

Винахід відноситься до способу прокатки в гарячекатану штабу тонких і/або товстих сталевих слябів, які відлиті заздалегідь як тонкі або товсті сляби на установці безперервного лиття і які нагріваються до температури прокатки в тунельній печі або в печі з крокуючими балками і прокатуються в лінії прокатного стану, потім охолоджуються і намотуються в рулони.

Загалом, в лінії прокатного стану завжди виготовляється тільки один і той самий виріб з різними габаритними розмірами, у випадку гарячекатаної штаби - з різною шириною або товщиною. Спроби збільшення завантаження лінії прокатного стану здійснювалися з 2001р. за допомогою процесу «mixed rolling», тобто за допомогою змішаної прокатки заготовок, що значно розрізняються за товщиною та шириною, внаслідок чого можуть зменшуватися капітальні витрати на агрегат і через це досягається зниження собівартості матеріалу, що прокатується.

Відомий спосіб експлуатації ливарно-прокатного агрегату (WO 02/068137 A1), при якому під ливарно-прокатним агрегатом розуміється з'єднання двох роз'єднаних, в звичайному виробництві листової сталі, технологій: «відливання слябів» та «гарячої прокатки». Безлиwkова прокатка ґрунтується на лінії виробництва слябів (установка безперервного лиття) та лінії прокатного стану, причому передбачений пристрій подачі слябів, який є незалежним від лінії виробництва слябів. Для досягнення повної виробничої потужності потрібно декілька машин безперервного лиття. Максимально можливе вироблення можливе тільки або за допомогою агрегату з двома ливарними машинами, або при одній дворічкової установці безперервного лиття. Незважаючи на це, лінія прокатного стану прокатує завжди швидше, ніж працювала б лінія розливу при повному завантаженні ливарних пристроїв. Невикористовувані паузи у виробництві продукції виникають через підготовчі періоди установки безперервного лиття (заміни проміжного ковша, кристалізатора або сегментів та технічного обслуговування). У перервах на лінії виробництва слябів, в лінію прокатного стану можуть підводитися запасені сляби, щоб заповнювати паузи. Запасені сляби можуть надходити тільки від другої установки безперервного лиття. При виробництві тонких слябів на лінії виготовлення тонких слябів і при виробництві товстих слябів на лінії виготовлення товстих слябів кожний раз для тонких слябів і для товстих слябів потрібна окрема установка безперервного лиття, що знову підвищує капітальні витрати. Бажане з'єднання установки безперервного лиття з лінією (остаточною) прокатного стану не можуть досягатися, отже, також при наявності двох розділних установок безперервного лиття для тонких слябів і товстих слябів або однієї дворічкової машини безперервного лиття, оскільки більш високі капіталовкладення знову відбиваються на рентабельності кінцевого продукту. Особливо невигідною є при цьому прокатка товстих слябів в окремій чорновій лінії прокатного стану. Тут після прокатки штаба намотується в рулони, переноситься всередині рулонного боксу в піч для теплової витримки і підводиться звідти до чистової лінії прокатного стану. Через такі дії виникають більш високі виробничі витрати, втрати часу та енергії, а також зниження продуктивності. Тому, згідно з відомим рівнем техніки, для більш ефективного використання установок залишається тільки заповнення пауз в часових перервах, що з'являються при експлуатації установок безперервного лиття. При цьому для підвищення продуктивності лінії прокатного стану можуть використовуватися тільки лише специфічно укорочені часи прокатки по відношенню до специфічно подовжених часів лиття.

В основі винаходу лежить задача ще краще узгоджувати один з одним спосіб безперервного лиття та спосіб прокатки за допомогою удосконалення безперервної прокатки (максимальне завантаження ліній прокатного стану) і при одночасному врахуванні планування виробництва при незначних інвестиціях, економії енергії та при подальшому введенні способу в існуючі пристрої прокатки для підвищення продуктивності.

Поставлена задача вирішується, згідно з винаходом, за допомогою того, що від однієї єдиної установки безперервного лиття тонких слябів, яка буде розташована або розташована перед існуючою лінією прокатного стану, направляють безперервно один за одним - відрізки тонких слябів, які виходять з тунельної печі, або поперечно принесені на лінію прокатного стану відрізки товстих слябів, які виходять з печі з крокуючими балками, або відрізки тонких слябів безпосередньо в обтискну чорнову прокатну кліть або через ряд чорнових прокатних клітей або безпосередньо подають перед першою прокатною кліткою чистової лінії прокатного стану, і остаточно прокатують в чистовій лінії прокатного стану, яка лежить на одній прокатній лінії з чорною лінією прокатного стану, і потім штабу намотують в рулони. Внаслідок цього не виникає інших, крім зумовлених виробничими вимогами, робіт технічного обслуговування, по суті ніяких перерв, які зумовлені литтям і/або прокаткою і, передусім, може бути реалізоване оптимальне планування виробництва. Виходячи з планування виробництва, роботи з технічного обслуговування, що очікуються, також можуть бути заплановані ефективніше. Методи лиття та прокатки, а також техніка можуть настроюватися на бажаний кінцевий продукт з самого початку. Внаслідок цього досягають стабільних умов загалом - при литті, прокатці і для робіт технічного обслуговування. Зустрічається менше погрешностей в геометрії гарячекатаної штаби. Загалом, скорочується знос валків. Крім того, за рахунок більш високої продуктивності продукції досягається економія у витратах. Результатом є безперервний, на відміну від існуючого досі, потік матеріалу в установці безперервного лиття і в лінії прокатного стану до виходу штаби, визначеної маси та якості, у вигляді рулону. Крім того, додатково побудованою установкою безперервного лиття тонких слябів заощаджуються значні обсяги капіталовкладень. Відрізки товстих слябів можуть доставлятися також за замовленнями ззовні або з вже існуючої, віддалено розташованої ливарної машини для товстих слябів.

Переважно, якщо в плануванні виробництва передбачено, що в межах прокатної кампанії відсоткова частина тонких слябів і, відповідно, додаткова відсоткова частина товстих слябів підводяться безперервно один за одним до спільної лінії прокатного стану і прокатуються, причому відповідна кількість тонких або товстих слябів встановлюється залежно від заданого стандарту якості гарячекатаної штаби, що виробляється, скорочення зносу валків та максимальної продуктивності.

Подальші удосконалення полягають в тому, що тонкі сляби, переважно, виходячи з установки безперервного лиття, безпосередньо через тунельну піч проводять при відкритих чорнових прокатних клітках в лінію прокатного стану і остаточно прокатуються. Відливання тонких слябів стоїть, відносно швидкості лиття, поблизу до швидкості прокатки.

Інше удосконалення полягає в тому, що відрізки слябів вилучаються з підключеного перед пічку з крокуючими балками проміжного сховища для товстих і/або тонких слябів, термічно готуються і прокатуються в спільній лінії прокатки чистового прокатного стану. У випадку, коли сляби подають від віддаленої установки безперервного лиття для слябів, не можна також відмовлятися від пропорційного розігрівання.

При цьому переважно, що піч з крокуючими балками завантажується залежно від товстих слябів, які відсортовані за шириною та товщиною. Внаслідок цього збільшується гнучкість способу і також підтримується планування виробництва.

Планування виробництва може містити, згідно з іншими ознаками, також те, що товсті сляби відливаються залежно від необхідної ширини і/або товщини і проміжно складаються.

Виникаючі при плануванні виробництва особливі випадки, а також непередбачувані у час виробництва стану можуть враховуватися, згідно з варіантом виконання, за допомогою того, що, поза повною програмою прокатки, направлені до прокатної лінії товсті сляби відливають із середніми для ринку гарячекатаної штаби габаритними розмірами і проміжно зберігають. Через це виникає для планування виробництва додатковий варіант вибору, який, фактично не потрібний, але представляє розріз ринку гарячекатаної штаби і легко може включатися у виробничий процес. Таким чином виникають, в основному, спочатку два типи складування: запланований резерв і резерв для виробничих умов, що не плануються.

Далі переважно, що товсті або тонкі сляби в проміжному сховищі сортуються за шириною, матеріалом і/або групами матеріалів. Внаслідок цього заощаджується час подачі в тунельну піч або в піч з крокуючими балками, а також підтримується планування виробництва. Таким чином групи можуть утворюватися, наприклад, як зазначено нижче:

- група для запланованого виробництва, щоб оптимально здійснювати виробництво тонких слябів відповідно до умов прокатки;
- група для компенсації станів, що не плануються, щоб оптимально реалізувати умови прокатки в поєднанні з виробництвом тонких слябів.

Щоб підтримувати узгодження товщини прокату з планом проходів при прокатці передбачено, щоб в підключену слідом чистову лінію прокатного стану вводився проміжний продукт, який був відлитий і/або прокатаний по товщині та ширині як, приблизно, тонкий сляб або, приблизно, товстий сляб. Незначні відмінності по товщині можуть враховуватися також при адаптації планів проходів при прокатці в чорнових прокатних клітках або в чистовій лінії прокатного стану, або в іншому випадку через товщину слябів.

Подальше узгодження - товщина слябів/прохід прокатки - може відбуватися за допомогою того, що в кристалізаторі установки безперервного лиття встановлюється розмір по ширині і/або товщині профілю відливання для оптимального виконання проміжного продукту. Внаслідок цього проміжний продукт може підганятися перед чистовою лінією прокатного стану.

Незалежна альтернатива полягає в тому, щоб установка безперервного лиття та лінія прокатного стану експлуатувалися в режимі компактного виробництва штаби CSP.

Подібним чином наступна незалежна альтернатива полягає в тому, щоб установка безперервного лиття експлуатувалася в режимі LCR (обтиснення з рідкою серцевиною).

Далі, наступне узгодження тонких слябів та товстих слябів і проходу прокатки може проводитися тим, що тонкий сляб підводять між двома чорновими прокатними клітками перед чистовою лінією прокатного стану, в які вводиться більш товстий сляб як перехідний сляб. Цей випадок може зустрічатися, якщо з індивідуальних причин тонкий сляб не може підводитися в лінію прокатного стану на оптимальному місці. Подача тоді відбувається на віддаленні перед чистовою лінією прокатного стану. Товщина тонкого сляба може підвищуватися, при цьому регулюються плани проходів при прокатці в чорнових прокатних клітках. Таким чином, наприклад, дві чорнові прокатні клітки в тандемному розташуванні можуть настроюватися для товстого сляба в 70мм і/або чорнові прокатні клітки можуть відкриватися, як описано.

Далі пропонується, щоб як перехідний сляб вводився тонкий сляб або товстий сляб з товщиною від 30мм до 60мм в чистову лінію прокатного стану.

Для такого випадку передбачено, щоб тонкий сляб з підвищеною товщиною вводився при зростаючому інтервалі між двома чорновими прокатними клітками.

На кресленнях представлені приклади здійснення винаходу, які детальніше роз'яснюються нижче.

На кресленні представлено:

Фіг.1 - вигляд ливарно-прокатного агрегату в перспективі.

Фіг.2 - вигляд проміжного сховища для відсортованих слябів в перспективі.

У першій стадії реалізації способу відбувається безперервний розлив на установці 1 тонких слябів 2 або товстих слябів 3 із сталі (вуглецеві сталі, леговані сталі тощо). Як тонкі сляби 2 передбачаються поперечні перерізи 2а слябів з товщиною від, приблизно, 30мм до 70мм. Товстий сляб 3 має поперечний переріз 3а з товщиною від, приблизно, 70мм до 300мм. Описаний також нижче перехідний сляб 1б перед декількома чорновими клітками 4с лінії 4 прокатного стану має товщину 9 тонкого сляба 2, приблизно 30мм, і тому може підводитися безпосередньо в чистову лінію 12 прокатного стану.

Тонкий сляб 2 та товстий сляб 3 із сталі після розливу на установці 1 безперервного лиття прокатуються в лінії 4 прокатного стану в гарячекатану штабу 4а і намотуються в рулони 18. Для теплової підготовки процесу прокатки тонкий сляб 2 і товстий сляб 3 після безперервного розливу вирівнюються по температурі в тунельній печі 5 або печі 6 з крокуючими балками і нагріваються до температури проходу в першій прокатній клітці 4b або 4с і передаються після цього в лінію 4 прокатного стану.

Процес протікає, по суті, як описано нижче: з єдиної установки 1 для безперервного лиття тонких слябів, яка при реконструкції буде розташована, або вже є в наявності перед існуючою лінією 4 прокатного стану, відрізки 2b тонких слябів, які виводяться з тунельної печі 5, або поперечно підведені в лінію 4 прокатного стану відрізки товстих слябів 3b, які виходять з печі 6 з крокуючими балками, або відрізки 2b тонких слябів, безперервно один за одним вводяться безпосередньо в зазор 9 чорнових прокатних клітей 4с проводяться через відкриті чорнові прокатні клітки 4с, або подаються безпосередньо перед першою прокатною кліткою

чистої лінії 12 прокатного стану, а потім остаточно прокатуються в чистої лінії 12 прокатного стану, яка лежить, разом з чорновими клітьми 4с, в прокатній лінії 4, і тільки потім, після охолодження в пластинкових холодильниках, намотуються в рулони 18.

Спосіб, згідно з винаходом, далі передбачає, щоб, в межах кампанії прокатки, відсоткова частина тонких слябів 2 і, відповідно, додаткова відсоткова частина товстих слябів 3 підводяться безперервно один за одним, практично без перерв, крім зумовлених технічним обслуговуванням, в лінію 4 прокатного стану і прокатуються. Відповідна кількість тонких слябів 2 і товстих слябів 3 встановлюється залежно від заданого стандарту-якості і матеріалу 10 гарячекатаної штаби 4а, що виробляється, скорочення зносу валків і максимальної продуктивності. Таким співвідношенням є, наприклад, 1/3 тонких слябів 2 до 2/3 товстих слябів 3. Така «змішана прокатка» у другій стадії реалізації способу, тобто при прокатці різних по товщині слябів, призводить, як правило, до перешкод в процесі прокатки. Ці перешкоди можуть ще посилюватися далі при зміні ширини і сортаменту сталі. Також посилено проявляються погіршеності геометрії на гарячекатаній штабі 4а. Особливо треба підкреслити підвищений знос валків. Перешкоди можуть значно зменшуватися тільки правильним плануванням виробництва.

Цьому сприяє, наприклад те, що прокатуються, головним чином, тонкі сляби 2, які після виходу з установки 1 безперервного лиття, прямують через тунельну піч 5 при відкритих чорнових прокатних клітьх 4с безпосередньо в лінії 4 прокатного стану і прокатуються.

Товсті сляби 3 відливаються або на машині безперервного лиття, що знаходиться віддалено, із зміненним ливарним профілем 15 кристалізатора 14, або, переважно, на основі довгострокового планування, в незалежній, в цьому випадку віддалено розташованій - установці безперервного лиття і будуть витягуватися з розташованого перед піччю 6 з крокуючими балками проміжного сховища 7 для товстих слябів 3 або тонких слябів 2, термічно підготовлюватися і транспортуватися в напрямку стрілки 17 (загальний напрямок транспортування) і прокатуватися в лінії 4 прокатного стану. Піч 6 з крокуючими балками завантажується залежно від виду товстих слябів 3, які відсортовані за шириною 8 та товщиною 9. При цьому враховано, що товсті сляби 3 були відлиті залежно від необхідних для кінцевого продукту ширини 8 і/або товщини 9 і були вміщені в проміжне сховище 7.

Також можливо, щоб, товсті сляби 3, які підходять до прокатної лінії 4 поза повною програмою прокатки, відливалися за середніми габаритними розмірами для ринку гарячекатаної штаби і проміжно складувалися. Частина товстих слябів 3 виробляється у відрізок часу на декілька днів раніше, ніж передбачено для розливу тонких слябів 2. Цей термін дозволяє виробляти усі необхідні формати по ширині 8 та товщині 9 без особливого зниження продуктивності на одній ливарній установці 1 для товстих слябів. Проміжне сховище 7 перед піччю 6 з крокуючими балками містить товсті сляби 3, які призначені для запланованої програми прокатки і, крім того, перехідні сляби 16, якими, якоюсь мірою, як «запобіжниками», можуть компенсуватися перешкоди або короткострокові зміни програми прокатки.

Товсті сляби 3 або тонкі сляби в проміжному сховищі 7 сортуються за шириною 8, товщиною 9, матеріалом 10 і/або групами 11 матеріалів способом штабелювання (Фіг.2). При відпрацюванні запланованої програми прокатки, ливарна машина 1 відливає тонкі сляби 2 із заданою шириною 8 та товщиною 9. Через безпосереднє завантаження тонких слябів 2, установка 1 безперервного лиття одержує пріоритет для тонких слябів 2. Піч 6 з крокуючими балками для товстих слябів 3 має другий пріоритет.

Відносно стану чистої лінії 4 прокатного стану, в основному, визначають, в який час гарячі товсті сляби 3 подаються в прокатну лінію 4.

Піч 6 з крокуючими балками переводиться, залежно від ширини 8, товщини 9 і матеріалу 10, - на тонкий сляб 2, внаслідок чого виходить оптимальна геометрія стрічки при мінімальному зносі валків. Використання проміжного сховища 7 забезпечує таку гнучкість процесу.

У розташовану далі чистову лінію 12 прокатного стану в визначеному місці вводиться (Фіг.1) проміжний продукт 13, який був відлитий по товщині 9 та ширині 8 як тонкий сляб 2 або як товстий сляб 3, і був прокатаний. Для цього застосовуються відповідні регулювання для пристрою, наприклад, зміни перерізу 15 кристалізатора або вплив на план проходів при прокатці. Наприклад, можна настроїти переріз 15 кристалізатора кокілю 14 безперервного лиття по ширині 8 і/або товщині 9 для оптимального виготовлення перехідного сляба 16. Установка 1 безперервного лиття та лінія 4 прокатного стану можуть експлуатуватися в CSP-режимі. Також установка безперервного лиття може експлуатуватися в LCR-режимі (Liquid Core Reduction). Згідно з подальшими пропозиціями, тонкий сляб 2 може вводиться в чорнову прокатну кліть 4с лінії 4 прокатного стану, в яку може вводиться також товстий сляб 3, як перехідний сляб 16.

Як перехідний сляб 16 безпосередньо перед чистою лінією 12 прокатного стану, підводиться тонкий сляб 2 або товстий сляб 3 з товщиною 9 від 30мм до 60мм. Тонкий сляб 2 вводиться з рівною товщиною 9 перед останньою чорною прокатною кліттю 4с. Перехідний сляб 16 може бути тонким слябом 2, що має або що не має відхилень по основній товщині, або обтисненим товстим слябом 3, які вводяться в чорнові прокатні кліті 4с. Він може також бути обтисненим тонким слябом 2 для чорнових прокатних клітей 4с.

Для випадку, коли тонкий сляб 2 з особливих причин не може вводиться на оптимальних місцях в лінію 4 прокатного стану, передбачено, щоб тонкі сляби 2 з підвищеною товщиною 9 вводилися перед чорною прокатною кліттю 4с із зростаючим інтервалом до чистої лінії 12 прокатного стану. Товщина 9 тонкого сляба 2 поступово збільшується і план проходів при прокатці в чорнових прокатних клітьх 4с підганяються. Наприклад, дві обтиснені прокатні кліті 4с в тандемному розташуванні будуть прокатувати товстий сляб 3 з товщиною 9 в 70мм і/або чорнові прокатні кліті 4с будуть відкритими.

Проміжне сховище 7 може складатися також, наприклад, з двох складів для товстих слябів 3, які відповідно відсортовані за групами 11 матеріалу і класами ширини. Одна група передбачена для планування виробництва і одна група - для ситуацій, що не плануються.

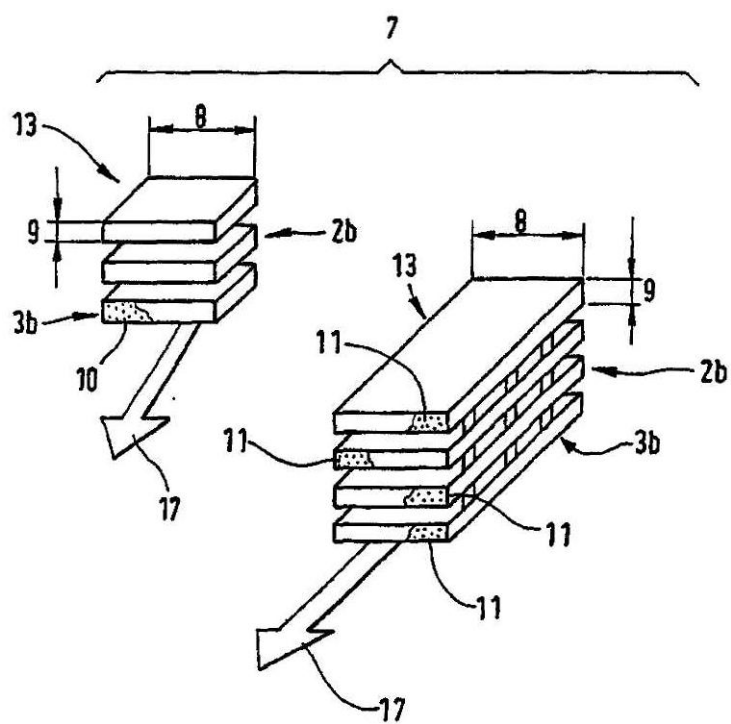
Перелік основних позначень

1 Установка безперервного лиття (для тонких слябів)

2 Тонкий сляб

- 

Fig. 1



Фиг. 2