

## **Тема 2. Сортамент та стандартизація прокатної продукції. Класифікація прокатних станів.**

### **2.1 Сортамент та стандартизація прокатної продукції.**

Металургійні підприємства випускають різноманітні види прокату, що відрізняються за масою, формою та розмірами поперечного перерізу. Прокатні вироби з певною формою поперечного перерізу називають профілем прокату. Наприклад, круглий профіль квадратний профіль. Для більш складних профілів крім форми це поняття включають один-два основних розміру. Наприклад, штаба завширшки 200 мм, рівнобокий косинець 75x75 мм. Крім поняття профіль розрізняють поняття профілерозмір, який крім одного-двох основних розмірів профілю враховує додаткові розміри, що уточнюють його характеристику. Наприклад, той же кутовий профіль 75x75 мм може мати різну товщину полиць – 5, 6, 7, 8 та 9 мм. З урахуванням товщини це будуть профілерозмірів, тобто. профіль один, а профілерозмірів п'ять.

Для заготовок, простих профілів (коло, квадрат тощо) профіль визначається формою поперечного перерізу, а профілерозмір – діаметром або стороною квадрата. Так, круглий профіль один, а профілерозмірів від 5 до 250 мм – понад сто.

Профіль штаби визначають форма поперечного перерізу та його ширина, а профілерозмір – товщина смуги при даній ширині.

Для двотаврових балок та швелерів поняття профіль включає форму поперечного перерізу та його висоту, а профілерозмір (або літерний профіль) – різну ширину полиць.

Сукупність профілів та профілерозмірів прокатних виробів називається сортаментом прокату. Він налічує тисячі найменувань найрізноманітнішої форми та розмірів. І це лише розмірний сортамент. Але прокатні вироби відрізняються ще й марочним (хімічним) складом, а їх налічується понад 800.

Переважає більшість профілів прокату стандартизовано, тобто. поставляються за стандартами. Розрізняють три рівні стандартизації – державний, галузевий та на рівні підприємств та відомств.

Державні стандарти (ДСТУ, ГОСТ) містять вимоги, обов'язкові дотримання будь-яких підприємствах всіх форм власності біля країни. Затверджуються на державному рівні.

Галузеві – регламентують вимоги до прокату, що звертається всередині галузі.

На рівні підприємств та відомств діють технічні умови на розмірний та марочний склад прокату. Розробляються та затверджуються на рівні зацікавлених підприємств та організацій. Технічні умови в основному розробляють нові види прокату, які відсутні у державному стандарті.

Державні стандарти поділяють на сортаментні та на марки сталі та технічні вимоги.

У сортаментних стандартах регламентовані форма та розміри поперечного перерізу профілю та його окремих елементів, довжина профілю, що допускаються відхилення від номінальних розмірів, форма прокату (серповидність, площинність, хвилястість тощо), маса одного погонного метра тощо. Для прокату, використовуваного для споруд із складними умовами навантаження, додатково вказують момент опору, момент і радіус інерції та інших.

ГОСТ на марки сталі та технічні вимоги регламентують хімічний склад, групи і категорії сталей, механічні властивості, макро- і мікроструктуру, стан поверхні, вид термообробки та ін.

Основними марочними стандартами, за якими виробляють понад 80% прокату, є ДСТУ 2651-94 (ГОСТ 380-94) "Сталь вуглецева звичайної якості" та ГОСТ 1050 "Сталь вуглецева якісна".

Незважаючи на різноманітність сортаменту прокатних виробів, залежно від форми поперечного перерізу його поділяють на чотири основні групи: сталь сортова, листовая сталь, труби та інші види прокату.

### Сортова сталь

Найбільш різноманітним за формою та кількістю профілерозмірів є сортамент сортової сталі. Сортів профілів можна використовувати як готові вироби, і як заготовки для подальшої обробки. Їх класифікують за низкою ознак: за розміром, формою, за призначенням.

За розмірами розрізняють сталь:

- великосортну (діаметр кола > 80 мм, двотаврові балки та швелери понад № 16, залізничні рейки та ін.);
- середньосортну (діаметр кола 40...80 мм, двотаврові балки та швелери до № 16, рудничні рейки тощо);
- дрібносортну (діаметр кола 10...40 мм та ін.);
- катанку (діаметр кола 5...9 мм).

За формою сортів профілів поділяють на прості та складні чи фасонні.

До простих належать профілі, у яких дотична до будь-якої точки периметра поперечного перерізу не перетинає цей переріз. Сюди відносять прокат круглого, квадратного, шестигранного, прямокутного перерізу, смугову, штрипсову сталь та ін.

Державними стандартами передбачені круглі профілі діаметром 5...250 мм, квадратні - зі стороною квадрата 5-250мм, шестигранні з діаметром вписаного кола 8...100 мм, смугові шириною 10...200 мм і товщиною 4...60 мм, штрипсові шириною 65...415 мм і товщиною.

До фасонних профілів відносяться куточки, двотаврові балки, швелери, шпунти, рейки та ін. профілі зі складною формою поперечного перерізу. Використовують переважно як готові вироби.

Державними стандартами передбачені рівнобокі куточки з полицями 20...250 мм, нерівнобокі – 25/16...250/160 мм, балки двотаврові заввишки 100...700 мм і широкополочні заввишки до 1100мм, швелери заввишки 50...400 мм, 4 5 кг/ п.м, рейки рудничні масою 8, 11, 15, 18, 24 та 33 кг/ п.м та ін.

За призначенням сортів профілів поділяють на профілі: загального призначення, галузевого та спеціального призначення.

Профілі загального призначення використовують у різних цілях, в різних галузях народного господарства. Це кола, квадрати, смуги, куточки, балки, швелери та ін.

До профілів галузевого призначення належать профілі, специфічні для цієї галузі: рейки трамвайні, залізничні та рудничні, шпунтові палі, профілі для сільськогосподарського, транспортного, гірничого машинобудування.

Профілі спеціального призначення призначені для конкретних виробів, а вже самі ці вироби можуть бути використані в різних галузях. Це, наприклад, кругла або шестигранна сталь для виготовлення бурів, профілі тригранні, овальні та ін. для інструменту (напилків, рашпилів і т.п.), жолобчасті профілі для ресор транспортних засобів і т.д.

Слід зазначити, що чіткої межі між профілями галузевого та спеціального призначення немає. Ті ж залізничні рейки можна розглядати і як спеціальний профіль для прокладки колії, які можна використовувати і на транспорті, і в будівництві, і в портових спорудах і т.д.

### Листова сталь

Листова сталь є одним із найефективніших видів прокату. Вироби, що отримуються з листового матеріалу штампуванням або зварюванням, значно дешевші та якісніші, ніж, наприклад, литі. За питомою вагою та сортаментом листової сталі в обсязі прокатної продукції судять не лише про рівень металургії, а й рівень економіки країни. За цим показником Україна суттєво відстає від розвинених країн світу.

Гарячекатану листову сталь розрізняють за товщиною, призначенням, точністю, площинністю і станом кромek.

По товщині листову сталь ділять на два види: тонколистову товщиною до 4 мм і товстолистову товщиною 4 мм більше. Крім того, в сортаменті товстолистової сталі виділяють ще плити товщиною згори 50 мм та брани товщиною згори 250 мм.

За ГОСТ 19903 розміри листової сталі коливаються за товщиною від 0,5 до 160 мм більше, і за шириною від 500 до 3800 мм більше.

Різні галузі пред'являють до листової сталі свої вимоги щодо хімічного складу, механічних властивостей, корозійної стійкості, жароміцності, магнітної проникності та ін специфічних властивостей. Залежно від цього за призначенням розрізняють листові сталі: котельню, суднобудівну, бруківку, електротехнічну, інструментальну, броньову та ін.

За точністю гарячекатану листову сталь ділять на високоточну та нормальну точність.

По площинності - на лінії особливо високої площинності (ПЗ); високої площинності (ПВ); покращеної площинності (ПУ) та нормальної площинності (ПН).

За станом кромek розрізняють листи з катаними (необрізними) та обрізними кромками.

Крім того, гарячекатана листова сталь може бути з травленою або нетравленою поверхнею.

### Труби

Труби також є одним із важливих видів прокатної продукції. Про це свідчить хоча б той факт, що у державних планах та статистичній звітності труби враховуються окремим рядком. У загальному обсязі прокату труби, що випускається, становлять 15-20%, число профілерів вимірів - близько 18 000. Діапазон діаметрів трубчастих профілів досить широкий - від 0,5 до 2420 мм з товщиною стінки від 0,1 до 75 мм.

За способом виробництва труби поділяють на зварні (шовні) та безшовні. Зварні труби у свою чергу ділять на спіральношовні та прямошовні діаметром від 8 до 2420 мм товщиною стінки 0,5...32 мм.

Спіральношовні труби більш технологічні та економічні: труби одного діаметра можна отримувати із заготівлі (смути) різної ширини та, навпаки, труби різних діаметрів можна отримувати зі смуги однієї ширини.

Прямошовні труби великого діаметра (більше 1200 мм) вимушено виробляють двошовними через відсутність у сортаменті листів потрібної ширини.

Безшовні труби виготовляють шляхом прокатки або пресування. Пресують в основному труби з кольорових матеріалів, а також із сплавів, що важко деформуються. Сортамент безшовних труб: діаметр 25...665 мм, товщина стінки 2,5...75 мм. Труби менших діаметрів та товщин одержують холодною прокаткою.

За призначенням труби поділяються на газо-, нафто- та водопровідні, насосно-компресорні, обсадні, бурильні, шарикопідшипникові та ін.

Окрім звичної круглої форми труби бувають квадратні, прямокутні, напівкруглі, оребрені та ін. спеціального призначення.

### Інші види прокату

До інших видів прокату відносять переважно спеціальні профілі – сортові, з листового матеріалу, трубчасті, - які, як зазначено раніше, призначені для цілком конкретних виробів, а вже самі вироби можуть бути використані в самих різних галузях. Це цілокатані колеса, бандажі, поворотні кола, періодичний прокат, біметали різного призначення, зубчасті колеса, осі, помольні кулі та багато інших. Сортамент подібних профілів настільки широкий (кілька десятків тисяч), що врахувати його практично неможливо. Отримують їх із використанням всіх видів обробки металів тиском.

## 2.1 Класифікація прокатних станів

Комплекс машин та механізмів для отримання виробів методом прокатки та їх обробки у потоці називається прокатним станом.

З цього визначення випливає, що крім основної операції – пластичного формоутворення рохкату, на стані виконують і низку інших.

Теоретично організації виробництва окремі операції, необхідних здійснення технологічного процесу, поділяють на основні супутні і допоміжні. Відповідно до цього розрізняють основне, супутнє та допоміжне обладнання.

Щодо прокатки до основних відносяться операції зі здійснення пластичної деформації металу, тобто. власне прокатку, і відповідно до основного обладнання відносять прокатну кліть, електропривод та передавальні пристрої.

До супутних відносять операції, в процесі яких може змінюватися фізичний стан та/або розміри розкату, але без зміни форми та площі поперечного перерізу. Це нагрівання, охолодження, порізка на мірні довжини, правка, зачищення прокату та ін. І відповідно обладнання: нагрівальні пристрої, холодильники, правильні машини, засоби різання, обробки та ін.

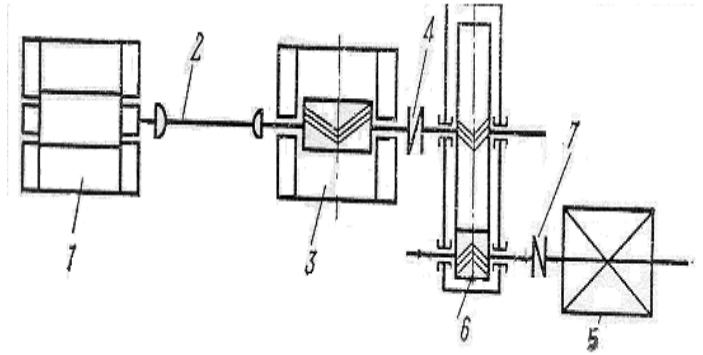


Рисунок 2.1. – Схема головної лінії прокатного стану

До допоміжних відносяться операції, при яких не змінюється ні форма, ні розміри, ні фізичний стан металу, що прокочується. Це операції і відповідне обладнання для поздовжнього і поперечного переміщення гуркотів, (рольганги, шлеппери, вантажопідйомні механізми), їх кантівки і таврування, змотування в бунти і рулони, об'язки прокату, перевалки валків та ін.

Лінія, на якій розташоване основне обладнання, називається головною (робочою) лінією прокатного стану (ис. 2.1). Основними її елементами є: робоча клітка із валками (1), шпинделі з муфтами (2), шестеренна клітка (3), корінна муфта (4), редуктор (6), головна (моторна) муфта (7) та двигун (5).

Робоча клітка складається з двох станин, валків з підшипниками, механізмів для встановлення та фіксування положення валків у вертикальній та горизонтальній площинах, валкової арматури, пристроїв для змащування та охолодження валків.

Станини відкритого чи закритого типів відливають із сталі марки 30...35Л двотаврового чи прямокутного перерізу. Станини закритого типу у вигляді цільної рами, витримують великі зусилля прокатки, але менш зручні в експлуатації: утруднена перевалка валків, діаметр їх обмежений шириною вікна.

Прокатні валки – основний деформуючий інструмент – працюють у жорстких умовах: різкі тепломіни, великі тиски, абразивне тертя тощо. Тому вони повинні бути не тільки високоміцними, але й термо- та зносостійкими.

За матеріалом валки поділяються на сталеві (литі, ковані) та чавунні. Сталеві валки мають досить високу міцність і пластичність, тому їх використовують у клітках, що зазнають великих зусиль прокатки. Чавунні валки менш міцні, але більш зносостійкі ніж сталеві. Тому частіше їх використовують у передчистових та чистових клітках. Розміри та кількість валків у клітці визначають тип клітці та прокатного стану. Сортові стани характеризуються номінальним діаметром бочки валка (наприклад, стан 280), а листові - її довжиною (наприклад, стан 3600). Якщо сортовий стан складається з кількох клітей з різними діаметрами валків, тип стану зазвичай визначають по валках чистової клітці.

При завалці в клітці і процесі експлуатації положення валків необхідно регулювати. Для цього є механізми встановлення валків.

До них відносяться натискний пристрій, пристрій, що врівноважує, і пристрій для регулювання положення валків в осьовому напрямку.

Натискний пристрій служить для регулювання положення валків у вертикальній площині. Воно складається з гайки (фосфориста бронза), укріпленої у верхній поперечці станини, та натискного гвинта (кована сталь 40...45 ХН).

Щоб уникнути зазорів у системі валок-натискний пристрій, які є причиною динамічних ударів при захопленні смуги валками, подушки верхнього валка повинні бути постійно притиснуті до гвинта. Для цього служать врівноважуючі пристрої. У клітей із ручним натискним пристроєм це пружина; у клітей з механічним або гідравлічним приводом натискного пристрою – вантажний або гідравлічний пристрій, що врівноважує.

Осьове регулювання валків частіше здійснюють болтами у стійках станини, що проходять через спеціальні планки або фланці подушки.

Подушки валків зазвичай литі, сталеві, мають циліндричні проточки для встановлення підшипників. Підшипники частіше за кочення або рідинного тертя, рідше - текстолітові, ковзання.

Валкова арматура служить для точної задачі і виведення гуркоту з валків,



а також утримання в потрібному положенні гуркоти в калібрі.

Для передачі обертання від двигуна до робочих валків – безпосередньо або через редуктор та шестеренну кліть, - служать муфти та шпинделі. Використовують пружинні, зубчасті, тріфлові та ін муфти. Тріфлові муфти відливають із чавуну, а шпинделі – виготовляють із кованої або катаної сталі. Недоліком згаданих муфт є обмежений кут перекосу -  $1...2^{\circ}$ . При великому перекосі ( $10 \dots 12^{\circ}$ ) використовують універсальні шпинделі. Виготовляють їх із кованої сталі марки 40...45ХН та ін.

Як нагрівальні пристрої використовують колодязі, методичні та кільцеві печі, печі з викочуванням подом та ін.

Транспортні засоби для передачі заготовок і гуркотів по технологічному ланцюжку представлені злитковозами і передавальними візками, рольгангами, електромостовими кранами, шлеперами та ін.

Для порізки прокату на мірні довжини, видалення кінців та ін. використовують гільйотинні та дискові ножиці, дискові пили салазкового або маятникового типів, леткі ножиці та ін.

Правку прокату здійснюють у роликотправильних машинах з прямо- та/ або косорозташованими валками.

Прокатні стани класифікують за такими ознаками: за режимом роботи, за призначенням, за кількістю та розташуванням валків у кліті, за кількістю та розташуванням клітей.

За режимом роботи прокатні стани діляться на нереверсивні (частота та напрямок обертання валків постійні) та реверсивні (прокатку здійснюють у прямому та зворотному напрямку за рахунок зміни напрямку обертання валків). До других відносять блюмінги, слябінги, заготівельні та товстолистові стани.

За призначенням стани поділяються на стани для виробництва напівпродукту та стани для виробництва готового прокату. До перших відносять блюмінги, слябінги, заготівельні стани. До других відносять:

- рельсобальні стани (діаметр валків 750- 900 мм);
- великосортні стани (500- 700 мм);
- середньосортні стани (350- 500 мм);

- дрібносортні стани (250- 330 мм);
- дротяні стани (150- 280 мм);
- штрипсові стани (300- 400 мм);
- товстолистові стани (довжина бочки валків до 5500 мм);
- ширококутні стани гарячої прокатки (до 2500 мм);
- ширококутні стани холодної прокатки (до 2800 мм);
- універсальні кутові стани (до 2000 мм);
- трубні стани різних типів;
- інші стани (колесо-бандажні, осепрокатні, шаропробитні та ін.)

За кількістю та розташування валків у кліті розрізняють:

- Двухвалкові (дуо) кліті (див. рис.2.2,а). Широко використовують у реверсивному та неревверсивному режимах.

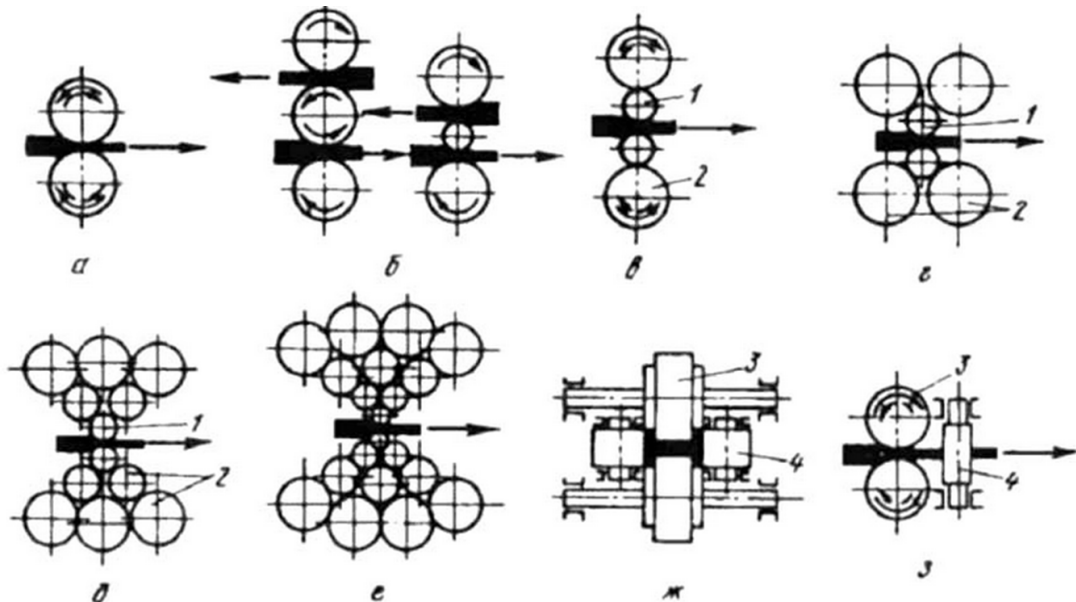


Рисунок 2.2 – Схеми розташування валків в прокатних станах

- Тривалкові (тріо) кліті, сортні (2.2 а) та листові (рис. 2.2 б). Використовують для прокатки заготовок, сортів та листів.
- Подвійні двовалкові кліті (подвійне дуо). Рідко використовують, в основному для прокатки дрібного сорту з легованих сталей.
- Чотиривалкові кліті (кварто). Використовують переважно у листовому виробництві. Робочі валки (2) меншого діаметра, опорні (1) – більшого підвищення жорсткості системи.

- Шестивалкові кліті (рис. 7.6) використовуються рідко. Варіант розташування валків – в одній вертикальній осьовій площині. Приводні валки робітники.

- Багатовалкові кліті – 12- ти та 20-ти валкові. Використовують для прокатки найтонших смуг (до 2 мкм) у рулонах. Діаметр робочих валків до 50 мм. Привідними є валки опорні.

- Універсальні кліті – для прокатки листів, крім горизонтальних, оснащують двома вертикальними приводними валками; для прокатки широкополочних балок холости вертикальні валки розташовують в одній вертикальній площині з горизонтальними .

За кількістю та розташування клітей прокатні стани поділяються на одно-і багатоклітьові. Одноклітинні - блюмінги, слябінги, листопрокатні, обтискально-заготівельні та інші стани.

Багатоклітинні стани – лінійного типу, безперервні, напівбезперервні та з послідовним розташуванням клітей.

Стани лінійного типу використовують для прокатки заготовок, дрібно-, середньо- та великосортних профілів. Недоліком таких станів є великі витрати ручної праці, низькі швидкості прокатки та продуктивність. Частково цих недоліків можна уникнути розміщенням клітей на кілька ліній.

Більш досконаліми є безперервні стани з клітями, які розташовані один за одним. Такі стани працюють за принципом: "у кожній кліті - один прохід". Розкочування одночасно може знаходитися в декількох клітях. Тому необхідно дотримуватися правила про секундних обсягів, тобто. через кожен кліть в одиницю часу має проходити однакова кількість металу:  $V_1 \cdot F_1 = V_2 \cdot F_2 = \dots = V_n \cdot F_n = const$ , де  $V$  і  $F$  - швидкості та площі поперечного перерізу розкочування по клітях, відповідно. При порушенні цієї умови між клітями можуть виникнути розтягування гуркоту або петля. Тому у безперервному режимі катають переважно прості профілі.

Принцип безперервної прокатки використовують на безперервно-заготівельних станах, середньо- та дрібносортних, дротяних, штрипсових станах, широкосмугових станах гарячої та холодної прокатки листів та ін.

Для прокатки більш складних профілів застосовують напівбезперервні табори з послідовним розташуванням клітей. Напівбезперервні стани використовують для прокатки дрібного гатунку. Вони поєднують безперервну чорнову та лінійну чистову групи клітей.

У станів з послідовним розташуванням клітей чорнова група може бути безперервною, а наступні кліті розташовані один за одним на відстані, що перевищує довжину розкату. Для скорочення загальної довжини стану кліті розташовують у кількох паралельних лініях. У цих клітях відпадає необхідність дотримуватися правила секундних обсягів. Такі стани використовують в основному для прокатки середнього та великого сорту.

Різновидом таких станів є стан з шаховим розташуванням клітей.