

УДК

## ТЕРМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС НЕПРЕРИВНОЇ РОЗЛИВКИ В СТРІЧКУ

*К.І. Цудіков*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

*Наведені дані про технологію процесу неперервної розливки сталі в стрічку, можливі дефекти та шляхи їх усунення.*

*Ключові слова: безперервне лиття, лиття, стрічка, розливка сталі, термічні процеси.*

*Приведены данные о технологии процесса непрерывной разливке стали в ленту, возможные дефекты и пути их устранения.*

*Ключевые слова: непрерывное литье, литье, лента, разливка стали, термические процессы.*

*Authors have given a data on technology process of continuous casting of steel tape, possible defects and ways to overcome them.*

*Key words: continuous casting, casting, tape casting, thermal processes.*

На рубежі нинішнього століття з'явилися нові агрегати для безперервної розливки сталі в стрічку. Основна перевага прямої вилівки стрічки - виключення з технологічної схеми операції гарячої прокатки з відповідним скороченням необхідного обладнання, а також енерго- і трудовитрат. У МБЛЗ (рис. 1) кристалізатор складається з двох валків, розташованих безпосередньо під промковша і обертаються в протилежних напрямках. Рідка сталь при розливанні надходить у простір між валками і при контакті з поверхнею валків кристалізується, утворюючи затверділі скоринки, які рухаються разом з поверхнею і виходять з валків у формі стрічки, товщина якої визначається відстанню між валками, а ширина - бічними стінками кристалізатора. Для відводу тепла, що виділяється валки, виготовлені, як правило, зі сплаву міді з хромом, охолоджуються водою. В якості покриття валків використовуються різні матеріали на основі нікелю, хрому або кераміки.

Однією з найважливіших проблем при литті стрічки є вибір матеріалу і конструкції бічних стінок кристалізатора, які повинні забезпечувати утримання рідкої сталі в кристалізаторі, а також підтримувати однакову температуру металу близько стінок і середній частині кристалізатора, щоб виключити деформацію краю листа.

Тим часом альтернативні дослідження зі створення ефективних технологій лиття тонкого листа ведуться в ряді країн світу - у Франції, Південної Кореї, Японії, КНР, Італії, Англії, Німеччині, Канаді. Ймовірно, в найближчому майбутньому дослідження в області безперервного лиття стрічки будуть зосереджені на двох основних напрямках: по-перше, поліпшення конструкції функціональних вузлів установки для забезпечення можливості серійної розливки і, по-друге, поглибленому вивченні характеристик литої смуги.

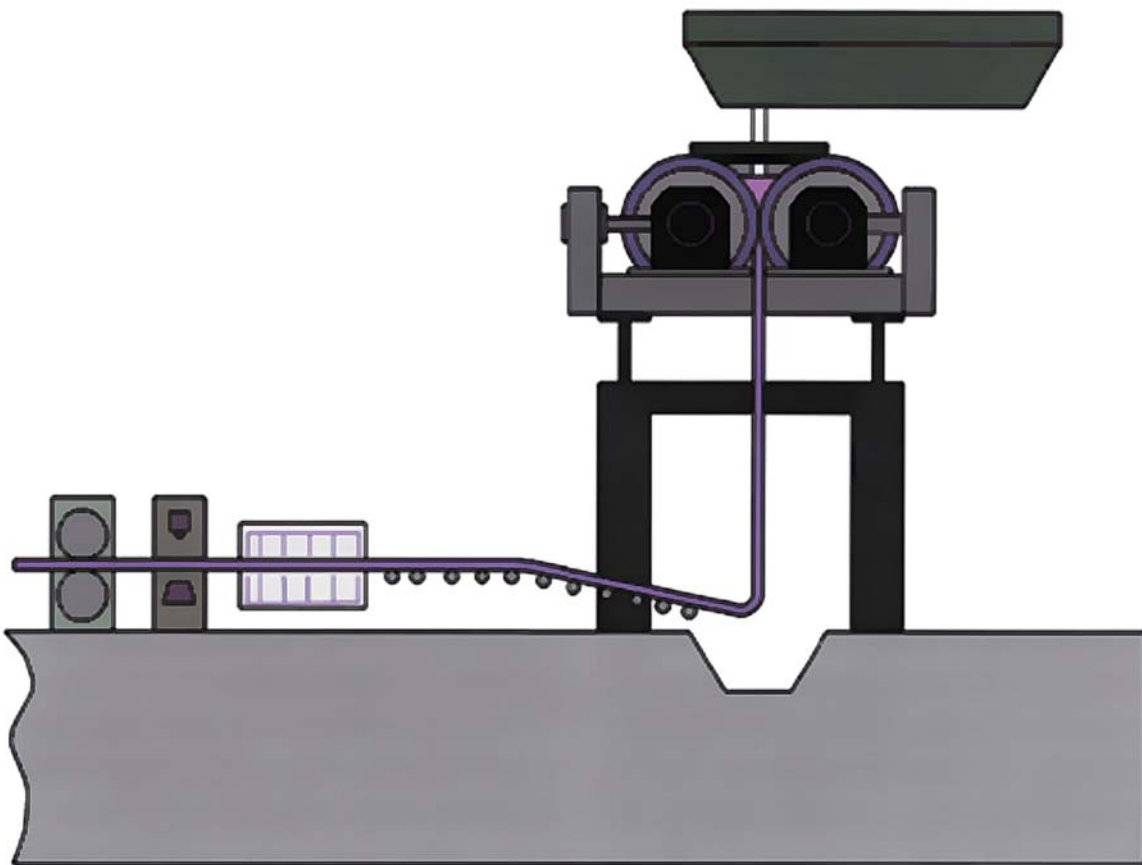


Рисунок 1. Схема безперервної розливки сталі в стрічку.

Узагальнюючи відомі дослідження зі створення промислових зразків двухвалкових МБЛЗ, слід зазначити, що головним об'єктом уваги є якість отримуваної продукції. У першу чергу, це відноситься до якості поверхні одержуваного аркуша та наявності в ньому тріщин, які, як відомо, можуть виникати, коли внутрішні напруги у твердій скоринці перевищують локальній межа міцності матеріалу. Найбільш ймовірні джерела напруги в процесі розливання на двухвалкової МБЛЗ, мабуть, слід пов'язувати з механізмом формування розливається листа (рис. 2). Оскільки на початку процесу формування твердої фази на обертових валках утворюються дві роздільні скоринки, то в місці їх з'єднання метал починає відчувати значні навантаження, а теплопередача валянням збільшується, що додатково сприяє розвитку термічних напруг. Фактично на цій же ділянці виникає також ефект прокатки листа, який породжує додаткові напруження і деформації. Після виходу заготовки з валків триває її охолодження, що також сприяє зростанню напруженого стану. Внутрішні напруги також виникають при вигині смуги, проте цей чинник, як правило, не настільки важливий, тому що не спостерігається відмінностей у характері розтріскування верхній і нижній поверхні смуги.

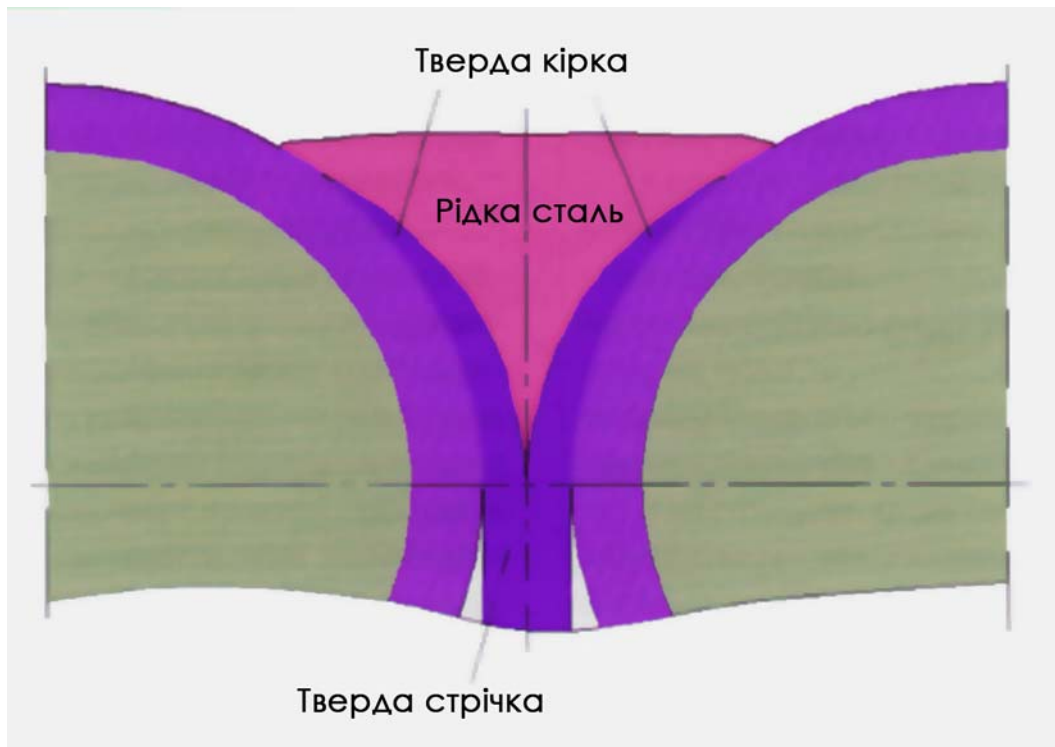


Рисунок 2 Схема формування заготовки.

У одержуваній тонкій стрічці присутні переважно поперечні тріщини. Це дозволяє зробити висновок, що вони утворилися на тій стадії процесу, коли проявляється відмінність механічних властивостей сталі в поздовжньому і поперечному напрямках. Відповідно, ця ситуація в найбільшій мірі проявляється в момент прокатки листа у валках (при цьому поперечні тріщини можуть розкритися в поздовжньому напрямку). Тим часом розширення в цей момент проявляється в набагато меншому ступені, тобто досить мало ймовірно поперечне розкриття поздовжніх тріщин. У цілому процеси тріщиноутворення можуть відрізнятися на так званих гарячих і холодних ділянках заготовки. Як видно з рисунку 3, формування твердої скоринки литої заготовки відбувається нерівномірно внаслідок, наприклад, наявності оксидних плівок між зовнішньою поверхнею заготовки і кристалізатора (валка).

Через відхилення товщини двох кірочок на валках температурне поле на поверхні контакту смуги і валка може відчувати різкі перепади у кілька сотень градусів. Внаслідок цього в смузі виникають напруги, величина яких найбільш висока при гладкій поверхні валків і набагато нижче для валків з керамічною захистом. Додатковим чинником, що обумовлює виникнення термічних напружень, є неминуча деформація валків через нагрівання при контакті з рідкою сталлю. Тому важливу роль може зіграти вибір спеціального профілю робочих валків.

Вкрай важливим для забезпечення технології лиття тонкої смуги виявляється питання підтримки крайок рідкої лунки з торців валків. Це пов'язано з тим, що застигання більшою мірою відбувається саме в цій області - через втрату тепла як через матеріал огородження в бічній частині, так і через валки. Передчасне застигання може призвести до низької якості кромки і навіть викликати в найбільш негативному випадку зупинку МБЛЗ. Для забезпечення необхідних кондицій лиття, мабуть, необхідне використання спеціальних керамічних матеріалів у сукупності зі спеціальною системою подачі металу в напрямку цих крайок.

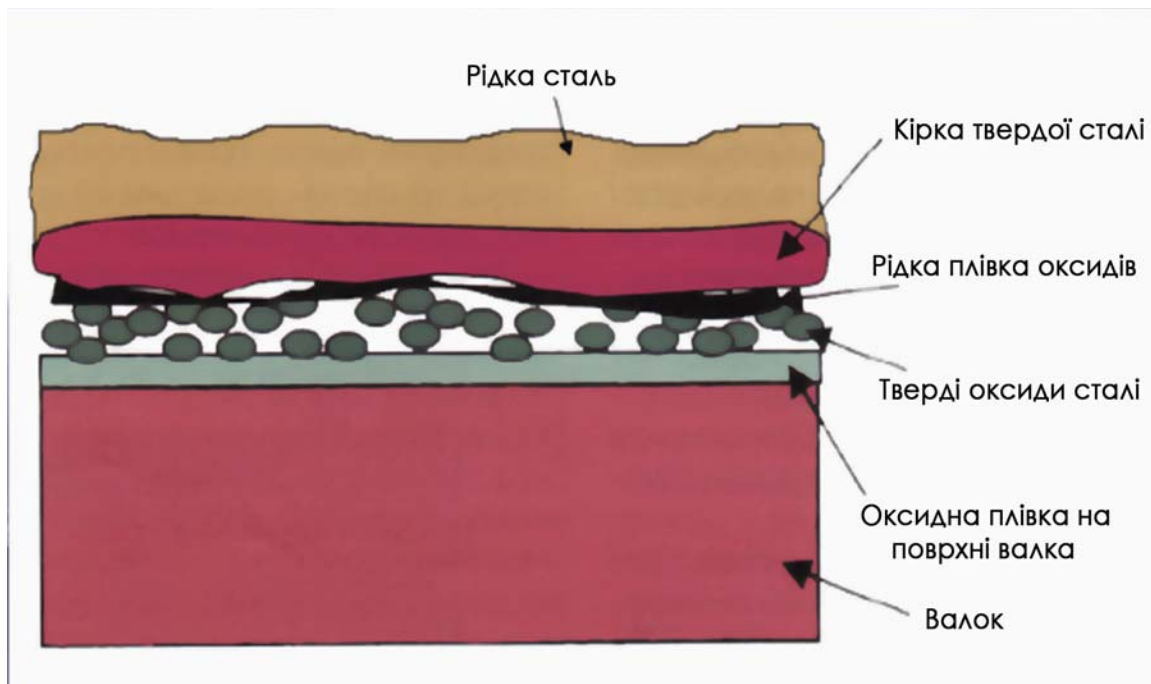


Рисунок 3. Процес затвердіння твердої скоринки сталі на валку.

Висновки: Таким чином, були розглянуті термічні процеси під час безперервного розливання сталі в стрічку. Висвітлено ймовірні дефекти, і показаний механізм їх виникнення.

### Література

1. Смирнов А.Н., Сафонов В.М., Дорохова Л.В., Цупрун А.Ю. - Metallurgicheskie mini-zavody - 2005 С. 229-242.
2. Ю.А. Степанов, Г.Ф. Баландин, В.А. Рыбкин - Технология литейного производства- 1983 С. 154-178.
3. Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Мاستрюков Б.С., и др. Metallurgicheskaya teplotekhnika. T.1. Teoreticheskie osnovy.-M.: Metallurgiya, 1986. -424с.
4. Лемке Ш., Майерлинг П., Монхайм П. и др. Технические решения для производства качественной стали// МРТ. - 2002. - С. 22-40.