

2. УСТАТКУВАННЯ ПРОКАТНИХ СТАНІВ

2.1. Призначення прокатних станів

Прокатний стан – комплекс машин і механізмів, що призначенні для отримання виробів методом прокатки та їх обробки в потоці.

На прокатних станах виконуються основні операції – пластичного формоутворення розкату і ряд інших (допоміжних) операцій.

В теорії організації виробництва окремі операції, необхідні для здійснення технологічного процесу, підрозділяють на основні, супутні і допоміжні. У відповідності з цим розрізняють основне, супутнє і допоміжне обладнання.

Стосовно прокатування до основних відносяться операції зі здійснення пластичної деформації металу, тобто власне прокатування, 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 і площі поперечного перерізу. Це – нагрів, охолодження, порізка на мірні довжини, правка, зачистка прокату та інші. Ці операції виконує відповідне устаткування: нагрівальні пристрої, холодильники, правильні машини, засоби порізки, обробки та інш.

Додопоміжних відносяться операції, при яких не змінюється ні форма, ні розміри, ні фізичний стан прокатуємого металу. Це операції і відповідне обладнання для поздовжнього і поперечного переміщення розкатів, (рольганги, шлеппери, вантажопідйомні механізми), їх кантування (кантуючи

механізми) і таврування, змотування в бунти і рулони, ув'язки і пакування прокату (моталки та в'язальні і пакувальні машини), перевалки валків та інш. Супутні і допоміжні операції зазвичай іменують допоміжними, а обладнання – допоміжним обладнанням.

Лінія, на якій розташовано основне обладнання, називається головною (робочою) лінією прокатного стану (рис. 2.1). Основні її елементи: робоча кліть з валками 1, шпинделі з муфтами 2, шестеренні кліть 3, корінна муфта 4, редуктор 6, головна (моторна) муфта 7 і двигун 5.

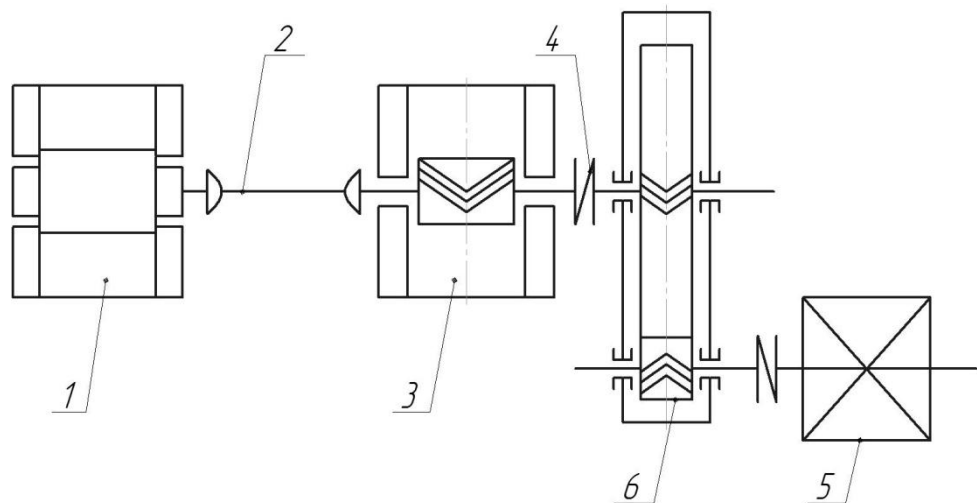


Рисунок 2.1 – Схема головної лінії прокатного стану

Основний пристрій прокатного стану, де відбуваються усі процеси деформації – це робоча кліть, яка складається з прокатних валків.

Валки (рис. 2.2) складаються з бочки 1 діаметром d і довжиною l , двох опорних шийок 2 і хвостовиків 3. Розміри і кількість валків у кліті визначають тип кліть і прокатного стану. Сортові стани характеризуються номінальним діаметром бочки валка (наприклад, стан 250), а листові – її довжиною (наприклад, стан 3600). Якщо сортовий стан складається з декількох клітей з різними діаметрами валків, тип стану зазвичай визначають за прокатними валками чистової кліть.

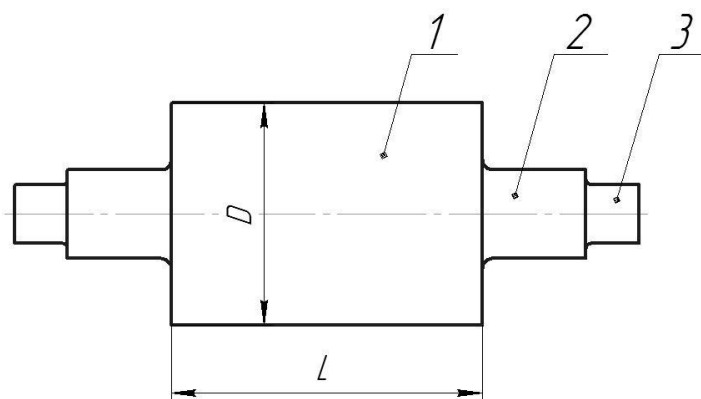


Рисунок 2.2 – Робочий валок прокатного стану

2.2. Класифікація прокатних станів

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

За режимом роботи прокатні стани діляться на нереверсивні (частота та напрямок обертання валків постійні), до яких відносять безперервні, лінійні і реверсивні (прокатку здійснюють в прямому і зворотному напрямку за рахунок зміни напрямку обертання валків). До реверсивних відносять блюмінги, слябінги, заготівельні і товстолистові стани.

За призначенням стани підрозділяються на стани для виробництва напівпродукту і стани для виробництва готового прокату. До перших відносять блюмінги, слябінги, заготівельні стани.

Для виробництва готового прокату використовують стани:

- рейкобалочні стани (діаметр валків 750-900 мм);
- крупносортові стани (діаметр валків 500-700 мм);
- середньосортові стани (діаметр валків 350-500 мм);
- дрібносортові стани (діаметр валків 250-330 мм);
- дровові стани (діаметр валків 150-280 мм);
- штрипсові стани (діаметр валків 300-400 мм);
- товстолистові стани (довжина бочки валків до 5500 мм);
- широкосмугові стани гарячої прокатки (довжина бочки валків до 2500 мм);
- широкосмугові стани холодної прокатки (довжина бочки валків до 2800 мм);
- універсальні смугові стани (довжина бочки валків до 2000 мм);
- трубні стани різних типів;
- інші стани (колесо-бандажні, осепрокатні, кулькопрокатні та інш.)

За кількістю і розташуванням валків у кліті розрізняють:

- двовалкові (дуо) кліті (рис. 2.3 а). Широко використовують у реверсному і нереверсивному режимах;
- тривалкові (тріо) кліті (рис. 2.3 б), сортові та листові. Використовують для прокатування заготовок, сортової сталі і листів;
- чотиривалкові кліті (кварто). Використовують, в основному, у листовому виробництві (рис. 2.3 в). Робочі валки 1 меншого діаметру, опорні 2– більшого для підвищення жорсткості системи;
- шестивалкові кліті (рис. 2.4) використовуються рідко. Варіант розташування валків – в одній вертикальній осьовій площині. Приводні валки робочі. Використовують для виготовлення листової сталі;
- багатовалкові кліті – 12-ти і 20-ти валкові. Використовують для прокатки найтонших смуг (до 2 мкм) в рулонах (рис. 2.5, 2.6). Діаметр робочих валків до 50 мм. Приводними є опорні валки;
- універсальні кліті – для прокатки листів крім горизонтальних оснащують двома вертикальними приводними валками; для прокатки

широкопалочних балок холості вертикальні валки розташовують в одній вертикальній площині з горизонтальними (рис. 2.7).

За кількістю і розташуванням клітей прокатні стани підрозділяються на одно-і багатоклітьові. Одноклітьові – блюмінги, листопрокатні, обтисно-заготівельні стани (рис. 2.8).

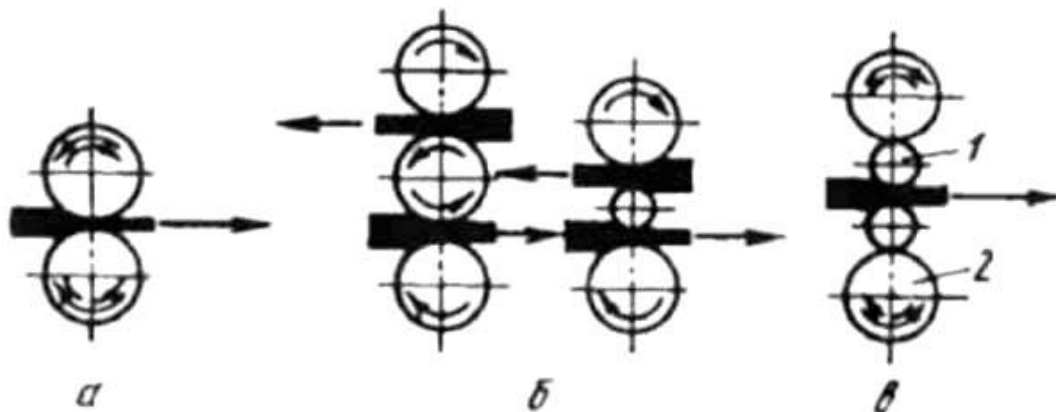


Рисунок 2.3 – Розташування валків:
a – двовалкові кліті; *б* – тривалкові кліті; *в* – чотиривалкові кліті

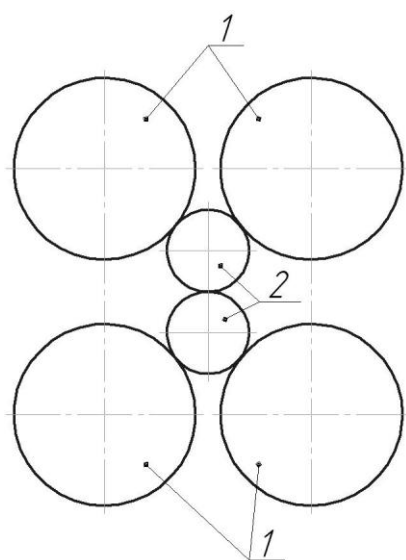


Рисунок 2.4 – Розташування валків шестивалкової кліті

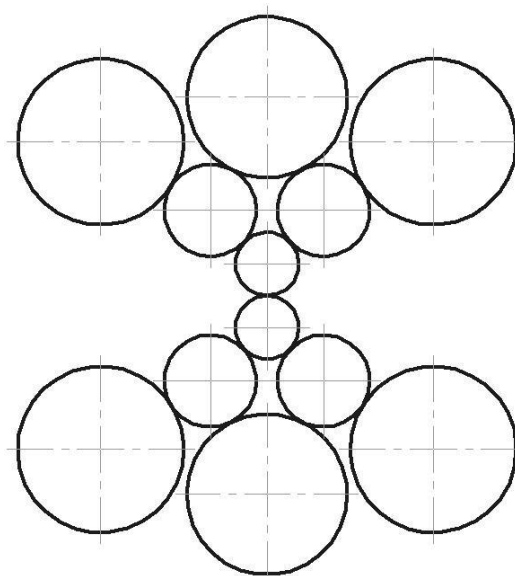


Рисунок 2.5 – Розташування валків в дванадцятивалковій кліті

Багатоклітьові стани – лінійного типу, безперервні, напівбезперервні і з послідовним розташуванням клітей.

Стани лінійного типу використовують для прокатування заготовок, дрібно, середньо-і крупносортих профілів. Недоліком таких станів є великі витрати ручної праці, низькі швидкості прокатки і мала продуктивність. Такі стани в сучасний період використовуються рідко. Частково цих недоліків можна уникнути розміщенням клітей в кілька ліній.

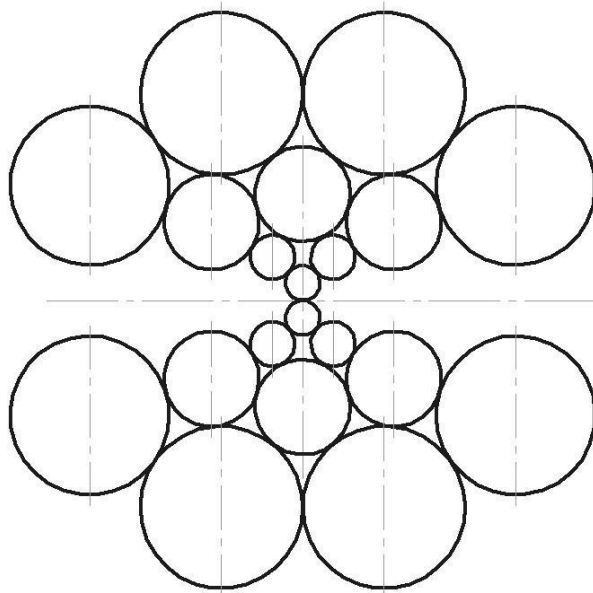


Рисунок 2.6 – Розташування валків в двадцятивалковій кліті

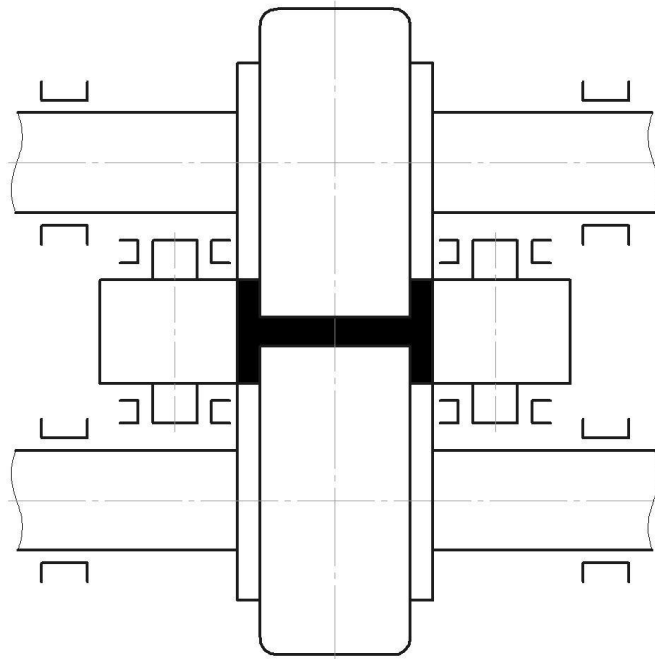


Рисунок 2.7 – Розташування валків в універсальній балочній кліті

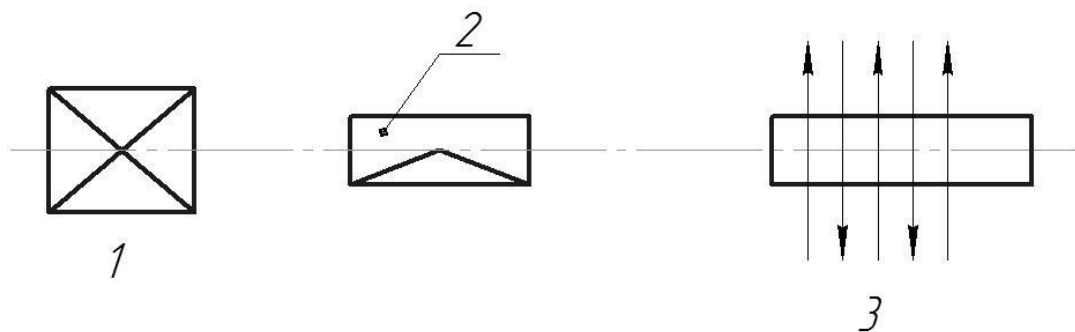


Рисунок 2.8 – Схема розташування одноклітьового прокатного стану:
1 – двигун; 2 – шестеренна кліть; 3 – робоча кліть

Більш досконалими є безперервні стани з клітьми, розташованими один за одним (рис. 2.9). Такі стани працюють за принципом: «у кожній клітці - один прохід». Розкат одночасно може перебувати в декількох клітьках. Тому необхідно дотримуватися правила так званих секундних об'ємів, тобто через кожну клітку в одиницю часу повинно 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 – швидкість і площа поперечного перерізу розкату по клітці, відповідно.

При порушенні цієї умови між клітьками можуть виникнути розтягнення розкату або петля. Тому в безперервному режимі катають переважно прості профілі.

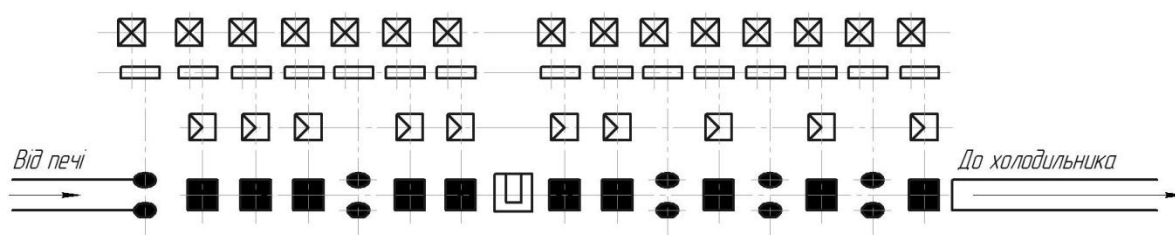


Рисунок 2.9 – Схема безперервного прокатного стану

Принцип безперервної прокатки використовують на безперервно-заготовочних станах, середньо-і дрібносортих, дровових, штрипсових станах, широкосмугових станах гарячої і холодної прокатки листів і інш.

Для прокатки більш складних профілів застосовують напівбезперервні стани і стани з послідовним розташуванням клітьок. Також напівбезперервні стани використовують для прокатки дрібного сорту. Вони поєднують безперервну чорнову і лінійну чистову групи клітьок (рис. 2.10).

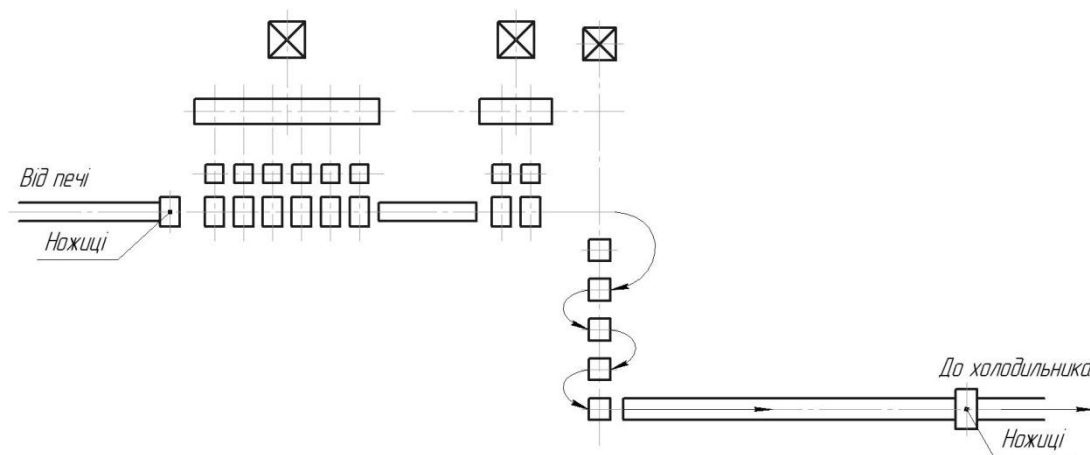


Рисунок 2.10 – Схема напівбезперервного прокатного стану

У станів з послідовним розташуванням клітьок чорнова група може бути безперервною, а наступні клітьки розташовані один за одним на відстані, що перевищує довжину розкату. Для скорочення загальної довжини клітьки розташовують в декількох паралельних лінійках. У цих клітьках відпадає необхідність дотримувати правило секундних обсягів. Такі стани

використовують в основному для прокатки середнього і крупного сорту. Різновидом таких станів є стан із шаховим розташуванням клітей.

2.3. Основне і допоміжне устаткування прокатних станів

Основою прокатного стану є робоча кліть, в якій здійснюється власне прокатка металу. Конструкція, розміри і маса робочих клітей залежать від призначення і спеціалізації прокатних станів, умов процесу прокатки металу, числа робочих валків в самій кліті, рівня технічного прогресу в прокатному виробництві. Основними елементами робочих клітей є станина, валки, підшипники, подушки, механізми для установки і урівноваження валків.

Робоча кліть складається з двох станин, валків з підшипниками, механізмів для установки і фіксації положення валків у вертикальній і горизонтальній площинах, валкової арматури, пристроїв для змащування та охолодження валків.

Станини відкритого чи закритого типів (рис. 2.11) відливають із сталі марки 30 ... 35Л двотаврового або прямокутного перерізу.

Станини закритого типу (рис. 2.11 а) роблять у вигляді цільної рами, витримують великі зусилля прокатки, але менш зручні в експлуатації: ускладнена перевалка валків, діаметр їх обмежений шириною вікна.

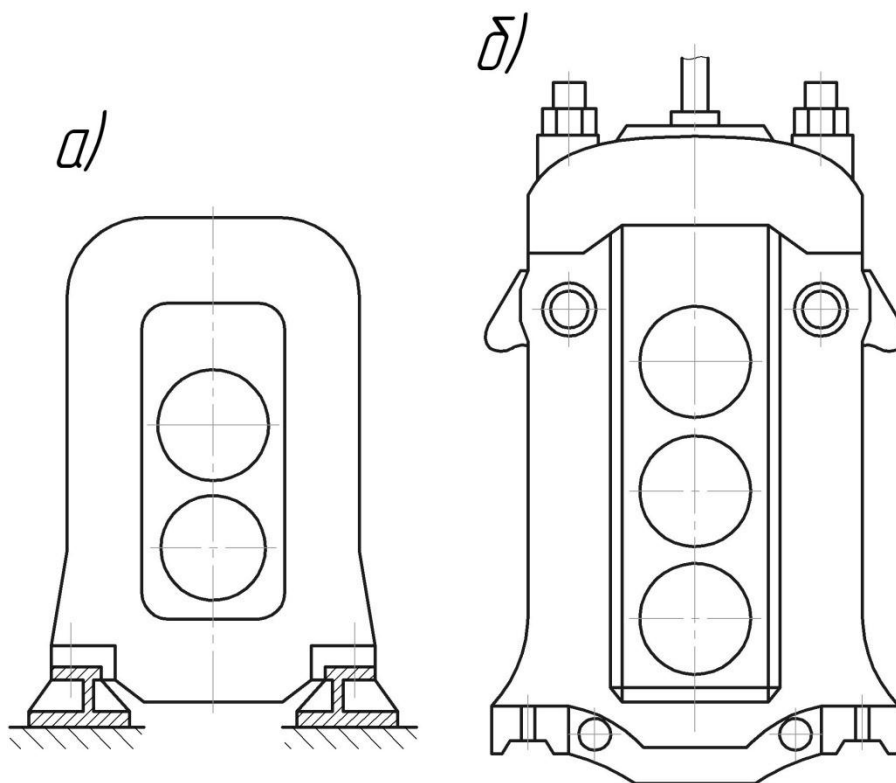


Рисунок 2.11 – Станини робочих клітей: а) закритого типу; б) відкритого типу

Прокатні валки – основний деформуючий інструмент – працюють у важких та жорстких умовах: різкі тепловміни, великий тиск, абразивне тертя та ін. Тому вони повинні бути не тільки високоміцними, але і термо- і зносостійкими. За матеріалом валки підрозділяються на сталеві (литі, ковани) і чавунні. Сталеві валки володіють досить високою міцністю і пластичністю,

тому їх використовують в клітях, що зазнають великі зусилля прокатки. Чавунні валки менш міцні, але більш зносостійкі, ніж сталеві. Тому частіше їх використовують в предчистових і чистових клітях.

Матеріалом валків служать вуглецеві, низьколеговані і леговані сталі (Ст. 50...55, 50...60ХН, 9ХФ та інш.), леговані і нелеговані чавуни (СШХН-60, ЛПХН-60 та інш.) Букви С, Л позначають сортові та листові валки; Ш, П – чавун з кулястим або пластинчастим графітом; Х, Н – леговані хромом і нікелем, відповідно; 60 – твердість, одиниць по Шору.

Підшипники. Валки прокатних станів встановлюються в підшипниках, які розміщуються на шийках прокатних валків. Через підшипники передаються зусилля, що виникають при прокатці, від валків на станину. Також підшипники утримують валки в заданому положенні. В даний час використовують відкриті підшипники ковзання; підшипники рідинного тертя; підшипники кочення.

Подушки. Підшипники прокатних станів розміщуються в подушках, що представляють собою спеціальні сталеві виливки. Подушки призначені для збереження точного положення валків і передачі зусилля прокатки від валків до станини робочої кліті. Вони переміщуються по напрямних, прикріплених до станини. Для запобігання переміщення подушок в напрямку горизонтальних осей валків застосовуються регулюючі планки й затиски, які ковзають у пазах подушки і станини. Щоб компенсувати термічне розширення валків подушки закріплюють тільки з боку, протилежного приводу, що дозволяє їм декілька переміщатися в осьовому напрямку.

Механізм вертикальної і осьовий установки валків. У процесі прокатки валки повинні займати певне положення в робочій кліті. З цією метою використовуються механізми вертикальної і осьовий установки валків. Інсталяційні механізми являють собою сукупність натискного і врівноважуючих механізмів.

Натискний механізм виконує переміщення, і врівноважує механізм призначений для вибору зазору всистемі натиску механізм-подушки верхнього валка з метою виключення ударів. Ці механізми забезпечують можливість роздільного регулювання положення кожної подушки валка.

Натискні гвинти. На товстолистових, тонколистових і смугових четиривалкових станах гарячої і холодної прокатки, де швидкість переміщення валків невелика, застосовуються тихохідні натискні механізми з приводом від електродвигуна через глобоїдні черв'ячні передачі. Останнім часом на листових і обтискних станах застосовуються гідравлічні і комбіновані натискні пристрої, які володіють значно меншою інерційністю і мають високу точність установки і здатність сприймати великі зусилля прокатки. У гідравлічних натискних пристроях зусилля прокатки сприймають гідравлічні циліндри, під поршні яких подається робоча рідина (мастило) під постійним тиском, тому перед прокаткою валки притиснуті один до одного з постійним зусиллям. У комбінованих пристроях грубе регулювання здійснюється електромеханічним пристроєм, а тонке – гідравлічним.

Врівноважуючий пристрій. Для урівноваження верхнього валка застосовують вантажні, пружинні і гідравлічні пристрої. Вантажні врівноважуючі пристрої застосовують при переміщенні верхнього валка на велику висоту. Пружинні врівноважуючі пристрої застосовуються на заготовочних, сортових, дротяних, листових двовалкових станах, де маса врівноважуючих деталей невелика.

Допоміжне обладнання – агрегати та механізми потокових технологічних ліній прокатних цехів підрозділяють на дві основні групи: транспортну, що виконує операції з переміщення металу, подачі його до робочих клітей і його кантування і обробку, робота якої пов'язана з операціями з обробки прокату.

До транспортної групи агрегатів і механізмів відносяться зливковози, рольганги, холодильники, маніпулятори, кантучі, поворотні і підйомні механізми. До обробної групи агрегатів і механізмів відносяться ножиці, пилки, правильні механізми і преси, моталки, розмотувачі та інш.

Зливковози. У даний час на обтискних станах прийняті дві схеми подачі злиwkів: човникова і кільцева. На сучасних станах здійснюється кільцева злиткоподача, що дає можливість забезпечити високу її продуктивність, становить 5-6 млн. тонн і більше в рік придатного прокату.

Кільцева зливкоподача називається так тому, що рух злитковозом здійснюється по замкнутому колу.

Рольганги. Рольганги призначені для транспортування металу до прокатного стану, подачі металу у валки, прийому його з валків і пересування до ножиць, пилок, правильних і інших пристроїв і механізмів. Загальна довжина рольгангів досить значна, а маса їх іноді досягає 20-30% від маси механічного обладнання всього прокатного цеху. За своїм призначенням рольганги поділяють на робочі і транспортні. Робочі рольганги розташовані безпосередньо у робочій клітці прокатного стану, й слугують для спрямування прокатуємого металу у валки і прийому його з валків. Усі інші рольганги називають транспортними.

Холодильники. Холодильники є сполучною ланкою між прокатним станом і агрегатами для обробки прокату. Питома маса холодильника в загальній масі обладнання прокатного цеху значна і складає від 35 до 50%. На холодильниках здійснюється прийом прокатуємого металу, його охолодження, передача на відповідний рольганг, транспортування металу до обробних агрегатів. Для охолодження прокатаного металу на сортопрокатних станах застосовуються рейкові і роликові холодильники. Рейкові холодильники найпоширеніші і бувають одно- і двосторонні: за кількістю одночасно прийнятих ниток прокатаного металу. На рейковому холодильнику охолодження смуг відбувається на рухомих зубчастих рейках, що здійснюють коливально-поступальний рух. Важливою перевагою цих холодильників є можливість коректування металу в процесі охолодження.

Шлепери застосовують для переміщення заготовок і крупносортних профілів поперек цеху від рольгангу до рольгангу, до прибирального карману або в сусідній проліт цеху.

Застосовуються канатні або ланцюгові шлеппери. Канатний шлеппер складається з 6-8 канатів, які тягнуть між низкою приводних барабанів. Ланцюговий шлеппер застосовують для тих самих цілей, що і канатний, ланцюги мають більшу теплостійкістю при переміщенні гарячого металу, ніж канати, однак вони можуть нормально працювати при натягу їх тільки в один бік, тому ланцюгові шлеппери є нереверсивними і менш маневреними.

Маніпулятори та кантувачі. Маніпулятори призначені для пересування металу по роликам рольгангу паралельно з метою подальшого правильного спрямування металу у валки. Маніпулятори застосовують на обтискних заготівельних та товстолистових станах при прокатці зливків і крупно габаритних заготовок.

Кантувачі служать для повороту смуги щодо повздовжньої осі на 90° перед задаванням наступного калібру для забезпечення рівномірного обтиску металу по всьому перерізу. На обтискних станах маніпулятори встановлюють з передньої і задньої сторін робочої кліті.

Підйомно-похитні столи. Їх застосовують на листових, сортових тривалкових і тонколистових двовалкової станах лінійного типу. На листових тривалкових станах підйомно-похитні столи встановлюють з обох боків робочої кліті.

Агрегати і механізми для різання прокату

Ножиці з паралельними ножами. Для порізки готового прокату на мірні довжини та обрізки кінців встановлюють ножиці для гарячого та холодного різання з паралельними ножами. Ножиці можуть мати нижній або верхній різ. Ножиці з верхнім резом мають просту конструкцію. У процесі різання нижній ніж нерухомий, а верхній, що був в супорті, за допомогою гідравлічного або кривошипного приводу рухається вниз і розрізає метал. Щоб перешкодити повороту смуги при різанні, встановлюють спеціальний притиск, що опускається на смугу з верхнім ножем. Ножиці з нижнім резом одержали більш широке застосування. Перед початком розрізання ножиці розкриті і метал проходить між ними по рольгангу: нижній ніж при цьому знаходиться нижче роликів рольгангу і не заважає руху металу. Потім метал зупиняється за допомогою пересувного упору і супорт верхнього ножа відпускається до зіткнення з металом. Подальше просування верхнього супорта припиняється і починає рухатися супорт нижнього ножа, при цьому здійснюється різання металу.

Ножиці з похилими ножами. Ножиці цього типу називаються гільйотинними. Конструктивно вони бувають двох типів: відкритого та закритого. Ножиці відкритого типу мають короткі ножі та одну станину з боковим просвітом, через який подається розрізаючий метал. Цей тип ножиць застосовують для різання штаби і сортового прокату в холодному стані. Для сортового прокату форма ножів відповідає профілю перерізу розрізає мого металу.

Летючі ножиці. Летючі ножиці використовуються для різання металу при русі його з великою швидкістю. У прокатних цехах експлуатуються

ножиці різних конструкцій: барабанні, важільно-кривошипні, планетарні і маятникові та інші.

Барабанні летючі ножиці. Ножиці цього типу широко застосовують для різання широких смун товщиною до 30 мм, холодного різання смуг товщиною до 3 мм і гарячого різання дрібних сортових профілів. На барабанних ножицях закріплені визначені рухи за одним або декілька ми ножами. Смуга рухається безперервно і подається до ножиць подаючими роликками з постійною швидкістю. При зустрічі ножів верхнього та нижнього барабанів відбувається різання смуги. Ножиці прості за конструкцією, надійні в експлуатації і дозволяють різати метал за швидкістю більше 15 м/с.

Важільно-кривошипні летючі ножиці. Важільно-кривошипні летючі ножиці з поступово-рухомими ножами використовують при різанні товстих смуг. Ножі рухаються за складною еліптичною траєкторією, а на ділянці різі ця траєкторія збігається з горизонтальним рухом смуги, зближуючись по вертикалі.

Планетарні летючі ножиці. Для різання заготовок і сортових профілів застосовуються планетарні летючі ножиці. Вони призначені для порізки на ходу заготовок заготовок перерізом 80x80 і 120x120 зі швидкістю 7,0 і 3,1 м/с відповідно, а також плоских заготовок перерізом 100x120-100x150 мм та круглих заготовок діаметром 100-140 мм.

Ножиці можуть працювати в режимі без пропуску різі і з пропуском різі. При роботі з пропуском різі кривошип приводиться в обертання від редуктора пропуску різі з кутовою швидкістю, у два рази меншою кутової швидкості барабанів. Наприкінці першого обороту барабанів сонячні та планетарні шестірні за допомогою шарнірно-важельної системи повернуться в протилежних напрямках, забезпечуючи можливість вільного проходу заготівлі між розсунутими ножами. Наприкінці другого обігу барабанів відбувається різання заготовки на подвійні довжини.

Дискові ножиці застосовують для обрізки кінців смуги й різання широких смуг в поздовжньому напрямі на декілька більш вузьких смуг.

Дискові пили. Для різання профільного прокату застосовуються дискові пили з метою підвищення якості різі. Дискові пили поділяються на дві групи: для гарячого різання (зубчасті диски) і для холодного різання (гладкі диски). У пил з гладкими дисками різання відбувається внаслідок розплавлення металу при терті швидкообертаючого диска.