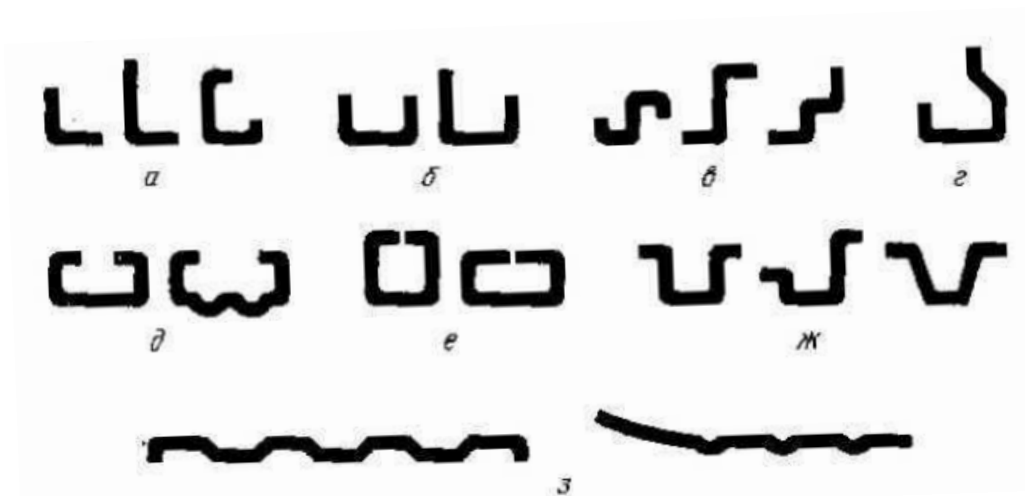


13 ВИРОБНИЦТВО ГНУТИХ ПРОФІЛІВ ПРОКАТУ

Останнім часом усе частіше доводиться зіштовхуватися із гнутими профілями, які використовуються в різних галузях промисловості: від побутової техніки до будівництва. Зростаючий попит на гнуті профілі стимулює створення нових і розширення існуючих підприємств, що у свою чергу породжує попит на відповідне профілезгинаюче обладнання й агрегати поздовжнього й поперечного розпуску рулонного металу.

На рисунку 13.1 зображені види крупногабаритних гнутих профілів прокату.



а - кутки рівнобокi, нерiвнобокi, з пiдiгнутими полками; б - швелери рiвнополочнi й нерiвнополочнi; в - зетовi профiлi; г – коробчатi профiлi; д - С-подiбнi (напiвзамкненi) профiлi звичайнi й з гофрами на пiдставцi; е - замкненi профiлi квадратнi й прямокутнi (звичайнi й зваренi - зi звареними кромками; ж - коритнi профiлi рiвнополичнi, нерiвнополичнi, конуснi; з - гофрованi листи iз трапецiєподiбними й круглими гофрами

Рисунок 13.1 - Види крупногабаритних гнутих профілів прокату

Виробництво гнутих профілів характеризується більшими перевагами перед усіма іншими способами одержання профілів складної форми. Ці переваги наступні:

1. Забезпечується можливість одержання профілів будь-якої конфігурації в поперечному перерізі з різними розмірами по ширині, товщині й довжині зі штабової сталі, сталі різних марок, кольорових металів і сплавів.

2. Створюються умови здійснення в загальному технологічному потоці низки інших допоміжних операцій (перфорація, зварювання, різні види покриття поверхні, фарбування і т.д.).

3. Забезпечується висока якість поверхні, яка вільно контролюється в процесі формозміни штаби.

4. Забезпечується висока точність розмірів з будь-яким ступенем жорсткості допусків по всіх елементах профілю.

5. Простота механічного обладнання всього стану, що забезпечує технологічний процес гнуття; малі габарити, незначна маса всього обладнання.

6. Доступність і сприятливі умови праці, наочність самого процесу гнуття, що дозволяє здійснювати настроювання стану на одержання профілю високої точності.

7. Мала витрата енергії, висока стійкість валків, стабільність самого процесу.

8. Мінімальний витратний коефіцієнт металу. Коефіцієнт використання металу становить 99,5 - 99,8%. Високі техніко-економічні показники роботи профілезгинальних станів.

9. Гнуті профілі в багатьох випадках є закінченими деталями або виробами, що не вимагають додаткової обробки.

Процес одержання профілів способом гнуття зводиться до здійснення послідовного процесу пластичної деформації вихідної штаби по оформленню окремих елементів і всього профілю в цілому у відповідних фасонних калібрах.

З погляду технологічних можливостей процесу гнуття слід зазначити, що цим способом можна одержувати будь-які профілі складної конфігурації поперечного перерізу з виконанням поперечних і поздовжніх ребер жорсткості, перфоровані, з елементами подвійної товщини, а також плаковані пластиками і т.д.

Все це зумовлює можливість застосування заготовок будь-яких розмірів по ширині й товщині. Максимальні значення розмірів вихідної заготовки: по ширині до 600 мм при товщині 2-8 мм і по ширині до 1500 мм при товщині від 1 до 4 мм зі спеціальними технічними, службовими властивостями. Процес профілювання досить перспективний і буде значно розвиватися.

Профілезгинальні стани класифікуються головним чином по товщині й ширині вихідної штаби або листа, необхідних для формування профілів прийнятого сортаменту.

Як відзначалося вище, граничних меж по розмірах вихідної штаби для профілезгинальних станів практично немає, однак установлене, що граничною шириною вихідної штаби слід на сьогодні вважати ширину 2500 мм, а товщину 20 мм. Ці розміри є гранично визначаючими максимальні силові параметри процесу.

Особливістю процесу профілювання є обов'язкова зміна форми штаби, тоді як при прокатці форма штаби може не змінюватися, а змінюються лише розміри. При профілюванні не змінюється довжина штаби, що задається, ширина (по середній лінії штаби) і лише в окремих місцях перегину може незначно змінитися товщина штаби. З погляду теоретичних положень при гнутті осередок деформації розповсюджений далеко за межами прокатних валків на вході й виході штаби.

У цілому ж процес гнуття може бути нескінченним, оскільки при холодній деформації представляється більш реальна можливість здійснення зварювання стиків рулонів (окремих штаб).

Особливістю технологічного процесу одержання профілів методом гнуття є правильність визначення калібрування - послідовності формування окремих елементів профілю й умовами, що визначають рівномірність розподілу напруг по перетину профілю.

При неврахуванні цих положень профіль на виході з останньої формуючої кліти може скручуватися щодо поздовжньої осі або навіть звиватися в поздовжньому напрямку.

З іншого боку, при розробці технологічних параметрів процесу гнуття необхідно передбачити простоту виготовлення валків, які являють собою набір окремих шайб, калібрування яких належить до окремих елементів профілю, що значно спрощує виготовлення й підготовку до роботи профілезгинальних валків.

Стан являє собою безперервний формувальний агрегат, що складається з декількох клітей (число клітей визначається при конструктивній розробці стану), де й проводиться послідовне гнуття штаби до остаточного профілю. За станом установлені летучі ножиці, що здійснюють різання штаби простої кінцевої форми готового профілю. У лінії потоку встановлені правильні кліті, де профіль остаточно оформляється до повної пружно-технічної стабільності.

Якщо ж профіль має складну форму і його на ножицях різати не можна, тоді використовується дискова пилка. Отриманий таким чином, профіль у потоці зазнає остаточне чистове промаслювання, пакетування й зважування в ув'язаних пачках.

Процес профілювання полягає в послідовній підгибці (рисунок 13.2) і формуванню листової сталі до необхідної конфігурації готового профілю у фасонних калібрах валків профілезгинального стану.

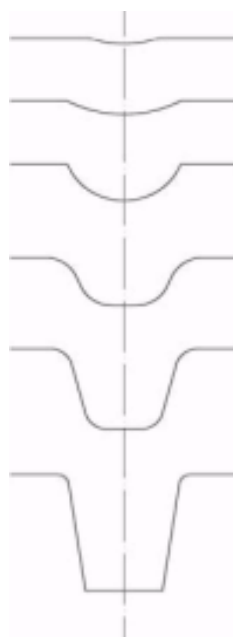
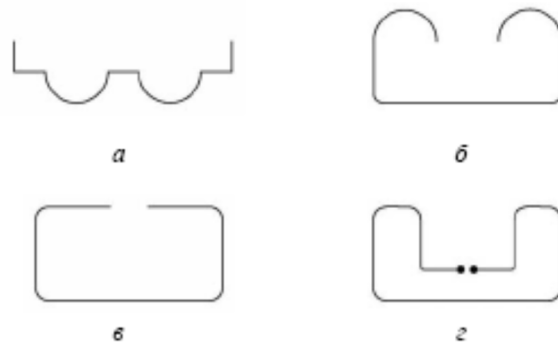


Рисунок 13.2 - Схема формовки гнутого профілю

Гнуті профілі прокату можна виготовляти найрізноманітнішої конфігурації поперечного перерізу, у тому числі й замкненої й напівзамкненої форм, з кольорових металів і сплавів, вуглецевої, низьковуглецевої й легованої сталей шириною заготовки до 2000 мм, товщиною до 8-20 мм і довжиною до 12 м.

Форма гнутих профілів може бути найрізноманітніша (рисунок 13.3), причому виготовляють профілі із просічкою, з перфорацією, з ребрами жорсткості, зварні, покриті пластиком і т.д.



а - відкриті профілі; б - напівзамкнені; в - замкнені; г – зварні
Рисунок 13.3 - Форма гнутих профілів

По видах виділяють профілі загального призначення (88%), профільований оцинкований настил (11%), зварні замкнені профілі (0,6%), перфоровані профілі (0,4%).

Споживання по галузях таке:

- будівництво (26,6 %);
- автомобілебудування (25,9 %);
- важке й транспортне машинобудування (18,3 %);
- сільгоспмашинобудування (17,4 %);
- інші (11,8%).

13.1 Характеристика обладнання для профілювання гнутих профілів прокату

Виготовлення гнутих профілів у профілезгинальних станах динамічно розвивається. Потреба рулонної сталі з антикорозійним покриттям для цього виробництва лише в Україні становить в 2010 році близько 200 тис. т і зростає приблизно на 20 - 30% за рік.

Раніше виробництво гнутих профілів було зосереджено на металургійних гігантах, таких, як "Запоріжсталь" і т.п. Після появи менш метало- і енергоємного профілезгинального обладнання гнуті профілі в наш час виготовляють на багатьох малих підприємствах, які спеціалізуються на виробництві профілів певного типу. У зв'язку з тим, що підсилилась

конкуренція на цьому ринку усе більше гнутих профілів прокату стають регіональним продуктом, що пов'язане із транспортними витратами на їхню доставку кінцевому споживачеві. Цей процес стимулює наступний розвиток невеликих прокатних виробництв. Розвиток виробництва відбувається як за рахунок спеціалізованого, так і універсального профілезгинального встаткування. Якщо донедавна більшість гнутих профілів прокату виготовлялася зі сталі без якого би не було покриття, то в цей час майже всі профілі прокату (за дуже малим винятком) виготовляються з рулонної сталі з антикорозійним покриттям: цинковим, лакофарбовим, полімерним, і т.п.

Уже майже традиційними для України напрямками виробництва гнутих профілів з антикорозійним покриттям є виробництво профілів:

- для так званих гіпсокартонних систем швидкого монтажу каркасів внутрішньої обробки приміщень;

- елементів жорсткості для вікон і дверей;

- для виготовлення вентиляційних каналів;

- для покрівель і зовнішніх декоративних стінних панелей.

Поки ще рідко спостерігається виробництво:

- Z-подібних і інших профілів, які використовуються для кріплення сайдингів (пластикові дошки, якими облицьовують будинок і які кріпляться під кутом. Бувають дерев'яні, металеві, цементні й т.п. сайдинги);

- профілів для монтажу електротехнічних комунікацій;

- корпусів освітлювальних приладів, дверних полотен і коробів, профілів для облицювання дверних прорізів, підвіконь, плінтусів, і т.п.

Дуже перспективними в найближчому майбутньому будуть профілі для дорожніх огорожень; профілі, які можуть використовуватися в якості несучих балок для кріплення міжетажних перекриттів і будь-які профілі, які більш-менш масово використовуються в будівництві. Це пов'язане як із процесом виходу будівельної галузі із кризового періоду й впровадженням нових будівельних технологій, так і з очікуваним будівельним бумом при підготовці до Євро-2012.

Проблеми зниження витрати металу й енергії в цей час значно загострилися. Ціни на метал і електроенергію значно виросли, тому виробники гнутих профілів змушені шукати шляхи більш економічних способів профілювання, використання більш досконалі технології й види обладнання.

Профілезгинальне обладнання можна умовне розділити на наступні групи.

1. Стани для профілювання стрічки або листа.

1.1. Залежно від виду заготовки, яку використовують для профілювання, стани можна розділити на такі групи.

1.1.1 З безперервним процесом профілювання. У цих станах використовується заготовка у вигляді умовно "безмежної стрічки", яка утворюється шляхом зварювання кінців рулонів. Достоїнством такого методу є висока якість готової продукції, можливість одержання складних профілів з одним або декількома замкненими контурами, зменшення кількості робочих клітей і валків для профілювання, зменшення простоїв обладнання завдяки прискореному налагодженню й більш стабільній роботі. Використання такого

способу обмежується швидкісними можливостями ріжучих пристроїв, збільшенням вартості обладнання (пристрій для зварювання стрічки, накопичувач стрічки, приводний розмотувач, обладнання для різання профілю без зупинок, можуть коштувати значно більше ніж весь профілезгинальний агрегат), але значно зменшити відходи виробництва (с 1 - 3 % до 0,01 - 0,03 %).

1.1.2. З рулонним процесом профілювання. Технологія безперервного процесу використовується в межах одного рулону. При цьому розрізування готового профілю виконується ріжучими пристроями, а операція зварювання кінців рулонів і відповідне обладнання відсутні. Такі стани економічні при виготовленні профілів з малими товщинами й великою шириною, що пояснюється досить великою довжиною штаби в одному рулоні й відсутністю дорогого обладнання для зварювання кінців рулонів широкої стрічки.

Лінія для виготовлення гнутих профілів із рулону представлена на рисунку 13.4.

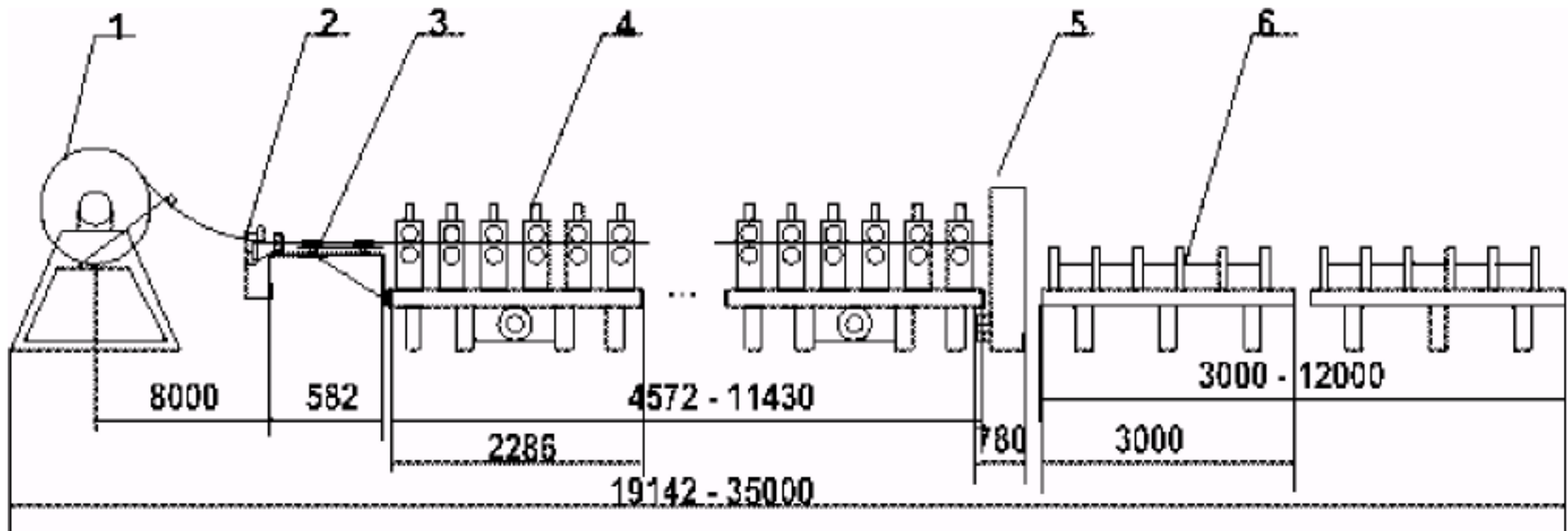
1.1.3. З безперервним і поштучним процесом профілювання. У цих станах складні й легкі профілі виготовляються методом безперервного профілювання з розрізуванням на мірні довжини летучими ріжучими пристроями за станом, а для одержання простих і складних профілів використовуються окремі штаби або листи, розрізування яких здійснюється з рулону летучими ножицями, установленими перед формувальним станом.

1.1.4. З поштучним процесом профілювання. Для цих станів характерне профілювання окремих штаб або листів, які мають довжину готового профілю. Нескладна конструкція ріжучих пристроїв, відсутність дорогих машин для стикового зварювання є перевагами цього методу. До недоліків слід віднести використання менш інтенсивних режимів профілювання, більша кількість технологічних проходів, робочих клітей що приводить до підвищеної кількості валків, збільшенню маси обладнання, обмежується сортамент і збільшуються енергозатрати. Але найбільший недолік - відхилення конфігурації профілю від заданих розмірів на початку й наприкінці кожного профілю на 1 - 2 міжклітьові відстані.

1.2. Залежно від способу здійснення обертального приводу на вали із профілезгинальним інструментом існують стани з тільки верхнім, тільки нижнім і одночасно верхнім і нижнім приводами. Як відомо, стрічка простягається через валки за рахунок тертя. Зусилля, необхідне для її протягання через усі профілезгинальні кліті залежить головним чином від складності профілю й товщини заготовки.

1.2.1. Якщо зусилля протягання велике, то силу протягання можна одержати, обертаючи одночасно як нижні, так і верхні валки. Такі стани використовують для виготовлення складних профілів з товстого листа (3,0 мм і більше) або з матеріалу з підвищеними механічними властивостями.

Дослідженнями процесу профілювання встановлено, що у зв'язку з відмінністю окружних швидкостей валків і лінійних швидкостей стрічки в місцях її підгинання мають місце значні втрати на тертя. Їх можна зменшити шляхом застосування мастил, хоча це не завжди приводить до бажаного результату у зв'язку з порушенням стабільної роботи профілезгинального стану (виникає пробуксовка металу у валках). Крім того, якісні мастила досить дорого коштують.



1 - розмотувач; 2 - ніж роликів; 3 - проводка вставна; 4 - модуль профілезгинальний; 5 - гільйотина профільна; 6 - стіл прийомний

Рисунок 13.4 - Схема стану для виготовлення профілів для стінних і покрівельних панелей

1.2.2. Стани, у яких силу протягання можна одержати, обертаючи тільки нижні (або тільки верхні) валки.

Використання такого типу станів дозволяє значно (на 15 - 20%, а в деяких випадках і більше) знизити витрати на тертя в порівнянні з попереднім типом станів. Це обумовлює не тільки зниження витрат енергії, але й зменшення зношування інструмента, підвищення якості одержуваних профілів. Показано, що обертовий момент на шпинделях при профілюванні в клітях з нижнім і верхнім приводом валків набагато більше, ніж при профілюванні в клітях тільки з нижнім приводом валків.

На ТОВ "МЕКАП" (Харків) уже більш ніж 10 років використовують стани, у яких крутний момент, необхідний для профілювання, передається тільки на нижні валки, а верхні валки обертаються зі своєю кутовою швидкістю, що самовизначається. Однак слід мати на увазі, що стани з однобічним приводом можна використовувати для виготовлення гнутих профілів із заготовок товщиною до 2,5 - 3 мм і не дуже складної форми.

Для подальшого зниження енергоємності кожного окремого процесу профілювання можна використовувати профілезгинальні елементи з розрізними валками. У таких станах середні частини верхніх і нижніх валків мають на робочих поверхнях однакові лінійні швидкості. Бічні частини валків (диски) вільно закріплені на валу й можуть обертатися з різними швидкостями (рисунок 13.5).

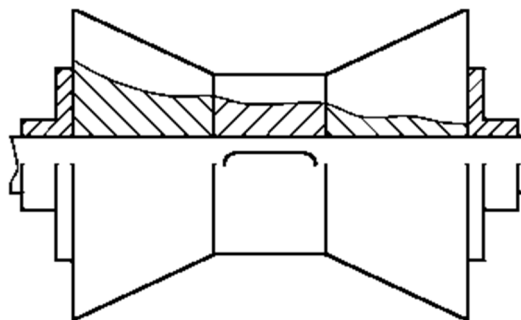


Рисунок 13.5 - Схема розрізного нижнього валка з дисками, які обертаються незалежно один від одного.

Такий спосіб дає можливість значно зменшити витрату енергії на тертя й збільшити крутний моменту, що дозволяє одержувати високоякісні профілі складної форми, заощаджувати електроенергію, використовувати дешеві мастила.

Така конструкція наведена на рисунку 13.5.

1.3. Залежно від конструкції стани можна розділити на дві групи:

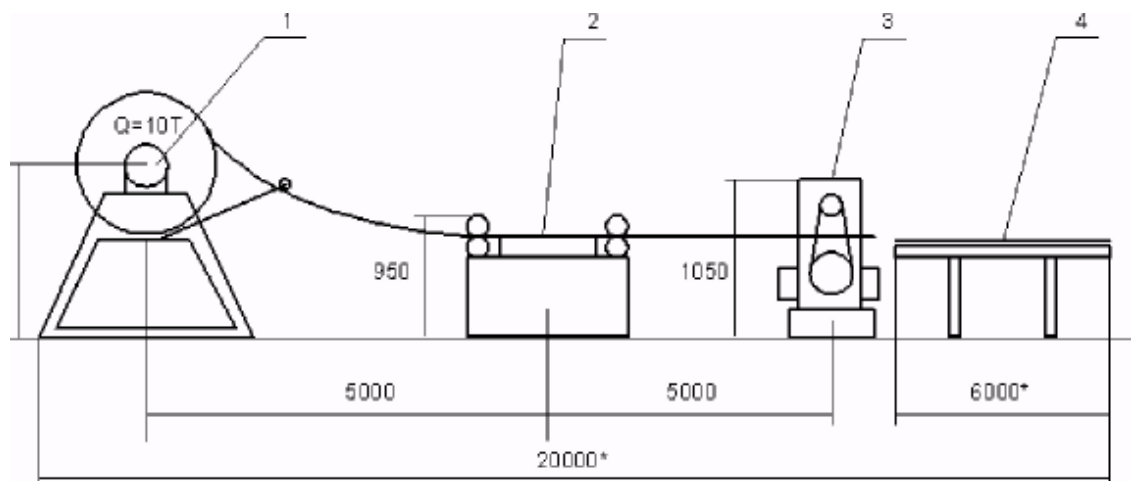
1.3.1. Стани загального призначення, які мають суцільну станину, один електродвигун і ту кількість профілезгинальних клітей, яке прийняв конструктор при проектуванні. Ці стани переважно використовувати в цехах, які спеціалізуються на виготовленні гнутих профілів на металургійних заводах. Такі стани можна розділити на чотири типи, які наведені в таблиці 13.1.

Таблиця 13.1 - Стани загального призначення

Тип стану	I	II	III	IV
Товщина штаби, мм	0,5-1,2	1-4	2-8	5-12
Ширина штаби, мм	100-1250	50-150	100-600	400-1200

Недоліками таких станів є обмежена кількість видів профілів, необхідність в електродвигуні великої потужності. На таких станах важко перенастроюватися із профілювання більш складного профілю на простий, тому що будуть залишатися порожні кліти, або навпаки, буде не вистачати валків якщо потрібно буде зробити більш складний профіль. Наприклад, для виготовлення профнастилу С21-1000 потрібно мати 12-15 клітей. Тому виробник гнутих профілів повинен спочатку виконати розрахунки калібрувань, потім замовити стан, а виробник станів - розробити необхідну технічну документацію й тільки після цього приступити до виготовлення стану. Така робота зовсім непродуктивна.

1.3.2. Стани модульної конструкції. Вони складаються із блоків клітей у яких розташовано по 4 - 6 профілезгинальних клітей. Кожний з таких блоків має свій електродвигун відносно невеликої потужності, може працювати як самостійно, так і без проблем може з'єднуватися з наступним, утворюючи профілезгинальний агрегат будь-якої довжини, що дозволяє набирати необхідну кількість переходів. Це дозволяє найбільше ефективно використовувати обладнання, ефективно розміщати його на виробничих площах і заощаджувати електроенергію.



1 - розмотувач рулонів, 2 - правильно-подаючий пристрій; 3 - гільйотинні ножиці; 4 - приймаючий стіл

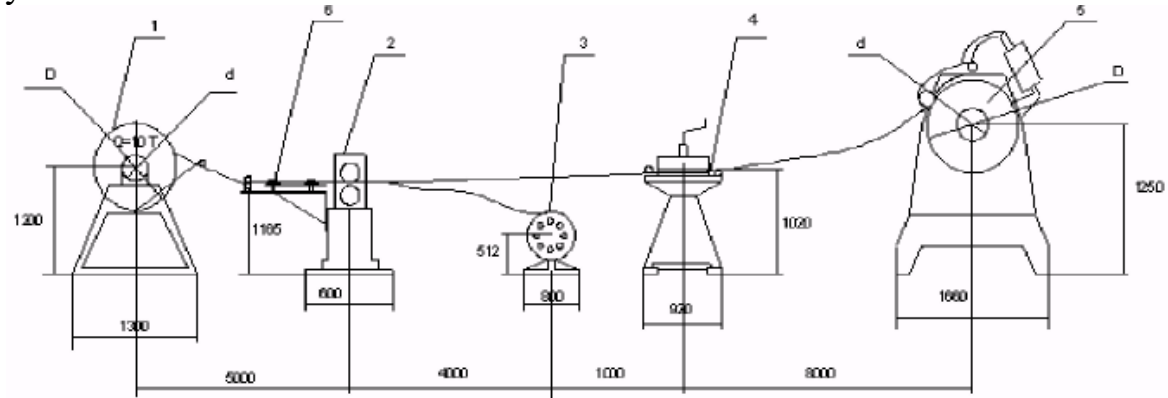
Рисунок 13.6 - Схема лінії поперечного розпуску рулонного металю

2. Обладнання для виготовлення стрічки.

Це дуже важливий вид обладнання в профілезгинальних цехах, тому що закупівля стрічок різної ширини на стороні виходить дорожче, чим їх підготовка на власному виробництві. Залежно від способу дії це устаткування можна розділити на дві групи:

2.1. Виготовлення стрічки для поштучного профілювання. Щоб одержати короткі профілі такого типу як водозливи, лиштви, ковзани й таке інше, необхідно мати заготовки невеликої довжини. Для їхнього виготовлення використовують агрегати поперечного розпуску рулонного металу. Схема такого агрегату наведена на рисунку 13.6.

2.2. Підготовка до порулонного профілювання. Для всіх профілів, крім тих, у яких ширина заготовки відповідає ширині рулонів, необхідно робити поздовжній розпуск рулонного металу на стрічки заданої ширини. Схема лінії поздовжнього розпуску металу представлена на рисунку 13.7, а її фото на рисунку 13.8:



1 – розмотувач рулонів; 2 - ножиці дискові; 3 - змотувач обрізі; 4 - натяжний пристрій; 5 - намотувач; 6 - направляючий пристрій; d, D - внутрішній і зовнішній діаметри рулону

Рисунок 13.7 - Схема лінії поздовжнього розпуску рулонного металу



Рисунок 13.8 - Фото лінії поздовжнього розпуску металу виробничого цеху ТОВ «МЕКАП»

У цей час розширення сортаменту продукції здійснюється переважно за рахунок розробки й застосування нових гнутих профілів складної конфігурації, виготовлених з більш тонкого металу. Більшу частину з них становлять несиметричні профілі, до яких відносять також будь-які Z - подібні, що відрізняються підгинанням крайніх елементів заготовки в одну сторону. Наявність у складі профілю великого числа елементів, у тому числі різних упрочнюючих (гофрів, відбортовок, місцевих стовщень металу й ін.) дозволяє значно підвищити його характеристики міцності й компенсувати негативний ефект від зменшення товщини металу. На рисунку 13.9 зображений Z – подібний гнутий профіль для об'єктів енергетики.

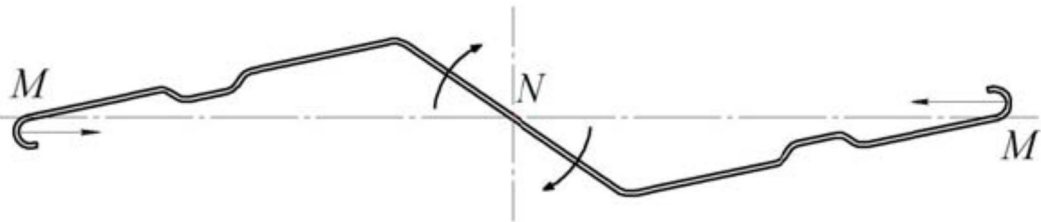


Рисунок 13.9 - Спеціальний Z - подібний гнутий профіль для об'єктів енергетики