

УДК 669.187

ВИГОТОВЛЕННЯ БІМЕТАЛІЧНИХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СУЦІЛЬНОКАТАНИХ КОЛІС ШВИДКІСНИХ ПОЇЗДІВ

Ковалевський А.В.

*Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”*

У даній роботі викладені передумови та перспективи застосування принципово нового методу отримання біметалевих злитків-заготовок для суцільнокатаних коліс великовагових і швидкісних поїздів - електрошлакового наплавлення рідким металом.

В данной работе изложены предпосылки и перспективы применения принципиально нового метода получения биметаллических слитков-заготовок для цельнокатаных колес тяжеловесных и скоростных поездов – электрошлаковой наплавки жидким металлом.

In this work the prerequisites and prospects of the application of a fundamentally new method for obtaining bimetallic ingots-preparations for seamless-rolled wheels of heavy and high-speed trains - electroslag surfacing by liquid metal - are stated.

ВСТУП

Постійно зростаючі через інтенсифікації та високої швидкості перевезень навантаження ведуть до збільшення в сталі коліс напруг, що в свою чергу підвищує рівень пропонованих до неї вимог.

Головним завданням виробників залізничних коліс є забезпечення високої надійності і довговічності коліс при помірному рівні їх вартості. Відомий, наприклад, досвід виробництва коліс з високими експлуатаційними показниками з суперсплавів і спеціальних сталей, проте вони містять велику кількість легуючих добавок і складні у виготовленні (від виплавки до прокатки), що як наслідок, не виправдовують себе економічно. Виробництво щодо недорогої продукції з нелегованих марок сталей також випробуване, проте в цьому випадку не забезпечується гарантований рівень надійності та довговічності, і тому, такі колеса годяться для дуже обмеженого кола застосувань. Отже, вибір технології виготовлення та марки сталі залізничних коліс це завжди компроміс між ціною з одного боку, і надійністю та довговічністю з іншого боку [1-3].

Ще починаючи з 70х років минулого століття, виробництво колісної продукції намагалися удосконалити за допомогою методів спеціальної електрометалургії та, зокрема, застосуванням електрошлакового переплаву, оскільки метал ЕШП відрізняється рівномірною структурою, низьким вмістом неметалічних включень, т.д [4-6]. Проте підвищення вартості при вторинному переплаві і невисока продуктивність процесу не давали можливості використовувати його в масовому виробництві коліс.

Тільки зараз, у зв'язку з проявом проблем пов'язаних з високими вимогами безвідмовності та безпеки експлуатації в швидкісному русі, зі збільшенням осьових навантажень у потягах і пов'язаних з цим проблем експлуатації коліс, а також завдяки останнім удосконаленням електрошлакових технологій, що дозволяють застосовувати рідкий метал та виготовляти біметалічні злитки [7, 8], з'явилася технічно і економічно обґрунтована перспектива їх застосування.

1 СТАН ПИТАННЯ

1.1 Типи залізничних коліс їхні переваги й недоліки

Сьогодні широко використовують два типи коліс: бандажовані і суцільнокатані. Бандажовані колеса мають принцип «колеса з ободом», тобто на центральну дискову частину одягається бандаж. При роботі колеса найбільш зношуються є поверхня кочення. При критичному зносі бандаж (на якому знаходиться ця сама поверхня кочення) спресовують (знімають), а на його місце запресовують новий. При цьому часто навіть не потрібно розбирання колісної пари. Можливість багаторазового використання диску, застосування більш стійкого матеріалу для бандажа визначають основні переваги таких коліс з точки зору їх довговічності і економічності.

Проте їм властивий і серйозний недолік, обумовлений наявністю механічного з'єднання двох поверхонь: центральною дисковою частиною колеса і бандажа. При порушенні технологічних режимів виготовлення будь-якого з елементів і їх запресовування, експлуатації в складних умовах і несвоєчасному технічному обслуговуванні на поверхні розділу відбувається утворення очагів корозії, тріщин і т.п. Внаслідок цього може статися проковзування центральної дискової частини колеса, випад бандажа, або навіть розкол його в результаті великої різниці температур бандажа і диска. Так, розкол бандажованої колісної пари став причиною катастрофи швидкісного поїзда в Німеччині в 1998 році [9].

Суцільнокатані колеса, на відміну від бандажованих виготовлені шляхом прокатки з цільної суцільної заготовки, що виготовляється зі злитку або безперервно-ливої заготовки. Суцільнокатані колеса, природно, не мають внутрішніх поверхонь розділу і пов'язаних з цим проблем,

викладених вище. Однак, мінусом таких коліс є те ж, що є і основним їх плюсом - цілісність.

Для забезпечення високих експлуатаційних вимог необхідно легувати весь обсяг моноліту колеса. При цьому слід враховувати, що поверхня кочення в залізничному колесі працює на знос і удар, диск та маточина(ступиця) відчуває стискаючі напруги. Тому для суцільнокатаних коліс застосовують сталь високоякісну леговану сталь, часто додатково вакуумовану для зниження вмісту в ній газів і неметалічних включень, щоб забезпечити високий рівень багатьох вимог у всіх частинах колеса.

Тому, представляє інтерес поєднати переваги суцільнокатаних і бандажованих коліс шляхом використання металів різного хімічного складу або структури в ободі і диску / маточині (ступиці) колеса і, одночасно, уникнути наявності механічного з'єднання шарів на контактній поверхні «бандаж - диск».

1.2 Електрошлакові технології з рідким металом

Гамма технологій, створених на базі електрошлакового процесу, досить велика, значним є й досвід промислового застосування цих технологій у всьому світі для виготовлення найвідповідальніших деталей машин та механізмів. До числа останніх промислово впроваджених розробок слід віднести високоефективні технології електрошлакового переділу з використанням рідкого металу замість традиційно застосовуваних у ЕШП твердих електродів (малюнок 1.1).

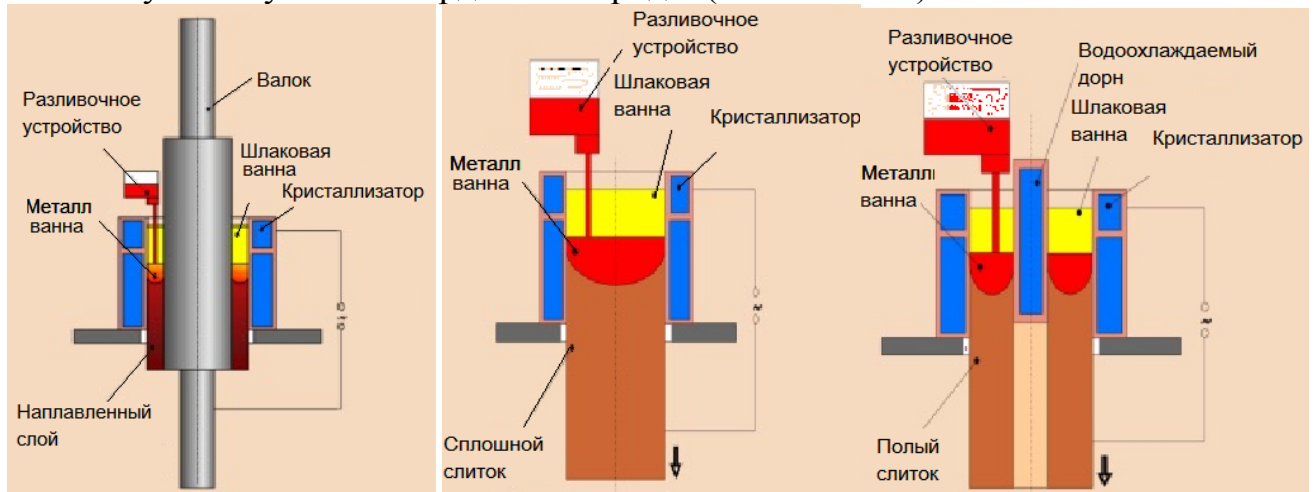


Рис.1.1 Принципові схеми електрошлакових технологій з рідким металом: а - наплавлення заготовок прокатних валків і укрупнення злитків (ЕШН ЖМ); б, в - пряме одержання суцільних і порожнистих зливків з рідкого металу (ЕШП ЖМ).

Технологія електрошлакового наплавлення (ЕШН ЖМ) біметалічних циліндричних заготовок випробувана при виробництві валків. Установа наплавлення робочого шару валків побудована компанією «Елмет-Рол» спільно з Новокраматорським машинобудівним заводом в 2000 р. і експлуатується останнім вже 10 років. Досвід отримання біметалевих заготовок може бути з успіхом застосований і для виробництва коліс.

Технологія електрошлакового наплавлення рідким металом (ЕШН ЖМ) передбачає використання попередньо підготовленого рідкого металу і власне печі ЕШП особливої конструкції. Виплавка рідкого металу необхідного хімічного складу може бути проведена у звичайній сталеплавильній печі. Для отримання металу високої якості може бути залучений весь комплекс технологій позапічної обробки сталі, що часто використовується на сучасних металургійних заводах.

Відмінною і найважливішою конструктивною особливістю печі ЕШП ЖМ є використання спеціального струмопровідного кристалізатора, в який проводиться повільна заливка металу заданого складу для отримання наплавленого шару на центральній осі - заготівлі.

Виготовлення центральній частині колісних заготовок заданого (в тому числі м.б. зменшеного проти звичайного) діаметру з стали нелегованих або низьколегованих марок звичайними металургійними методами (відливка у виливниці або, що бажано, на МБЛЗ). При можливості використання безперервно-ливої круглої заготовки собівартість продукції буде істотно нижче.

2 ЗАГАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА КОЛІС З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕЧІ ЕШН / ЕШП ЖМ буде включати в себе наступні операції:

- Виплавка у сталеплавильному агрегаті вихідного рідкого металу зовнішнього (бандажного) шару необхідного складу і заливка його в заливальне установки печі ЕШН / ЕШП ЖМ за допомогою проміжного ковша або МДН.

- Установку кристалізатора і центральної вставки (осі колеса) на робочій платформі печі

- Приготування необхідної порції рідкого шлаку на флюсоплавильній печі і заливка його в кристалізатор.

- Виплавка злитку / заготовки здійснюється шляхом подачі в кристалізатор зі заливальної установки порцій рідкого металу і супроводжується добавкою в шлакову ванну флюсів і розкислювачів. Злиток витягають з кристалізатора примусово із заданою швидкістю.

- Витяг виплавленого злитку / заготівлі, передача його до накопичувальної термічну піч з температурою не менш 650°C з подальшим відпалом заготовки.

- Попередня механічна обробка злитку або порізка його на задану висоту (на етапі досвідченого випробування може виникнути необхідність попередньої опади заготовки або злитку до заданого діаметра).

- Передача отриманої заготовки на колесопрокатний стан для прокатки за традиційним (або дещо зміненим) регламентом.

Всі технологічні операції по обробці та контролю якості виготовлення суцільнокатаних коліс зберігаються.

Використання ЕШП забезпечує видалення неметалевих включень та домішок за рахунок розвиненої поверхні взаємодії металу, що проходить через високоактивний шлак. Невелика глибина ванни рідкого металу, що кристалізується, і її постійне підживлення забезпечує мінімальну ліквідацію і високу однорідність хімічного складу по всьому об'єму наплавлений сталі.

Можна очікувати значних переваг біметалевих заготовок ЕШН ЖМ коліс, призначених для використання в швидкісному русі, оскільки за рахунок швидкого тепловідведення і спрямованої кристалізації щітки дендритів будуть розташовані перпендикулярно поверхні катання.

Крім того, за рахунок тонкого шару шлакового гарнісажу поверхня злитку формується гладка, без дефектів, які можуть стати концентраторами напруги і провокувати утворення тріщин і відколів в процесі експлуатації виробу, що зменшує товщину обточування злитку.

3 МЕТА І ЗАВДАННЯ

Мета даної роботи - забезпечити високу якість, надійність і довговічність коліс для швидкісних поїздів одночасно з високою гнучкістю і економічністю їх виробництва, за рахунок виготовлення біметалевих заготовок з використанням сучасних електрошлакових технологій з рідким металом (ЕШТ ЖМ) та їх прокатки в існуючому колесопрокатному комплексі.

4 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Попередні оцінки показують, що економічний ефект від впровадження технології ЕШП для виготовлення заготовок для виробництва коліс буде досягнуто за рахунок

- Поліпшення якості й структури металу, особливо - поверхні кочення колеса, і, тим самим, зменшення передчасного виходу з експлуатації через відколів, вищербин, тріщин, витрат на обточку тощо;

- Збільшення гарантованого періоду безвідмовної експлуатації виробів.

Метод є універсальним і дозволяє отримувати колісні заготовки різного діаметру, біметалічні або суцільні, з різних марок сталі, забезпечує можливість варіювання пропорцією «наплавлення-основа», швидко реагувати на необхідності ринку не вимагаючи при цьому великих капіталовкладень.

З використанням запропонованої технології та обладнання можна виготовляти не тільки заготовки залізничних коліс, але й не менш важливу для залізничного руху деталь - колеса зубчастої передачі редуктора. Таким чином, можна не тільки удосконалити існуючі виробництва, але й розширити асортимент продукції, що випускається.