

5.ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СОРТОВОГО ПРОКАТУ

5.1. Програма та обладнання для прокатування сортової сталі

Сортова сталь є найпоширенішим видом прокату. Її використовують для виготовлення різних деталей машин, верстатів, сталевих та залізобетонних конструкцій. Частина сортової сталі є готова продукція, а частина уявляє собою напівфабрикат, який в подальшому піддається переробці: куванню, штампуванню, волочінню, обробці різанням.

В залежності від призначення сортової сталі поділяють на профілі загального призначення, що мають просту геометричну форму, та фасонні профілі загального, галузевого та спеціального призначення.

В залежності від розмірів сортової сталі умовно поділяють на дрібносортову, середньосортову та крупносортову. Відповідно сортові стани поділяють на дрібносортові з валками, які мають діаметр 250-350 мм. Використовуються для прокатування дрібних виробів з діаметром до 30 мм. Середньосортові стани, у яких діаметр валків дорівнюється 350-500 мм, використовуються для прокатування середньосортових простих та фасонних профілів. Крупносортові стани, з діаметром валків 500-750 мм

використовуються для прокатування крупносортових профілів загального призначення та важких фасонних профілів.

До сортових станів також відносяться дротові стани з валками діаметром 150-280 мм, що використовуються для прокатування дроту (катанки) діаметром від 5,5 мм до 9,0 мм, смугові стани для прокатування смугової сталі.

5.2. Крупносортові стани

Крупносортові стани 500-650 призначені для виготовлення з блюмів широкого асортименту крупного сортового прокату. Крупносортові стани мають, лінійне розміщення клітей (рейкобалкові стани) або зигзагоподібне (характерне для станів 500 і 530). Найдосконалішим за планом є напівбезперервний стан 600. Розвиток сортових станів йде по шляху реалізації безперервності процесу прокатування, збільшення швидкості прокатки й продуктивності станів, підвищення жорсткості клітей, комплексної автоматизації всього технологічного процесу. Продуктивність крупносортових станів коливається від 0,5 до 1,6 млн. т/рік готового прокату.

На крупносортовому напівбезперервному стані 600 виготовляється широкий сортамент крупних профілів із заготовок 300×300 мм довжиною 6 м, масою 4,2 т, які надходять від блюмінга. Максимальна швидкість ходу профілю з останньої кліті – до 10 м/с, а найбільша довжина розкату – до 96 м.

Заготовки від блюмінгу або зі складу подають на вантажний пристрій, завантажують у методичну піч. При потребі блюми зачищають на стелажах, розміщених у прольоті складу. Продуктивність кожної печі при посаді холодних блюмів – 110-120 т/год. Блюми видають із нагрівальних печей на приймальний рольганг, по якому направляють їх до горизонтальної кліті 850. Перед задачею у кліть блюм кантують на 90°. Обтиснутий блюм направляють до першої безперервної групи, що складається з трьох, горизонтальних клітей, перша з яких має діаметр робочих валків 850 мм, а дві інші – 730 мм і двох вертикальних клітей 730. Після першої групи розкат надходить у прохідну роликіву нагрівну піч, де його нагрівають до 1180°C. За піччю розміщують ексцентрикові ножиці з нижнім різом, які призначені для відрізання переднього кінця та гарячого різання переднього кінця й розкату на мірні частини. Ці ножиці паралельними ножами ріжуть розкат з поперечним перерізом до 260×180 мм при температурі не нижче від 900°С зі швидкістю 6-11 різів за хвилину. Мірні куски розкату рольгангом подають в горизонтальну кліть 730, а потім перед подачею в другу групу безперервних клітей кантують на 90°. Друга група безперервних клітей складається з однієї вертикальної та двох горизонтальних клітей 730. У наступних двох лініях кліті розміщені послідовно й у шаховому порядку. У другій лінії встановлено горизонтальні кліті (рис. 5.1), дві з яких мають діаметр валків 730 мм, а дві інші – 530 мм, у третій лінії розміщено три горизонтальні кліті 530. Три паралельні лінії клітей стана зв'язані між собою п'ятьма ланцюговими шлеперами, що дає змогу в разі потреби виключати з роботи ті чи інші кліті. Лінія прокатки на стані постійна, а кліті для сполучення потрібних калібрів з

лінією прокатки виконано пересувними. При прокатуванні двотаврових балок замість останньої чистої горизонтальної кліті 530 встановлюють універсальну балкову кліть.

Для різання розкату довжиною до 96 м на мірні частини встановлено вісім пересувних важільних дискових пил з діаметром диска 1800 мм. Пили обладнано важільними штовхачами для подачі розкату на стелаж для різання й видачі порізаного на мірні частини розкату на відповідний рольганг. Дільниця пил обладнана двома пересувними і сьома стаціонарними упорами та клеймувальними машинами.

Холодильники стана обладнано ланцюговими канатними шлеперами. Тут же встановлено пристрої для кантування рейок і балок на 90° і швелерів на 180°. Дільниця холодної обробки має чотири пересувні сортоправильні машини та чотири дискові пили зі шлеперами для пакетування прокату перед різанням. Далі готовий прокат зі стелажів передають у кармани, зв'язують у пачки та відправляють на склад.

Трубна заготовка проходить підготовку на поточному агрегаті, де її правлять на ролико-правильній машині, свердлять та фрезерують.

Крім того, на стані є дільниця обробки рейок, обладнана вертикальним правильним пресом, фрезерним й свердлильними верстатами.

Допоміжна обробка прокату виконується на поточній дільниці за допомогою вертикального преса й пили холодного різання.

При організації виробництва широкополичних балок малого розміру гарним прикладом може служити крупносортний стан 650, введений в експлуатацію в 1973 р. на Ісфаганському заводі (Іран). Цей стан був спроектований Колпинським відділенням ВНДІметмаша (під керівництвом Г. Н. Краузе) за технічним завданням Гіпромеца (Москва) і виготовлена ЭЗТМ, УЗТМ, Іжорським заводом і СКМЗ.

У стана п'ять робочих клітей, він має швидкість виходу з останньої кліті 10 м/с. Стан призначений для прокатки різних крупних профілів – двотаврових балок і швелерів №10–30, кутових профілів №9-20, рейок вузької колії 8-24 кг/м, круглих профілів діаметром 50-150 мм, смугових профілів 8-20×130-200 мм та ін. Але головною продукцією, що прокатується на стані, є широкополичні балки з паралельними полками середньої ширини 1PE140, 1PE160 і 1PE180.

На відміну від існуючих лінійних рейко-балкових і крупносортних станів (НТМК, «Азовсталь») на крупносортному стані 650 металургійного заводу в Ірані зовсім по-новому вирішене питання про склад розташування устаткування на ділянці робочих ліній. Замість чотирьох клітей, три з яких розміщені в одну лінію, на іранському стані встановлено п'ять робочих клітей, кожна з яких улаштована незалежним приводом. Всі кліті стану розташовані на двох паралельних лініях – основній й заготовочній. Обидві лінії стану зв'язані між собою чотирма ланцюговими передатними шлеперами, у тому числі шлепером перед кліттю № 1, які в сполученні з роздільними приводами всіх клітей і наявністю на заготовочній лінії ножиців гарячого різання, таврувача й окремого холодильника для заготовок роблять

цей стан винятково маневреним. Стан може працювати по шести різних потоках, у тому числі по двох одночасно (наприклад, прокатка профільного й сортового прокату по основній лінії й заготовок по заготовочній).

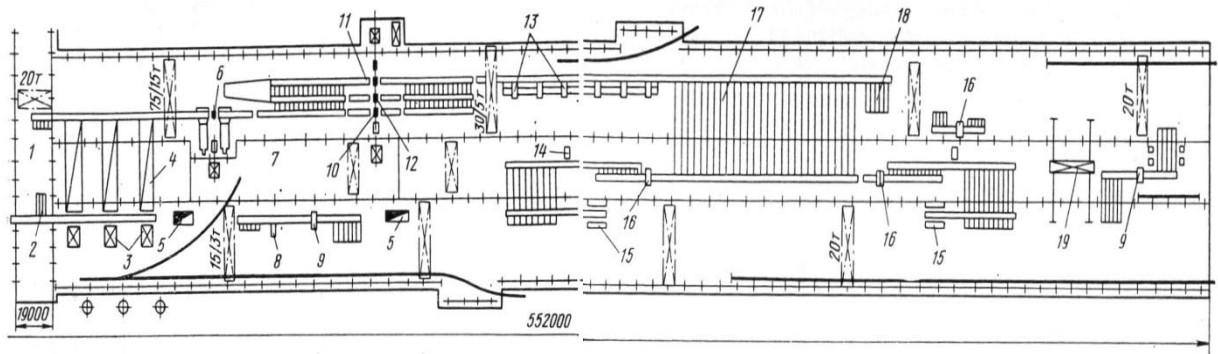


Рисунок 5.1– Схема розташування обладнання крупнорозового стану 650:

- 1 – склад блюмів; 2 – завантажувальні решітки; 3 – товчачі;
 4 – нагрівні печі; 5 – колодязь для окалини; 6 – чорнова двовалкова реверсивна кліть 800; 7 – електромашинна зала; 8, 14 – дискові пили холодної різки; 9 – правильний прес; 10, 12 – чорнові тривалкові кліті 650; 11 – чистова двовалкова кліть 650;
 13 – дискові пили; 15 – укладчик готового прокату; 16 – правильні машини;
 17 – холодильник; 18 – стелаж для якісних заготовок; 19 – передаточний візок

5.3. Середньосортові стани

Основним напрямком розвитку середньосортових станів є створення напівбезперервних станів. Крім того ще експлуатуються середньосортові стани старого планування з лінійним, шаховим і зигзагоподібними розміщеннями робочих клітей.

Як вихідний матеріал для прокатування на середньосортових станах використовують катану або литу заготовку перерізом $100 \times 100 \div 250 \times 250$ мм довжиною від 4 до 12 м і масою 2-6 т.

На середньосортних станах виготовляють фасонні та полегшені будівельні профілі, серед яких кутова сталь розміром до 150 мм, тонкостінні швелери й двотаврові балки високою до 300 мм, кругла, квадратна і шестигранна сталь розміром у перерізі 75 мм і штаба шириною до 200 мм.

Середньосортові стани можуть мати різні сполучення типів клітей. Так, існують стани, складені з горизонтальних і вертикальних двовалкових клітей. Універсальних або комбінованих клітей, установлених у дві групи – чорнову й чистову.

Склад клітей чорнкової групи визначається сортаментом стану, продуктивністю, можливістю використання вихідних заготовок різних перерізів. Якщо стан має невелику продуктивність і малі відхилення від середніх розмірів перерізів вихідної заготовки, то в чорновій групі такого стану звичайно встановлюється одна реверсивна кліть, в якій прокатування здійснюють за 5-7 проходів.

Для станів з більшою продуктивністю в чорновій групі звичайно встановлюють одну реверсивну й одну – три послідовно розміщених нереверсивних клітей. Відстань між клітями вибирають такою, щоб

забезпечувався вільний вихід розкату. Перед входом в кожну кліть розміщують кантувачі для повороту розкату навколо поздовжньої осі на 90° .

Стани високої продуктивності мають чорнову групу – три блоки по три кліті. Проміжок між блоками перевищує довжину розкату. Найдосконалішими і найпродуктивнішими є стани, в яких чорнова група виконана безперервною з горизонтальними валками, що чергуються з вертикальними.

Чистові неререверсивні групи середньо сортних станів мають від 6 до 12 робочих клітей, з яких комбінованих універсальних може бути 4-10, а комбінованих двовалкових – 2-4 (рис. 5.2).

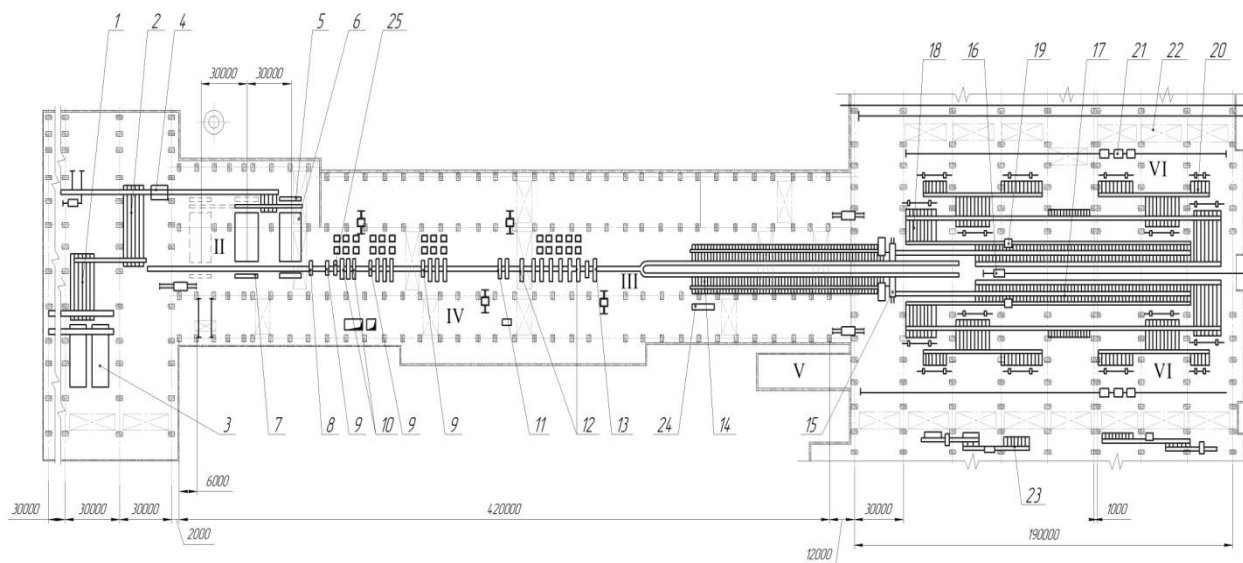


Рисунок 5.2 – План розміщення устаткування безперервного середньосортного стану 450: *I* – склад заготовок; *II* – відділення нагрівних печей; *III* – становий прольот; *IV* – скрапний прольот; *V* – машинний зал; *VI* – склад готової продукції;

- 1 – холодильник; 2 – шлепер; 3 – стелаж; 4 – ваги; 5 – штовхач; 6 – нагрівальна піч з крокуючим подом; 7 – пристрій для видачі заготовок; 8 – ножиці 4 МН; 9 – кантувач; 10 – три чорнові безперервні триклітьові групи; 11 – летючі ножиці 1,3 МН; 12 – чистова група клітей; 13 – летючі ножиці 0,6 МН; 14 – двосторонній холодильник; 15 – кармани крупного сортового прокату; 16 – пересувні правильні машини; 17 – відвідні рольганги; 18 – шлепер; 19 – ножиці з упором; 20 – агрегати упаковки; 21 – передавальні візки; 22 – мостовий кран; 23 – агрегати додаткової правки і різання; 24 – насоси для термічного зміцнення прокату; 25 – машина для вогневої зачистки заготовки

Вихідним матеріалом для прокату є заготовки перерізом $150 \times 150 \div 200 \times 200$ мм довжиною $8 \div 12$ м і масою до 4,7 т, які звичайно надходять від безперервно-заготівельних станів. Продуктивність середньосортного стану 450 по готовому прокату становить 1,5 млн. т/рік. Цей стан призначений для прокатування нормальних двотаврових балок і швелерів висотою $100 \div 180$ мм, тонкостінних двотаврових балок і швелерів з паралельними полицями висотою $160 \div 300$ мм, круглої сталі діаметром $32 \div 60$ мм, квадратної сталі зі стороною $26 \div 56$ мм, штабової сталі з розмірами $9 \div 20 \times 125 \div 200$ мм. Довжина готового прокату – до 24 м.

Заготовку зі складу в холодному стані або при температурі $400\div 500^{\circ}\text{C}$ від безперервного заготівельного стану після зважування рольгангом подають до печей і далі штовхачем задають у нагрівну піч з крокуючим подом. Нагріті до температури $1160\text{--}1180^{\circ}\text{C}$ заготовки пристроєм без ударної видачі направляють на приймальний рольганг, який транспортує їх у становий прольот. Тут перед чорною групою установлені: кантувач, ножиці для обрізання з зусиллям 4МН і машина вогневої зачистки.

У чистовій групі передбачені більш широкі можливості застосування різних комбінацій розташування прокатних валків залежно від вимог процесу прокатки того або іншого профілю. Перша, четверта й шоста кліті зроблені комбінованими, а інші чотири кліті – з горизонтально розташованими валками; для них також передбачена можливість додавання вертикальних валків, тобто застосування універсальних клітей.

На рис. 5.3 показано схему середньосортового безперервного стану 450, який встановлено на Заходносибірському металургійному заводі.

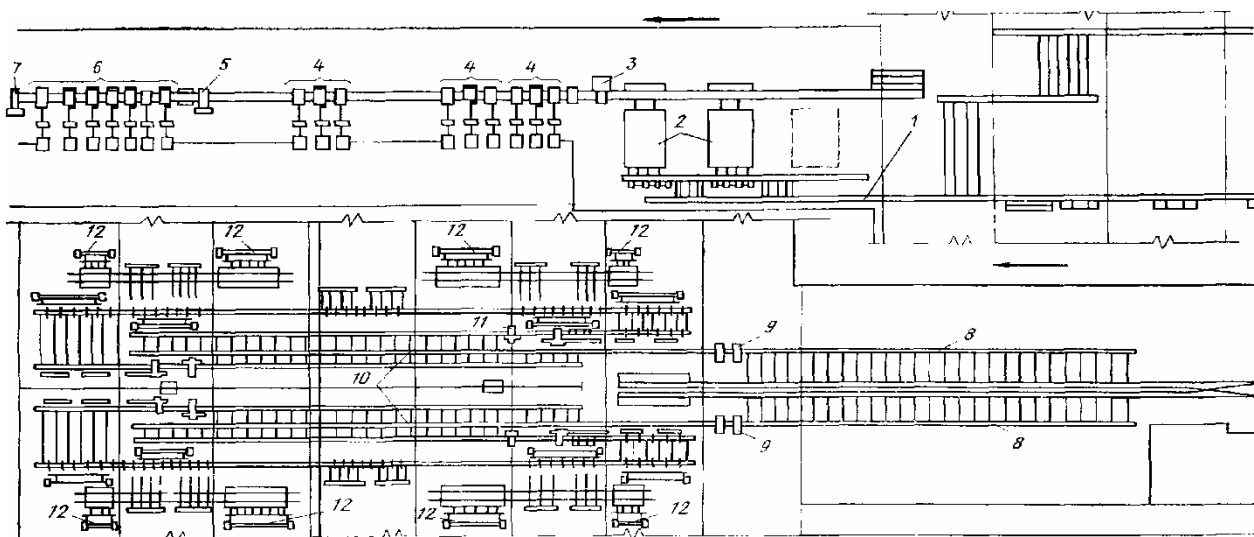


Рисунок 5.3–Схема середньосортового безперервного стану 450, встановленого на Заходносибірському металургійному заводі: 1 – завантажувальний рольганг; 2 – нагрівальні печі із крокуючим подом; 3 – машина для вогневого зачищення; 4 – чорнові групи робочих клітей; 5 – летучі ножиці зусиллям 130 тс ; 6 – чистові робочі кліті; 7 – летучі ножиці; 8 – холодильники; 9 – правильні машини; 10 – кишені; 11 – ножиці для холодного різання; 12 – в'язальні машини

У чистові групі при безперервній прокатці швелерів і балок встановлено сім клітей, з яких три кліті комбіновані ($530\times 630\text{ мм}$), а чотири – універсальні з горизонтальними приводними ($530\times 630\text{ мм}$) і вертикальними холостими ($900\times 600\text{ мм}$) валками. При прокатуванні простих профілів усі сім клітей комбіновані. За останньою чистовою кліттю встановлено летючі ножиці зі зусиллям $0,63\text{ МН}$, які ріжуть готовий прокат на мірні частини. Готовий прокат охолоджують у двобічному холодильнику довжиною 120 м і виправляють після охолодження на ролико-правильних машинах. Потім прокатні профілі довжиною 18 і 24 м збирають у пачки і направляють в ями для сповільненого охолодження. Усі інші профілі великої довжини ідуть на

дві оборотні лінії правки і після них надходять на агрегати різання і упаковки.

5.4. Дрібносортові стани

Сучасні тенденції виробництва дрібносортового прокату полягають у створенні високопродуктивних безперервних і реконструкції діючих станів, а також в удосконаленні технології одержання дрібносортних профілів. На цих станах виготовляють круглу та арматурну сталь діаметром 8÷40 мм, кутовий профіль і швелери розміром 20÷65 мм, а також штабову сталь шириною 12÷70 мм прокатують із заготовок перерізом від 80×80 мм до 130×130 мм.

Найбільшого поширення у вітчизняній металургії набули безперервні одно- й двониткові дрібносортові стани 250 (рис. 5.4). Останні стани мають продуктивність 650 т/рік і призначені для виробництва круглої, шестигранної та квадратної сталі розміром 8÷30 мм, арматурної сталі періодичного профілю 10-28 мм, кутової сталі № 2-4. Заготовка для дрібносортового прокату перерізом 80×80 мм, довжиною до 12 м і масою 600 кг надходить від безперервного стану. Дрібносортовий стан складається з 23 двовалкових робочих клітей, об'єднаних у чорнову, проміжну й дві чистові групи клітей. До складу чорнкової групи входять сім горизонтальних клітей дуо (480×800 мм); до складу проміжної групи – чотири кліті дуо (380×400 мм), а дві чистові групи складаються з шести комбінованих і горизонтальних клітей дуо (270×400 мм), що чергуються.

Усі кліті мають індивідуальні приводні двигуни з чотирикратною межею регулювання.

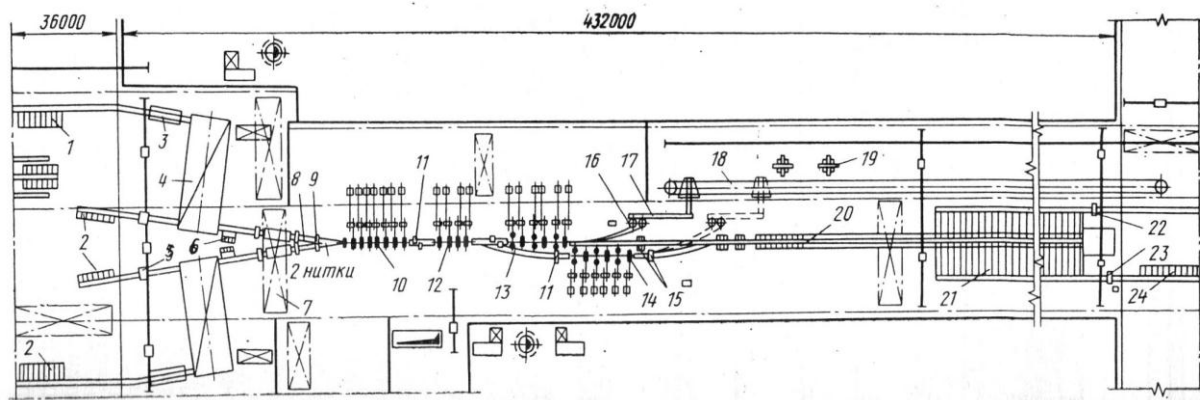


Рисунок 5.4 – План розміщення устаткування безперервного стану 250:

- 1 – завантажувальні ґрати; 2 – розвантажувальні ґрати; 3 – ваги; 4 – нагрівальні печі; 5 – установка вогневого різання звороту; 6 – стикозварювальні машини; 7 – петльові ями; 8 – індукційні печі; 9 – кривошипно-важільні летючі ножиці; 10 – чорнова безперервна група клітей; 11 – летючі аварійні ножиці; 12 – проміжна група клітей; 13 – петльовики; 14 – чистова безперервна група клітей; 15 – летючі ножиці; 16 – моталки для круглої сталі; 17 – транспортери бунтів; 18 – крюкові конвеєри для бунтів; 19 – зйомники і пакетувальники бунтів; 20 – рольганг холодильника; 21 – холодильник; 22 – правильна машина; 23 – ножиці; 24 – збиральні кармани

Перед початком прокатки заготовка із завантажувальної решітки подається відповідним рольгангом до нагрівальної печі. Посад заготовок у піч виконується штовхаючим пристроєм. Заготовки в печі рухаються штовхачем. Виштовхувач видає заготовку з печі на рольганг, який подає її в лінію стана. За печами встановлена стикозварювальна машина, яка зварює заготовки при безперервній прокатці з наступним її підігріванням в індукційній печі. В разі поштучної прокатки заготовки в проміжній печі не підігріваються. Перед першою чорною кліттю встановлено летючі кривошипно-важільні ножиці правого або лівого виконання для кожної прокатної нитки. Ці ножиці служать для обрізання кінців прокату, а також як аварійні. Між чорною й проміжною групами клітей встановлено летючі кривошипно-важільні ротаційні ножиці, які служать для обрізання на ходу переднього кінця й розрізання штаби на куски в разі аварійних затримок у лінії прокатки. Після виходу з останніх чистових клітей прокат ріжуть на летючих ножицях на мірні частини або направляють на моталки для змотування в бунти.

Безперервний однопітковий дрібносортовий стан 250 призначено для випуску круга діаметром $14\div 32$ мм і шестигранника – $14\div 40$ мм (рис. 5.5). Стан спеціалізується на випуску в бунтах підкату масою до 2,1 т, який використовується для калібрування й холодної висадки профілю високої точності, чистоти й міцності поверхні. Вихідним матеріалом стану є заготовки перерізом 150×150 мм, довжиною $12\div 15$ м, масою до 2,1 т, які надходять від БЗС. Продуктивність стану – 1 млн. т/рік.

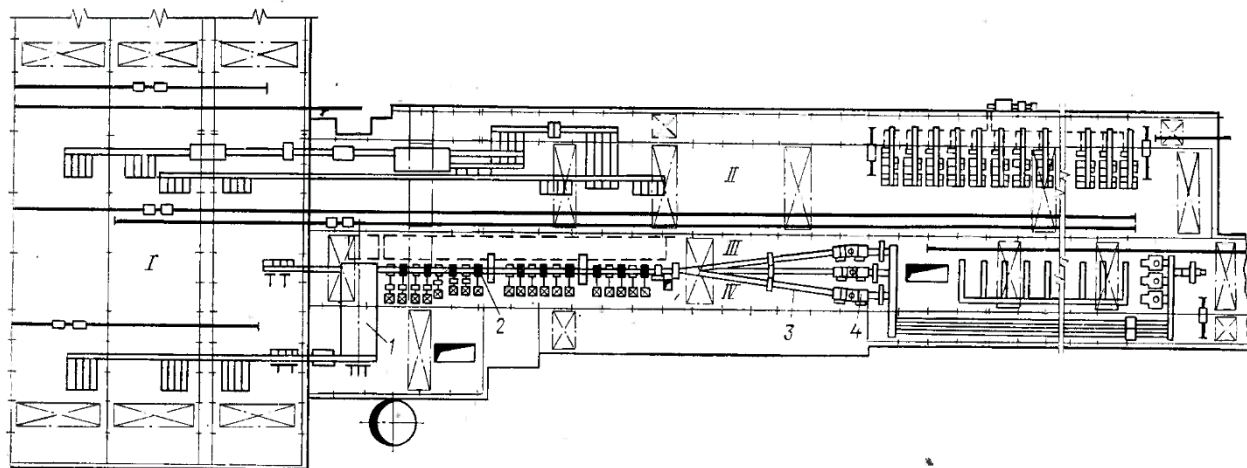


Рисунок 5.5 – План розміщення устаткування безперервного дрібносортового стану 250:

I – склад заготовок; *II* – відділення обробки заготовок; *III* – становий прольот;
IV – машинний зал; 1 – нагрівна піч; 2 – робочі кліті стану; 3 – система прискорення охолодження прокату; 4 – моталки

Мірний готовий прокат направляють у холодильник і після охолодження виправляють. Ріжуть і передають у притиральні кармани. Бунти від моталок передають на крюковий конвеєр для охолодження після охолодження бунти пактують на складі.

Стан складається з 20 робочих клітей дуо з горизонтальними та вертикальними валками. Об'єднаними в три послідовно розміщені безперервні групи. Чорнова група включає вісім клітей, з яких чотири горизонтальна, а чотири – вертикальні. Проміжна й чистова група складається з шести клітей кожна. Ці групи мають по три горизонтальні й вертикальні кліті. Кліті стана мають такі параметри:

№1 – (560×800 мм), №2 – (530×800 мм), №3 – (470×800 мм),
№4 – (450×800 мм), №5 – (380×710 мм), №6 – (380×630 мм),
№7 – (380×710 мм), №8 – (380×630 мм), №9-14 – (320×500 мм),
№15-16 – (320×500 мм), №17-20 – (280×400 мм).

Між групами клітей розміщено летючі ножиці, які призначені для обрізання кінців і аварійного різання розкату. Летючі ножиці, розміщені за чистовою групою, обрізають кінці штаби для зняття проб.

Завдяки наявності в лінії стана горизонтальних і вертикальних клітей прокатування здійснюють без кантування й скручування розкату, чим забезпечується висока якість його поверхні та підвищується продуктивність процесу.

Наявність клітей жорсткої конструкції та прокатування з мінімальним натягом дає змогу одержати готову продукцію з мінімальними допусками розмірів її поперечного перерізу. Стан обладнано відповідними трубами для прискореного охолодження розкату водою до температури 700°С, що сприяє поліпшенню якості металу за рахунок його зміцнення. Основна продукція стана змотується в бунти за допомогою трьох паралельно розміщених моталок, які працюють по чергово. Бунти охолоджуються водно-повітряною сумішшю й крокуючими конвеєрами передаються на склад. Частина продукції випускається в прутах, для чого призначені агрегати розмотки, правки й різання. Стан має ділянку обробки заготовок, де здійснюється автоматична дефектоскопія й сортування металу за внутрішніми й зовнішніми дефектами. Тут же розміщено установки для абразивної зачистки.

5.5. Дротові стани

Дріт діаметром від 5 до 13 мм прокатують на спеціальних дротових станах лінійного, напівбезперервного й безперервного типу. Основними станами для виробництва дроту є безперервні стани, які поділяються на дво- і чотири ниткові. На цих станах виготовляється дріт (катанка) в бунтах масою до 2 т. Вихідний матеріал – це катані або литі заготовки з розміром поперечного перерізу від 100×100 до 130×130 мм і довжиною від 12 до 15 м. Кількість клітей стана вибирається так, щоб для кожної нитки прокату забезпечувалося 21-27 проходів. Ці стани мають горизонтальні та вертикальні кліті, які забезпечують виробництво прокату без скручування. Кліті безперервних дротових станів об'єднано в чорнову і проміжну групи з прокаткою в кілька ниток, а також чистову групу, де прокатують в одну нитку. До складу чорнової групи звичайно входять від семи до дев'яти клітей дуо з горизонтальними валками діаметром від 450 до 500 мм. Проміжна група

складається з чотирьох клітей з валками діаметром від 300 до 400 мм. Перед чистовими розміщують групи клітей по дві або чотири горизонтальні або горизонтальні і вертикальні, що чергуються з валками діаметром 240÷320 мм. Чистові групи включають двовалкові горизонтальні й вертикальні кліті, що чергуються, з валками діаметром 150-250 мм. На деяких станах до чистових груп клітей входять блоки тривалкових клітей, осі валків яких розміщені під кутом 120°, або блоки двовалкових клітей. Осі валків яких розміщені під кутом 45° до горизонталі, а вісь кожної наступної кліті під кутом 90° до осі попередньої кліті. Така конструкція клітей чистової групи дала змогу збільшити швидкість прокатування до 100 м/с.

Безперервний чотиринитковий дрововий стан має продуктивність 600 тис. т/рік, призначається для прокатування катанки діаметром 6-10 мм із заготовок розміром у поперечному перерізі 80×80 мм довжиною 12 м і масою 600 кг, які надходять від заготовочних станів (рис. 5.6).

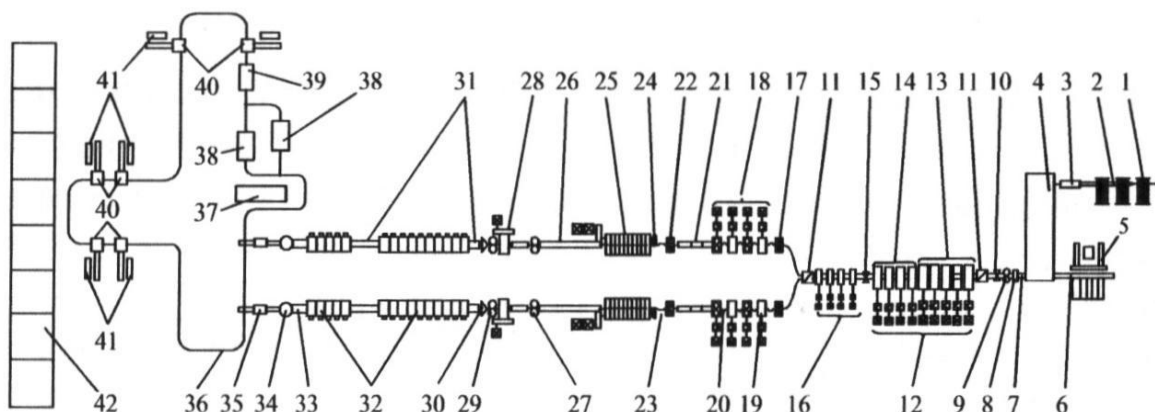


Рисунок 5.6—План розміщення устаткування безперервного дрібносортового стана 150:

1 – завантажувальний пристрій; 2 – завантажувальний рольганг; 3 – рольгангові ваги; 4 – піч для нагріву заготовок; 5 – виштовхувач; 6 – відводячий рольганг з решіткою для заготовок; 7 – підводячий рольганг; 8 – пристрій для гідрозбиву окалини; 9 – трайбапарат; 10 – двониткові розривні ножиці; 11 – стрілка; 12 – чорнова група клітей; 13 – кліті дуо 560; 14 – кліті дуо 500; 15 – кривошипно-ричажні ножиці; 16 – 1-а проміжна група (кліті дуо 360); 17 – скрапні ножиці; 18 – 2-а проміжна група клітей; 19 – консольні кліті дуо 250; 20 – вертикальний петлерегулятор; 21 – підводяча проводка з пристроєм для охолодження раскату; 22 – триструмові універсальні ножиці; 23 – горизонтальний петлерегулятор; 24 – обривні ножиці; 25 – 10-ти клітьовий чистовий блок 170/150; 26 – лінія водяного охолодження прокату; 27 – трайбапарат №1; 28 – 2-х клітьовий низькотемпературний блок 190; 29 – трайбапарат; 30 – виткоукладчик; 31 – роликотранспортер; 32 – вентиляторна система охолодження раскату; 33 – рольганг прибирання витків; 34 – пристрій для збору витків у мотки; 35 – завантажувальний візок; 36 – крюковий конвеєр; 37 – інспекційна ділянка; 38 – пристрій для підпресовки та ув'язки мотків; 39 – ваги; 40 – розвантажувальний візок; 41 – пристрій для накопичення і пакетування мотків; 42 – склад готової продукції

Заготовки перед поштучною прокаткою нагрівають до температури 1150° С у нагрівальних печах з крокуючим подом, а при нескінченій прокатці додаткове нагрівання виконується в індукційній печі.

До складу стана входять 37 двовалкових клітей, об'єднаних у безперервну чорнову групу, яка включає дев'ять клітей, з яких сім клітей 480 і дві кліті 370; у першу проміжну групу з чотирма клітями 320; у дві паралельні другі проміжні групи по чотири кліті 320 у кожній і чотири паралельні чистові групи з чотирма клітями 250, з яких дві горизонтальні й дві вертикальні. У чорновій і першій проміжній групах прокатують у чотири нитки, у другій проміжній – у дві, а в чистовій – в одну нитку зі швидкістю до 40 м/с.

Перед чорною групою клітей і за нею встановлено летючі ножиці, які призначені для обрізання переднього кінця й різання розкату при аварії. За кожною чистовою групою встановлено по дві моталки з нерухомим барабаном, на яких катанку змотують у бунти, які ланцюговим транспортером передають на гаконвейер для охолодження. Після охолодження бунти знімають з конвеєра спеціальною машиною, ув'язують, пакують та відправляють на склад.

5.6. Розробка технології виготовлення смугової сталі

Способи отримання смугової сталі

Існують наступні способи отримання смуги на сортових станах:

- прокатування на старих лінійних станах в закритих калібрах;
- прокатування на лінійних дрібно- і середньосортових станах на ступеневих валках з використанням передчистового ребрового калібру;
- прокатування на сучасних безперервних станах на гладкій бочці з використанням двох чи чотирьох ребрових калібрів, які розташовують у вертикальних валках. Якщо стан не обладнано такими калібрами, то їх вирізають на валках горизонтальних клітей, а смуги перед ребровими проходами кантують на 90^0 . Перший ребровий калібр розташовують перед чистовим проходом, других – за 2-3 проходи проти руху прокатування.

При прокатуванні відносно широких та тонких смуг обтиснення в ребровому калібрі виконують перед останніми двома проходами на гладкій бочці для запобігання втрати стійкості тонкої смуги при обтисненні “на ребро”.

Кількість ребрових проходів залежить від величини сумарного обтиснення за шириною калібру. При великих значеннях обтиснення на ребро можливо використання до чотирьох ребрових калібрів.

Для прокатування смуги використовують підкати квадратного та прямокутного перерізу, які отримуються в чорновій групі клітей. Смугу прямокутного перерізу в залежності від ширини смуги можна отримати в чорнових та проміжних групах клітей. Використовують системи калібрів: прямокутник-ящиковий квадрат, гладка бочка-ящиковий квадрат, овал-ребровий овал.

Розробка технологічного процесу виготовлення прямокутної смуги на безперервному стані

Сучасний спосіб виготовлення прямокутної смуги – це виготовлення її на безперервному стані. Схема розміщення обладнання безперервного дрібносортового стану 250-2 показана на рис. 5.7.

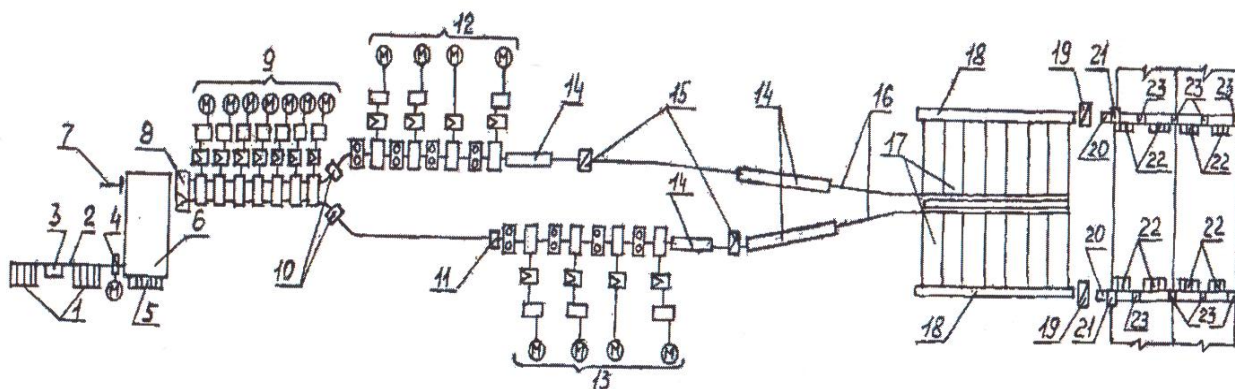


Рисунок 5.7 – Схема розташування устаткування безперервного дрібносортового стану 250-2: 1 – завантажувальні ґрати; 2 – підвідний рольганг; 3 – кишень для забракованих заготовок; 4 – втаскувач; 5 – штовхач; 6 – нагрівальна піч; 7 – виштовхувач; 8 – розподільник заготовок; 9 – чорнова група клітей; 10 – аварійні ножиці; 11 – обривний ніж; 12, 13 – ліва та права чистові групи клітей; 14 – лінія прискореного охолодження; 15 – двохбарабанні ножиці; 16 – рольганг; 17 – холодильник; 18 – відвідний рольганг; 19 – ножиці; 20 – прибиральний рольганг; 21 – пересувний упор; 22 – ваги з кишнями; 23 – упори

Підготовлені для прокатки заготовки, в залежності з замовленням, укладають пратцен-кранами на завантажувальні решітки, звідки за допомогою перекладаючого пристрою по одному передають на підвідний рольганг.

Придатні заготовки транспортують до нагрівальної печі і задають в неї з допомогою втаскуючого пристрою.

Браковані заготовки з підвідного рольгангу спеціальним відштовхувачем видаляють в карман.

Нагрів заготовок відбувається в методичній печі до встановленої температури в залежності від марки сталі.

Переміщення металу в печі відбувається штовхачами. Видача заготовок з печі відбувається з допомогою виштовхувача. Видані з печі заготовки розподіляють на дві нитки з допомогою розподільного столу.

Прокатку на станах проводять в дві нитки на чорновій і в одну нитку на кожній чистовій групі клітей. Число проходів залежить від прокатуємого профілю.

Між чорною і чистою групою прокатки передбачена обрізка переднього кінця розкату довжиною від 50 до 150 мм на летучих ножицях, котрі також можуть проводити розріз розкату на габаритні довжини (в аварійних ситуаціях).

Перед правою чистовою групою встановлені обривні ножиці, які автоматично відрізають задній кінець, що застряє в чистових клітках розкату, що зменшує кількість плутанки між клітками.

Після чистових клітей при прокатці всіх профілів розкат ріжуть на летучих двобарабаних ножицях на довжини, які відповідають вимогам подачі прутків, полоси або штанг на холодильник. Полоси переміщуються по холодильнику, охолоджуються, потім їх збирають у пакети і подають до ножиць холодного різання для розрізання на мірні і немірні величини.

Готовий прокат, порізаний на довжини, згідно завдання виробничого управління, від ножиць холодного різання металу транспортують рольгангами до приймальних карман-вагам. Пачки прокату зав'язуються ручним або механізованим способом. Готовий прокат зважують і транспортують мостовими крюковими кранами на склади готової продукції.

На складі у випадку необхідності прутки, полоси або штанги проходять холодну правку, порізку, сортування та ремонт.

Пачки готового прокату убирають та укладають в штабелі або грузять в залізничні вагони електромостовими кранами.

Обрізь від аварійних ножиць та ножиць холодної різки збирають в установлені в ямах короба. Після наповнення короба виймають електромостовими кранами та відвантажують в залізничні вагони.

Окалину з під робочої кліти змивають водою в відстійник окалини, що розташований в скрапному прольоті, звідки вилучають електромостовими кранами і завантажують в залізничні вагони. Періодичність відвантаження окалини з відстійників повинна бути не менш одного вагону за два дні.

Валки дрібносортих станів розточують і ремонтують у вальцетокарному цеху. Для зберігання валів поточної потреби встановлені спеціальні стенди.

Всі частини стану зв'язані в єдиний безперервний технологічний комплекс.

Розрахунок калібровки за методом Чемарьова [8]

Визначають розміри профілів в гарячому стані з врахуванням граничних відхилень за стандартом:

$$b_r = \left(b + \frac{\Delta}{2}\right) (1,012 \dots 1,015), \quad (5.1)$$

$$h_r = \left(h + \frac{\Delta}{2}\right) (1,012 \dots 1,015),$$

де b, h – розміри смуги в холодному стані;

Δ – допуск за стандартом.

Визначають розмір початкового квадрату, де середній показник уширення приймають з табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Значення середнього показника уширення

Ширина смуги, мм	$K_{орг}$	$K_{св}$
20...80	0,45...0,35	0,9...0,7
80...150	0,35...0,25	-
>150	0,25...0,15	-

Знаходять сумарне значення зменшення висоти

$$p = \frac{c}{h_r}, \quad (5.2)$$

де c – початкова товщина смуги;

h_r – товщина смуги в чистовому калібрі.

Встановлюють коефіцієнти зменшення висоти за проходами:

$$p = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \dots p_n; \quad p_1 = \frac{c}{h_1}; \quad p_2 = \frac{h_1}{h_2}; \quad p_n = \frac{h_{n-1}}{h_n}.$$

При використанні коефіцієнта зменшення висоти використовують дані таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Коефіцієнти зменшення висоти

Загальна кількість проходів	Середній режим обтиснень		Інтенсивний режим обтиснень	
	$p_n = \frac{h_{n-1}}{h_n}$	$p_1 = \frac{c}{h_1}$	$p_n = \frac{h_{n-1}}{h_n}$	$p_1 = \frac{c}{h_1}$
8	1,6	30,4	-	-
7	1,6	19,0	1,8	39,3
6	1,6	11,9	1,8	21,8
5	1,6	7,41	1,8	6,74
4	1,6	4,64	1,8	3,74
3	1,6	2,9	1,8	3,74
2	1,45	1,81	1,6	2,08
1	1,25	1,3	1,3	1,3

Уточнюють коефіцієнти деформації за проходами з врахуванням вихідного і кінцевого перерізів смуги та кутів захвату.

Розраховують висоту смуги і уширення в кожному калібрі і результати розрахунку записують в таблицю калібровки. Далі уточнюють розміри квадрату і складають кінцеву таблицю калібровки смуги.

При прокатуванні смуги на гладкій бочці на лінійних та безперервних станах, у яких відсутні вертикальні кліті, рух розрахунку такий:

- складають схему калібровки;
- визначають розміри смуги в гарячому стані за формулою 5.1;
- обирають середнє обтиснення за таблицею 5.2;
- визначають товщину смуги, задану у чистових прохід:

$$h_1 = p_1 h_r, \quad (5.3)$$

де p_1 – коефіцієнт зменшення смуги в чистовому калібрі;

h_r – товщина смуги у чистовому проході;

- знаходять обтиснення в чистовому проході:

$$\Delta h_n = h_{n-1} - h; \quad (5.4)$$

- визначають кут захвату у чистовому проході

$$\alpha_3 = \arccos\left(1 - \frac{\Delta h_i}{D}\right), \quad (5.5)$$

де D – діаметр валка.

Уширення Δb в чистовому проході визначають за формулою Чекмарьова.

Ширина смуги заданої у чистовий прохід:

$$b_2 = b_1 - \Delta b_1. \quad (5.6)$$

Обтиснення в ребровому калібрі знаходять з умов:

$$\Delta h_2 = (0,5 \dots 0,8)h_r, \quad (5.7)$$

де h_r – товщина смуги в гарячому стані.

Висота смуги, яка задається в ребровий прохід:

$$b_3 = b_2 - \Delta b_2;$$

$$b_k = (0,98 \dots 1,05)H_{op},$$

де H_{op} – початкова висота смуги, яка надходить у ребровий калібр.

$$tg\varphi = 0,05 \dots 0,15; \quad s = (0,02 \dots 0,05)D_0; \quad h_p = \frac{H_1 - s}{2};$$

$$r = (0,1 \dots 0,15)H_1; \quad B_k = 2h_p tg\varphi + b_k.$$

Знаходять уширення Δb в ребровому проході за формулою Чекмарьова. Основні параметри ребрового калібру показані на рис. 5.8.

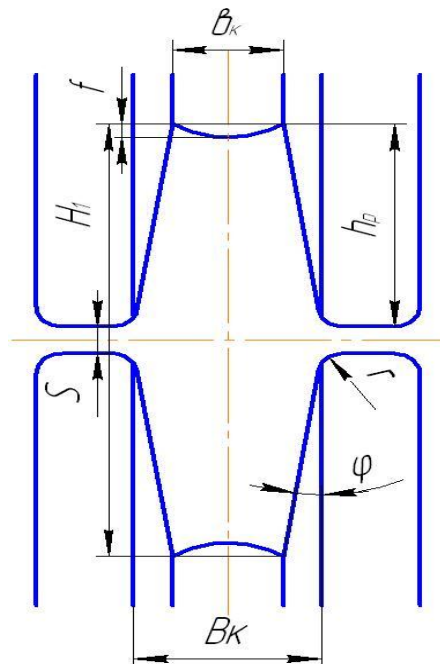


Рисунок 5.8 – Ребровий калібр для прокатування смуги

У випадку розрахунку калібрування смуги на безперервному стані з вертикальними клітьми додержуються послідовності:

- обирають схему прокатування де враховують розміри перерізів смуги в чорнових і переміжних клітьях, які необхідні для прокатування всього сортаменту профілю.

Приклад розрахунку

Необхідно отримати смугу 65x10 мм на станах з гладкими валками діаметром $D_B = 320$ мм. Частота обертання валків 320 об/хв. Граничні відхилення розмірів смуги 65x10 за стандартом за шириною +0,2; -1,8; за товщиною +0,3; -0,3.

Рішення

1. Намічаємо схему прокатування де перед чистовий калібр – ребровий (рис. 5.9).

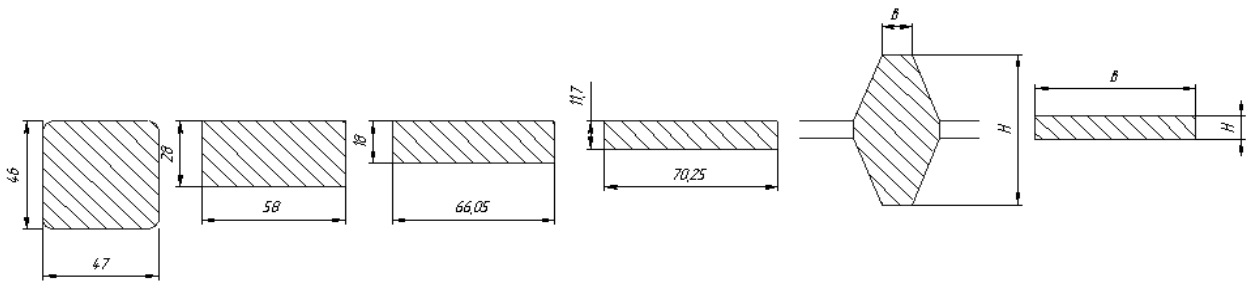


Рисунок 5.9 – Схема прокатування смуги на гладких валках з одним ребровим калібром

У зв'язку з тим що кількість проходів поки що невідома, нумерацію калібрів і розрахунок калібрування будемо вести проти руху прокатування.

2. Розміри смуги в гарячому стані:

$$b_r = \frac{b - \Delta}{2} \cdot (1,012 \dots 1,015);$$

$$h_r = \frac{h - \Delta}{2} \cdot (1,012 \dots 1,015),$$

де b, h – кінцеві розміри смуги, мм;

Δ – мінусовий допуск за модулем.

$$b_r = \frac{65 - 1,8}{2} \cdot 1,013 = 64,9 \approx 65 \text{ мм};$$

$$h_r = \frac{10 - 0,3}{2} \cdot 1,013 = 9,98 \approx 10 \text{ мм}.$$

Обираємо середній режим обтиснень, де коефіцієнт зменшення висоти $p_1 = 1,25$.

Товщина смуги, що задається в перший калібр:

$$h_2 = 1,25 \cdot 10 = 12,5 \text{ мм}.$$

Обтиснення в чистовому калібрі:

$$\Delta h_1 = 12,5 - 10 = 2,5 \text{ мм}.$$

Кут захвату:

$$\alpha_1 = \arccos \left(1 - \frac{\Delta h_1}{D} \right) = \arccos \left(1 - \frac{2,5}{320} \right) = 6,7^\circ = 0,117 \text{ рад}.$$

Поширення в чистовому проході знаходимо за формулою Чекмарьова:

$$\Delta b_1 = \frac{2b\Delta h}{(h_0+h_1)\left[1+(1+\alpha)\left(\frac{b}{R\alpha}\right)^n\right]} = \frac{2\cdot 65\cdot 2,5}{(12,5+10)\left[1+(1+0,117)\left(\frac{65}{160\cdot 0,117}\right)^2\right]} = 1,0.$$

Ширина смуги, що задається в перший калібр:

$$b_2 = b_1 - \Delta b_1 = 65 - 1 = 64 \text{ мм.}$$

Тобто в ребровому калібрі смуга отримує розміри: $12,5 \times 64$ мм.

Обтиснення в ребровому калібрі:

$$\Delta h_2 = (0,5 \dots 0,8) \cdot h_2 = 0,5 \cdot 12,5 = 6,25 \text{ мм.}$$

Висота смуги, що задається в ребровий калібр:

$$b_3 = b_2 - \Delta h_2 = 64 + 6,25 = 70,25 \text{ мм.}$$

Катаючий діаметр в ребровому калібрі:

$$D_k = D - b_2 = 320 - 64 = 256 \text{ мм.}$$

Кут захоплення в ребровому калібрі:

$$\alpha_2 = \arccos\left(1 - \frac{\Delta h_2}{D_k}\right) = \arccos\left(1 - \frac{6,25}{256}\right) = 14^\circ = 0,244 \text{ рад.}$$

Уширення в ребровому калібрі:

$$\Delta b_2 = \frac{2\cdot 12,5\cdot 6,25}{(70,25+64)\left[1+(1+0,244)\left(\frac{12,5}{128\cdot 0,244}\right)^2\right]} = 0,78 \approx 0,8 \text{ мм.}$$

Товщина смуги, що задається в ребровий калібр:

$$h_3 = 12,5 - 0,8 = 11,7 \text{ мм.}$$

Розміри смуги після третього проходу на гладкій бочці:

$$70,25 \times 11,7 \text{ мм.}$$

Коефіцієнт зменшення висоти для наступних проходів: $p_i = 1,6$;

$$h_4 = 11,7 \cdot 1,6 = 18 \text{ мм}; \quad \Delta h_3 = 18 - 11,7 = 6,3 \text{ мм};$$

$$\alpha_3 = \arccos\left(1 - \frac{6,3}{320}\right) = 12^\circ = 0,24 \text{ рад.}$$

$$\Delta b_3 = \frac{2\cdot 70,25\cdot 6,3}{(18+11,7)\left[1+(1+0,2)\left(\frac{70,25}{160\cdot 0,2}\right)^2\right]} = 4,2 \text{ мм.}$$

$$b_4 = 70,25 - 4,2 = 66,05 \text{ мм.}$$

Смуга після четвертого проходу має розміри: $66,05 \times 18$ мм.

$$h_5 = 18 \cdot 1,6 = 28,8 \text{ мм}; \quad \Delta h_4 = 28,8 - 18 = 10,8 \text{ мм.}$$

$$\text{Кут захвату: } \alpha_4 = 16^\circ = 0,279 \text{ рад.}; \quad \Delta b_4 = 7,94 \approx 8 \text{ мм.}$$

$$b_5 = 66,05 - 8 = 58,05 \text{ мм.}$$

Смуга після п'ятого проходу має розміри: $28,8 \times 58$ мм.

$$h_6 = 28,8 \cdot 1,6 = 46 \text{ мм}; \quad \Delta h_5 = 46 - 28,8 = 17,2 \text{ мм.}$$

$$\text{Кут захвату: } \alpha_5 = 20^\circ = 0,35 \text{ рад.}; \quad \Delta b_5 = 10,9 \text{ мм.}$$

$$b_6 = 58 - 10,9 = 47 \text{ мм.}$$

В якості вихідного перерізу приймаємо смугу: 46×47 мм.