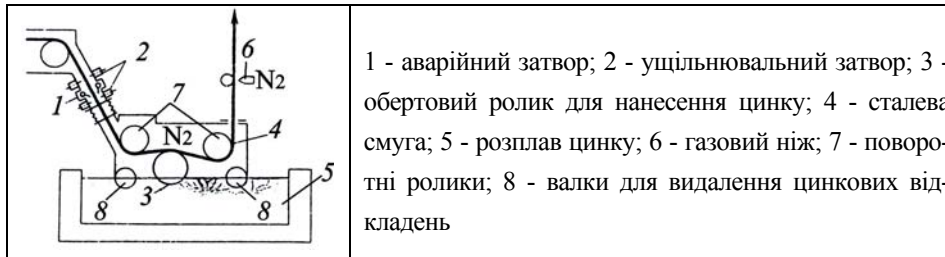


Рисунок 4.50 - Схема однобічного гарячого цинкування з використанням роликівної накатки.

Агрегати електролітичного цинкування.

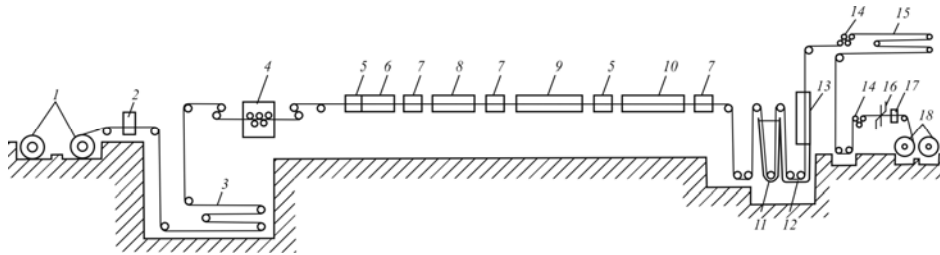
Практично всі агрегати для нанесення металевого покриття електролітичним способом виконані за однаковою схемою і різняться переважно матеріалом електродів, складом електроліту та режимами електричного струму. В ряді агрегатів електродом (катодом) є сама смуга, до якої підводять електричний струм.

Електролітичне цинкування дозволяє одержувати смугу з рівною (без характерних для гарячого цинкування блискіток) поверхнею. Покриття має матову поверхню і добре утримує фарбу. Шар цинкового покриття (0, 25-10 мкм) визначає низьку витрату цинку 10-100 г/м². Головна перевага безперервних агрегатів електролітичного цинкування (АЕЦ) - економія цинку (товщина покриття в 4- 10

разів менше, ніж в АГЦ). До недоліків процесу електролітичного цинкування варто віднести високу токсичність електроліту й високі витрати реактивів.

На рис. 4.49 наведена принципова схема агрегату електролітичного цинкування.

Агрегат починається з вхідної частини для одержання нескінченної смуги (поз. 1-4), аналогічної іншим неперервним агрегатам. На початку технологічної ділянки встановлені щітково-мийна 5 машина та ванни електрохімічного очищення 6 і водяного розпилення 7. Для одержання необхідної для кращого зчеплення шорсткості поверхні смуга проходить травільну ванну 8.



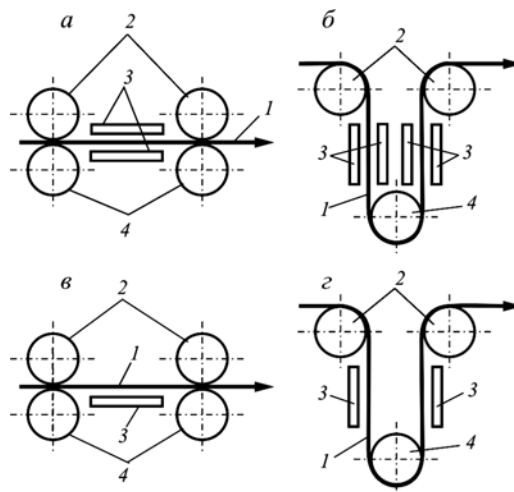
1 - розмотувачі; 2 - зварювальна машина; 3 - вхідний петлевий накопичувач; 4 - правильна машина; 5 - щітково-мийна машина; 6 - ванна електролітичного очищення; 7 - ванна водяного розпилення; 8 - травільна ванна; 9 - електролітні ванни; 10 - ванни фосфатування; 11 - ванна електролітичної пасивації; 12 - ванна пасивації розпиленням; 13 - сушильний пристрій; 14 - тягнучий пристрій; 15 - вихідний петлевий накопичувач; 16 - ножиці; 17 - промаслювальна машина; 18 - моталки

Рисунок 4.49 – Схема обладнання неперервного агрегату електролітичного цинкування

Безпосередньо нанесення цинку протікає в електролітичних ваннах 9. Далі смуги з нанесеним покриттям поступають у ванни для фосфатування 10 та пасивації 11,12, де хімічним або електролітичним способом на поверхні утворюється оксидна плівка, пасивна до навколишнього середовища. Фосфатування забезпечує якість поверхні, необхідну для подальшого якісного фарбування.

На вихідній ділянці смуга розрізається на ножицях 16, промаслюється пристроєм 17 та змотується в рулони моталками 18.

Основним обладнанням АЕЦ є електролітичні ванни. В залежності від їхнього типу бувають горизонтальні і вертикальні агрегати. На рис. 4.50 наведені схеми електролітичних ванн.



1 - смуга; 2 - струмопідвідні ролики (катоди); 3 - аноди з матеріалу покриття;
4 - транспортувальні віджимні ролики

Рисунок 4.50 – Принципові схеми ванн електролітичного цинкування: горизонтальних із двостороннім нанесенням покриття (а); вертикальних з двостороннім нанесенням покриття (б); горизонтальних з однобічним нанесенням покриття (в); вертикальних з однобічним нанесенням покриття (г).

Для горизонтальних ванн (див. рис.4.50 а,в) характерний прямолінійний рух смуги через ряд ванн, відсутність заглибних роликів у ваннах. При горизонтальному напрямку смуги спрощується конструкція ванн і полегшується їхній ремонт. У вертикальних ваннах смуга в кожній ванні (див. рис.4.50,б,) вертикально рухається між двома рядами розчинних цинкових анодів, обгинаючи у ванні заглибний ролик і між ваннами - струмопровідний ролик. Електроліт примусово подається з форсунок у зазор між анодами й смугою збоку й зливається через отвір у нижній частині бака в збірник.

Зі смуги, що рухається до струмопровідного ролика, електроліт віджимається парою гумових роликів і парою «струмоведучий ролик - притискний гумовий ролик». Агрегат має наступні переваги: значно скорочена довжина секції електролізу й, отже, усього агрегату в порівнянні з агрегатами з горизонтальними ваннами; завдяки застосуванню розчинних анодів високої чистоти не потрібна регенерація електроліту; легко підтримується постійний рівень електроліту; у зв'язку із застосуванням коротких трубопроводів циркуляційних систем, насосів зниженої потужності знижуються енергетичні витрати; досягається максимальне використання струму внаслідок охоплення смугою струмоведучого валка на 180°; легко здійснюється керування рухом смуги і її центрування.

Для однобічного цинкування застосовують або спосіб, показаний на рис.4.50,б г, або процес, що одержав назву "Каросел". Схема радіальної ванни для процесу "Каросел" показана на рис.4.51.

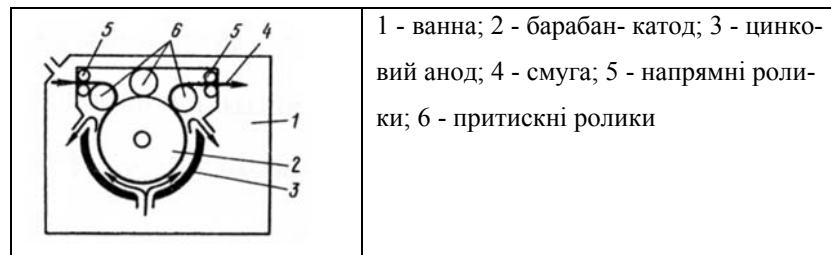


Рисунок 4.51 - Схема радіальної ванни для процесу "Каросел"

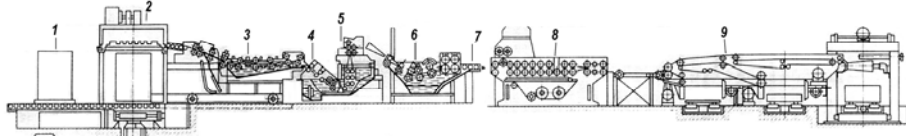
Смуга-катод обгинає струмоведучий ролик великого діаметра (2 м), щільно притискаючись до нього. Цинкові пластини - аноди вигнуті по колу й відстоять від ролика на відстані 50 мм. Електроліт нагнітається знизу нагору в зазори між смугою й анодами, рухаючись спочатку назустріч смугі, а потім в одному напрямку з нею. Основні переваги радіальної ванни полягають у тому, що не покривається сторона, що не контактує з електролітом, досягаються високі параметри щільності струму й швидкості руху смуги.

Агрегати гарячого лудіння листової жерсті

Основним споживачем лудженої (білої) жерсті вже довгий час є консервна промисловість. До 60- х років минулого століття олово було єдиним металевим покриттям жерсті, а до середини 30- х років основною технологією покриття жерс-

ті було гаряче лудіння методом занурення в олов'яний розчин. У наш час процес гарячого лудіння жерсті припинений у більшості країн. Він зберігся в Росії, Україні й деяких інших країнах, але в невеликих обсягах.

У процесі гарячого лудіння листової жерсті проходить наступні технологічні операції: травлення, промивання, флюсування, лудіння зануренням у розплавлене олово ванни, формування олов'яного покриття в "жировій" ванні, знежирення й очищення поверхні. Схема розташування основного устаткування агрегату гарячого лудіння жерсті листового типу показана на рис.4.52.



1 – стопа листів чорної полірованої жерсті; 2 - автоматичний задавальник листів;
3 - ванна хімічного травлення; 4 - пристрій промивання струменями води; 5 - ванна лудіння й жирова ванна; 6 - ванна хімічного знежирення; 7 - роликівий транспортер; 8 - чистильна машина; 9 - класифікатор і укладальник листів
Рисунок 4.52 – Агрегат листового гарячого лудіння

У ванні лудіння 5 йде утворення олов'яного покриття на жерсті початковим шаром до 10- 15 мкм. Ванни обігріваються газом або електрикою. Остаточне формування олов'яного покриття здійснюється в жировій ванні за допомогою "жирової" машини, поміщеної в масляне середовище з бавовняного або пальмового масла. "Жирова" машина складається із трьох пар сталевих валків спеціальної сталі й форми. Валки віджимають надлишок олова на жерсті й, крім того, за допомогою спеціальних щіток із природного талькохлориду з валків знімається рідке олово, що накопалося на їхній поверхні, що сприяє можливості регулювати товщину полуди. При виході з жирової ванни жерсть охолоджують очищеним повітрям, прискорюючи кристалізацію олова, що виключає ушкодження полуди при транспортуванні луджених листів. Кінцева технологічна ланка - знежирення й очищення поверхні білої жерсті здійснюється у ванні 6 з лужним розчином. У чистильній машині 8 видаляються залишки масла й надається глянець поверхні листів шляхом її обробки матер'яними роликками й у пшеничних висівках.

Агрегати електролітичного лудіння жерсті

В наш час електролітичне лудіння є найпоширенішим способом нанесення олова на поверхню жерсті. Товщина покриття складає 0,5 – 1,5 мкм. Річна продуктивність агрегатів неперервного лудіння складає 140-160 тис т., що в 10 разів вище за агрегати гарячого лудіння.

Електролітичне лудіння здійснюється в неперервних агрегатах з лужним, кислим і галогенним електролітами. На рис. 4.53 представлена схема неперервного агрегату електролітичного лудіння. Рулон жерсті подають до одного з розмотувачів 1. З розмотувача смугу тягнучими роликками подають до здвоєних пневматичних або гідравлічних ножиць 2, на яких обрізають задній кінець попереднього рулону й передній кінець наступного перед зварюванням їх в електрозварювальній машині 3, установленій за ножицями.

Далі подавальні роликки 4 спрямовують смугу в петлеву яму, що забезпечує неперервну роботу середньої технологічної лінії при зупинці головної секції агрегату в період зварювання кінців двох смуг. Тягнучі роликки подають смугу з петлевої ями у ванни електролітичного знежирення 5 і травлення 6 з наступним струминним промиванням. Далі смуга проходить через ванну 7 електролітичного покриття оловом, що містить сірчаноокислий електроліт.

У ванні електролітичного покриття анодом є електроди із чистого олова, поміщені по обидва боки смуги, а катодом - смуга, що рухається (через ковзні контакти - бронзові роликки). Схема аналогічна зображеній на рис.4.50,б. Електроліт для лудіння складається з розчину сірчаноокислого олова, сірчаної кислоти й різних добавок поверхово активних речовин (діметіламін, фенол і т.д.).

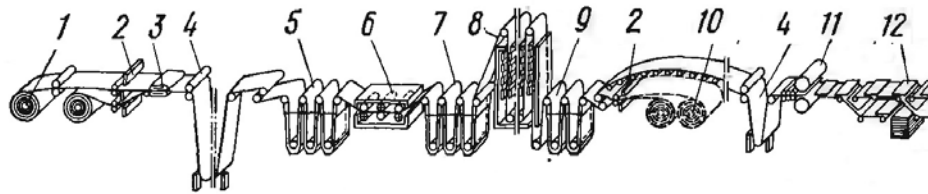


Рисунок 4.53 – Неперервний агрегат електролітичного лудіння жерсті

З ванни електролітичного лудіння смуга надходить у ванну вловлювання електроду, після чого неї промивають водою, а надлишок вологи затримують віджимними гумованими роликками. Після цього смугу направляють в установку 8 для оплавлення з метою зменшення пористості олов'яного покриття й додавання йому високої хімічної стійкості. Перед оплавленням на смугу наносять тонкий шар флюсу, що складається з розчину хлористого цинку й хлористого амонію, за допомогою якого видаляється окісна плівка й запобігає окислюванню металу при нагріванні в цій установці. Для оплавлення покриття застосовують індукційні установки й установки контактної оплавлення, у яких по контактних роликках через смугу пропускають електричний струм. Оплавлений шар покриття швидко прохолоджують у воді, що дозволяє одержати блискучу поверхню жерсті. Після оплавлення покриття смуга надходить у камеру 9 хімічної обробки для пасивації хромовою кислотою; у результаті видаляється окісна плівка, що утворилася при оплавленні, і створюється на смугі найтонша суцільна безбарвна плівка, що охороняє олов'яне покриття від окислювання. Потім смуга промивається, просушується, промаслюється в електростатичному полі, проходить дефектоскопію й тягнучими роликками подається на ножиці 2 та моталки 10 або, якщо жерсть поставляється в листах, в другу петлеву яму 4. Смуга правиться на правильній машині, ріжеться на листи летучими ножицями 11 та складається в пакети на укладальниках 12.

Агрегати для нанесення полімерних покриттів.

Технологічні основи нанесення полімерів на сталеві смуги

Полімерні покриття можуть використовуватися як замітники металевих покриттів, працювати в комбінації з ними, з однієї сторони підвищуючи стійкість комбінованих покриттів, а з іншого боку - дозволяючи зменшити товщину металевих покриттів. Досить часто полімерні покриття виконують і декоративні функції. На пластмасові покриття можна наносити різноманітні тиснення, їх можна фарбувати й обробляти під дерево, шкіру, тканини й т.п.

Технологічна схема процесу нанесення полімерних покриттів складається з трьох основних груп операцій.

Перша група включає операції по підготовці поверхні смуг до нанесення захисних покриттів: хімічне (лужне) знежирення й нанесення прикордонного шару з декількох покриттів. Перший шар - фосфатування у вигляді фосфату заліза або фосфати цинку (для основи - оцинковані смуги) . Другий шар - хроматування (тільки на оцинковані смуги). Третій шар - пасивація в розчині хромової кисло-

ти. Можливе й попереднє нанесення сухої плівки, яка добре зчіплюється з органічними покриттями.

Друга група включає власне операції нанесення полімерних покриттів на смугу, сушіння покриття, охолодження смуги після сушіння. Послідовність і число операцій залежить від виду покриття. При нанесенні пластизоля й органзоля на обидві сторони смуги спочатку наносять ґрунт, що потім висушують, охолоджують смугу й наносять остаточне захисне покриття, висушують смугу й охолоджують. При фарбуванні смуг і листів наносять ґрунт або фарбу на обидві сторони смуги (під захисне покриття на одну сторону смуги й для захисту поверхні зворотної сторони смуги). Висушують смугу, наносять остаточне захисне покриття на одну або обидві сторони смуги, знову висушують її й охолоджують. При наклеюванні плівки попередньо наносять клей на одну сторону смуги й ґрунт - на іншу. Потім виконують сушіння й активацію клею, далі відбувається наклеювання плівки.

Третя група - операції обробки смуг із захисними покриттями: правлення, різання, відбір проб, контроль якості смуг, їх змотування в рулони або формування пачок листів.

Обладнання для нанесення покриття у рідкому стані

Лакофарбові матеріали добре витримують деформацію й стійкі проти налипання, подряпин, впливу хімічних реагентів і атмосфери, мають гарний зовнішній вигляд. Лаки повинні також мати гарну адгезію до основного металу, бути досить твердими, міцними й пластичними, щоб витримати штампування, закатування й інші операції. До полімерних покриттів відносять і фарбу з високим змістом розчинників (40% і більше), які видаляють при сушінні. Товщина покриття в сухому виді становить 5- 30 мкм. Лакуванню піддають гарячелуджену (білу) й чорну жерсть.

Пластизол - це вільна від розчинників полівінілхлоридна смола, диспергована в речовинах, що називаються пластифікаторами. Пластизол має пастоподібний вид і застосовується для нанесення покриттів товщиною більше 50 мкм. Пластизолеве покриття має відносно м'яку поверхню з високою еластичністю й може застосовуватися при виготовленні виробів методом глибокої витяжки. Більша товщина шару дозволяє робити тиснення різних малюнків. Покриття має високу антикорозійну стійкість. Має високу вартість.

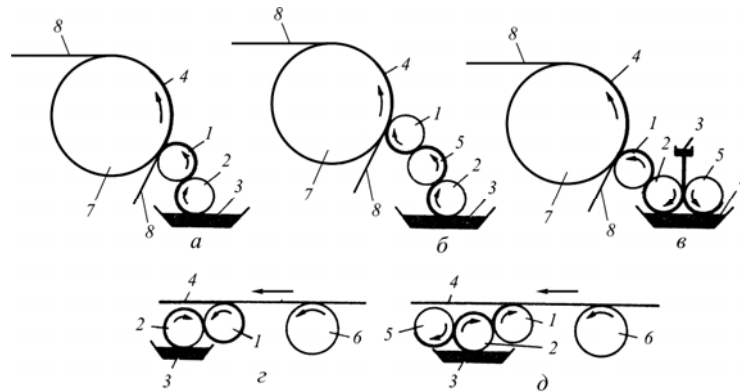
В органозолі, що також складається з полівінілхлориду, кількість пластифікаторів менше, ніж у пластизолі, замість них застосовують 25- 40% лету-

чих розріджувачів, завдяки чому можна одержати більше тонкі покриття (25-50 мкм), твердість покриття вище, ніж при нанесенні пластизоля.

Описані види полімерних захисних покриттів відносять до матеріалів у рідкому стані.

Для нанесення на смугу рідких полімерів, фарб і клеїв застосовують валкові машини. Основним завданням при нанесенні на смугу рідких полімерів є нанесення їх шару рівномірної товщини, без повітряних пухирців. Для рішення застосовують дозувальні валки й забезпечують повільне обертання валика, що подає полімер, постійну подачу його у ванну із дна відстійника, коли полімер звільнений від пухирців повітря.

Способи нанесення рідких полімерів показані на рис. 4.54.



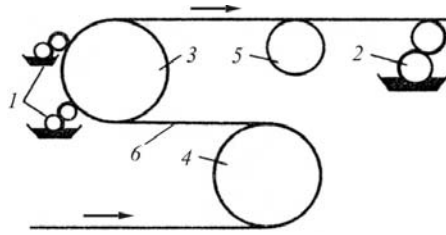
1 - ролики, що подають рідкий полімер на поверхню смуги; 2 - черпаючі полімер ролики; 3 - ванни з рідким полімером; 4 - поверхня смуг під нанесення покриття; 5 - дозувальні ролики; 6 - опорні валки; 7 - натяжні валки; 8 – смуга

Рисунок 4.54 - Схеми подачі рідких полімерів (у тому числі фарби) на сталеву смугу

Застосовують двох- і трироликові пристрої. Двохроликові пристрої бувають двох типів: з обертанням ролика, що наносить покриття, у тім же напрямку, у якому рухається смуга, або в протилежному напрямку. Найбільш рівномірне й легко регульоване нанесення покриття досягається застосуванням трироликових пристроїв двох типів. Перший - "напівреверс" (рис.4.54 б) передбачає установку проміжного (дозувального) ролика у двохроликову систему. Швидкість ролика, що наносить, становить 1,2 від швидкості руху смуги; проміжного - 1,4; подавального - 0,45. Другий тип трьохроликового пристрою має розміщення роликів,

як і в схемі 4.54 б, але з обертанням ролика, що наносить покриття, у протилежному напрямку руху смуги (див. рис.4.54 в,д).

Схема блоку нанесення двобічного рідкого покриття на сталеву смугу показана на рис. 4.55



1 і 2 - пристрої нанесення фарби на лицьову й зворотну сторону; 3, 4 - притискний і натяжний валки; 5 - опорний ролик; 6 – смуга

Рисунок 4.55 – Обладнання блоку нанесення двобічного рідкого покриття

Після нанесення покриття обов'язковою операцією є його сушіння з метою видалення розчинників або желатинізації пластиволя, а також полімерізації покриття. Окрім якості параметри технології й печі визначають швидкість проходження смуги в агрегаті й тим самим його продуктивність, а також витрати палива.

При лакуванні жерсті застосовують конвекційне або терморадіаційне сушіння. У першому випадку лакове покриття сушать нагрітим повітрям, що перебуває в печі. Спочатку цей метод був більше розповсюджений. Особливість сушіння лакового покриття індукційним нагріванням полягає в тому, що від тепла, що виходить від металу сталевий смуги, поверхневі шари лаку сильно насичуються розчинником, які необхідно видалити до зіткнення смуги з ролик, інакше залишки розчинника в поверхневих шарах лакової плівки будуть погіршувати якість покриття. Сушіння лакових покриттів проходить при температурах 180- 195⁰ С або 200- 210⁰ С (залежно від типу лаку) при швидкості сушіння 12- 15⁰ С/хв .

При терморадіаційному нагріванні лакову поверхню нагрівають інфрачервоними променями або струмами високої частоти. Перші лінії нанесення полімерних покриттів, обладнані інфрачервоними випромінювачами, були успішно введені в експлуатацію в 1990- х роках. Перевагою такої технології є висока швидкість теплопередачі. Завдяки цьому піч із інфрачервоним нагріванням може бути на 50% коротша від традиційної нагрівальної печі (рис. 4.56). Інфрачервоні випромінювачі в таких лініях працюють у середньохвильовому діапазоні.

Надалі був освоєний і короткохвильовий діапазон інфрачервоного випромінювання, при якому спостерігається подальше поліпшення теплопередачі. Довжина ділянки з нагрівальними елементами в лінії нанесення покриттів на рулонну смугу скорочується (див. рис.4.56), але зростають вимоги до площинності смуги й до відстані між випромінювачами й смугою. Тривалість знаходження смуги в зоні випромінювачів скорочується до секунд. Коротка зона конвекції допомагає домогтися бажаного розподілу температури.

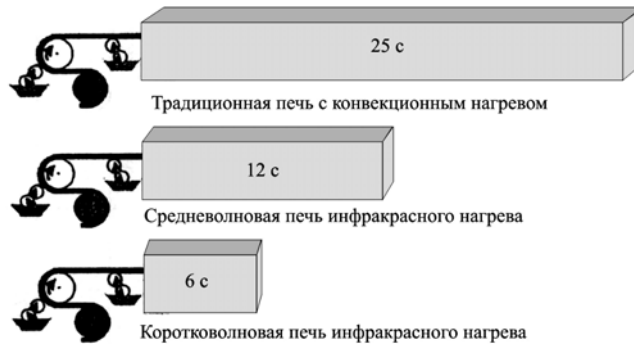
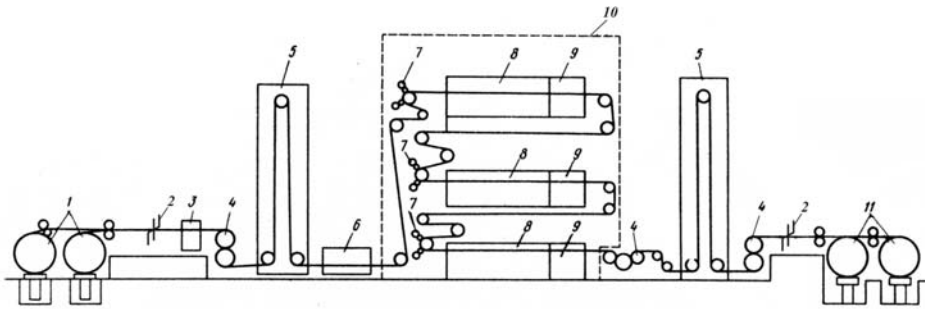


Рисунок 4.56 - Час сушіння смуги з нанесеним полімерним покриттям при різних способах нагрівання

Рідкі полімери найчастіше наносять в неперервних агрегатах. Відомо кілька схем розташування устаткування смугових агрегатів нанесення полімерних покриттів. Переважно поширені одержали схеми розміщення устаткування у два поверхи, що забезпечують скорочення площини будівлі цеху при приблизно тій же висоті. На рис.4.57 наведена спрощена схема розташування основного устаткування сучасного агрегату для нанесення рідких полімерів. Скріплення кінців смуг у безперервну стрічку виконують за допомогою зшивної або зварювальної машини. У більшості випадків застосовують зшивну машину як більше дешеву в порівнянні зі зварювальною. Більшість смугових агрегатів розраховано на випуск металу з покриттями всього сортаменту розповсюджених видів покриттів. Наявність трьох ліній пристроїв на ділянці нанесення покриттів дозволяє наносити різні їхні види без зміни устаткування, шляхом перекладу подачі смуги в необхідний пристрій. Петлеві накопичувальні пристрої умовно показані з однією петлею. Насправді таких петель декілька. Головна й хвостова частини агрегату традиційні.



1 - розмотувачі; 2 - ножиці; 3 – зшивна (зварювальна) машина; 4 - натяжна станція; 5 - накопичувальні пристрої; 6 - секція підготовки поверхні смуги; 7 - пристрої для нанесення полімерних покриттів; 8 - сушильні пристрої; 9 - холодильники; 10 - ділянка нанесення покриттів; 11 - моталки
 Рисунок 4.57 - Схема розміщення основного устаткування агрегату для нанесення рідких полімерів на сталеву смугу

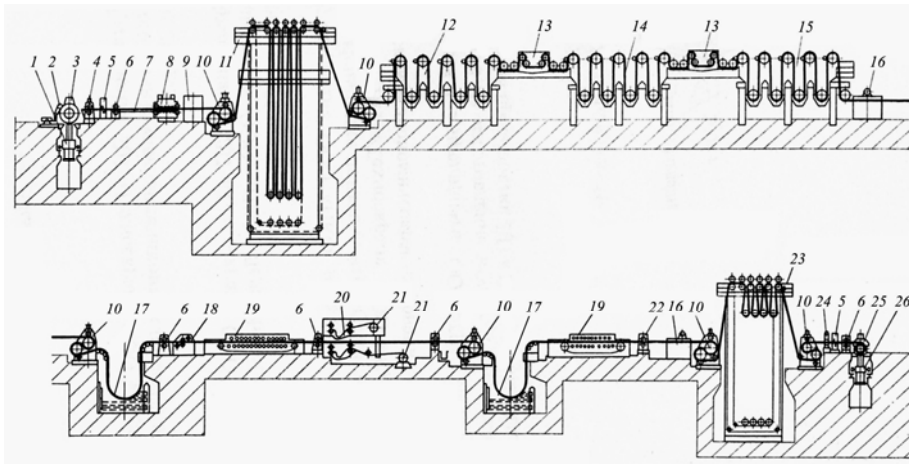
Нанесення плівкових і комбінованих захисних покриттів

Однією з перших є технологія, коли готову полімерну плівку, що задають у технологічний процес у рулонах, наклеюють на поверхню смуги. Товщина плівки становить, в основному, 50- 200 мкм, в окремих випадках досягає 400 мкм. На плівку наносять тиснення або малюнки, що імітують деревину, шкіру та ін. Малюнок захищається від ушкодження й інших зовнішніх впливів прозорим лаком. Плівку виготовляють із полівінілхлориду або рідше з полівінілфториду й поліпропілену. Її наносять звичайно на лицьову сторону металу; зворотна сторона захищається ґрунтувальним матеріалом або фарбою.

На рис. 4.58 приведена схема агрегату нанесення плівкового покриття наклеюванням.

Сталева смуга в рулонах надходить до агрегату для нанесення покриття після холодної прокатки, очищення поверхні, термообробки й дресирування.

Вхідна частина агрегату традиційна. Далі підготовка поверхні смуги полягає в її знежиренні, обробці й промиванні, знятті окислів з поверхні й доданні їй шорсткості електролітичним травленням, промиванні, пасивації з наступними промиванням і сушінням (поз.12-16).



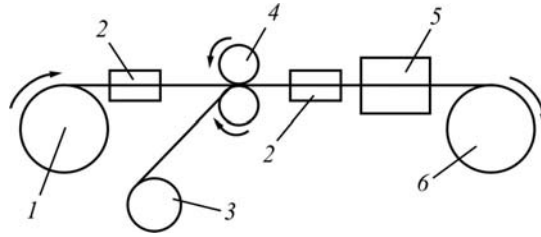
1 - прийомний стіл; 2 - притискний ролик; 3 - розмотувач; 4 - подавальні ролики; 5 - гільйотинні ножиці; 6 - транспортні ролики; 7 - стіл; 8 - роликотранспортна машина; 9 - зварювальна машина; 10 - натяжні станції; 11 - вхідний накопичувальний пристрій; 12 - ванни електролітичного знежирення; 13 - щітково-мийні машини; 14 - ванни електролітичного травлення; 15 - ванни пасивації й мийки смуги; 16 - сушильний пристрій; 17 - петлева яма; 18 - пристрій для нанесення клею; 19 - електропечі; 20 - пристрій з роликami нанесення плівки; 21 - розмотувачі з рулонами поліхлорвінілової плівки; 22 - ролики для нанесення тиснення; 23 - вихідний накопичувальний пристрій; 24 - натяжні ролики; 25 - моталка; 26 - знімач рулонів

Рисунок 4.58 -Схема розташування основного устаткування агрегату для нанесення плівкового покриття

Далі смуга надходить у клейову машину 18, де на одну або обидві поверхні смуги наносять клей. В електричній печі 19 клей підсушують, а в установці 20 плакувальних роликів наносять поліхлорвінілову плівку, що розмотується з рулону 21. У дискових ножицях плівку із країв смуги обрізають, після цього смуга надходить в другу електричну піч 19 для розм'якшення плівки, а потім - у ролики 22 для тиснення поверхні. Далі відбувається сушіння. На хвостовій ділянці операції традиційні.

Процес нанесення плівки на поверхню смуги шляхом оплавлення називають ламінуванням. На рис.4.59 наведена схема ламінування жерсті полімерними плівками. Покриту оловом або хромом жерсть, що розмотується з рулону спочатку

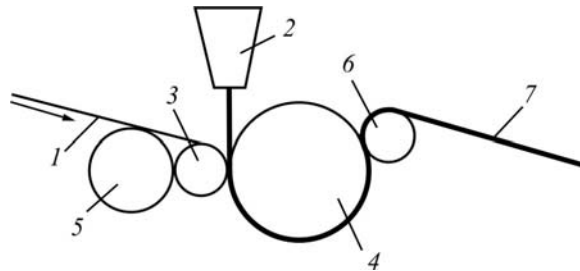
підігрівають і методом накатування разом із плівкою притискають у підігрітих роликах. Далі проходить підігрів і термічна обробка смуги.



1 – розмотувач з рулоном луженої або хромованої жерсті; 2 - нагрівальний пристрій; 3 - рулон полімерної плівки; 4 - притискні ролики; 5 - установка термічної обробки покриття; 6 – моталка з рулоном ламінованої жерсті

Рисунок 4.59 – Спрощена схема агрегату порулонного ламінування жерсті полімерними плівками

З метою зниження собівартості ламінованої жерсті розроблений і освоєний процес нанесення полімерних покриттів методом прямої екструзії на жерсть із покриттям оловом або хромом, що не вимагає попереднього виготовлення плівок. Вихідним полімерним матеріалом служать гранули термопластичної маси, що після розплавлення наноситься на смугу за одну операцію. Схема нанесення екструзійної плівки на смугу наведена на рис. 4.60.



1 - смуга луженої або хромованої жерсті; 2 - фільера; 3 - гумовий ролик; 4 - сталевий охолоджувальний ролик; 5 - притискний ролик; 6 - напрямний ролик; 7 - смуга жерсті з полімерним покриттям

Рисунок 4.60 - Схема екструдювання полімерного покриття

Рідку масу видавлюють із плоскої фільери через щільовий отвір. Грузкий шар полімеру деформується й твердіє між м'яким (гума) і твердим (сталь) роликами. Сталевий валок охолоджують водою. Стоншення струменю рідкого полімеру відбувається в процесі руху його від фільери до валків, при якому потік одержує витяжку, рівну відношенню колової швидкості роликів до швидкості витікання полімеру з фільери. Таким способом полімери наносять і на інші матеріали.