



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 61059

(13) C2

(51) 7 C21D9/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ РЕЙОК

1

2

(21) 98010240

(22) 15 01 1998

(24) 17 11 2003

(46) 17 11 2003, Бюл. № 11, 2003 р

(72) Нестеров Дмитро Кузьмич, Сапожков Валерій
Євгенович, Дегтярьов Сергій Іванович, Гапушкін
Олександр Васильович(73) Український державний науково-дослідний
інститут металів

(56) SU 819195, 07 04 1981

SU 1255651, 07 09 1986

US4714500, 22 12 1987

(57) 1 Спосіб термічної обробки рейок, що полягає в з'єднанні рейок в безперервну нитку, пружним згинанням рейок, нагріванні під загартування струмами високої частоти головки рейок по всій довжині, первинному охолодженні головки рейок і самовідпуску при безперервному послідовному переміщенні рейкової нитки крізь гартувальну машину, який відрізняється тим, що нагрів під загартування виконують в два етапи, на першому етапі здійснюють нагрів до 1050-1100°C, після чого виконують короткочасне проміжне природне підступжування до температури 820-860°C протягом 10-

25с, на другому етапі здійснюють нагрів до 920-980°C з її стабілізацією, після чого виконують первинне охолодження до 480-380 °C, при цьому охолодження в інтервалі температур

від 980°C до 800°C здійснюють із швидкістю 2-8°C/с,

від 800°C до 600°C здійснюють із швидкістю 6-14°C/с,

від 600°C до 380°C здійснюють із швидкістю 4-12°C/с,

самовідпуск здійснюють в інтервалі температур 520-400°C протягом 55-90с, після чого здійснюють вторинне охолодження, при цьому рейки вигинають по кривій з максимальною кривизною на підшву в зоні нагрівання і охолодження на величину, що забезпечує врівноваження залишкових напружень, які виникають в головці рейки при термообробці

2 Спосіб термічної обробки рейок по п 1, який відрізняється тим, що вторинне охолодження здійснюють від температури самовідпуску до 50-30°C в системі верхніх і нижніх роликів, що розташовані в шаховому порядку

Винахід стосується металургійної промисловості і може бути використаний під час виробництва термооброблених рейок або профільного прокату підвищеної експлуатаційної стійкості

Відомий спосіб термічної обробки рейок (див авторське свідоцтво СРСР №1434774, C21D1/78), який включає нагрівання головки рейки під загартування по періодам з постійною витратою охолоджувача в кожному періоді, в першому періоді охолоджувач подають до моменту досягнення на поверхні головки температури початку перетворення аустеніту в сорбіт, потім здійснюють охолодження на повітрі і поновляють подачу охолоджувача тільки після досягнення на поверхні головки рейки температури, відповідної максимальній швидкості перетворення аустеніту в сорбіт

Загальними ознаками для аналога і заявляемого об'єкта є нагрів головки рейки під загартування для аустенізації й охолодження поверхні голо-

вки по періодам

Одержання потрібного технічного результату при використанні аналога неможливо тому, що переривання подавання охолоджувача на головку рейки після першого періоду охолодження з отриманням структури сорбіту з наступним охолодженням на повітрі до температури, що відповідає максимальній швидкості перетворення в сорбіт, призводить до того, що по глибині загартованого шару головки рейки формується структура різного ступеню дисперсності та великої твердості. Так після першого періоду охолодження головки на глибини 2-4мм від поверхні, твердість знаходиться в межах НРС 37-36, а потім при наступному охолодженні на повітрі в головці рейки на глибини 5-9мм утворюється структура сорбітоподібного перлиту із зниженою твердістю НРС 33-31, після чого при охолодженні на другому періоді з максимальною швидкістю на глибини 10-11мм формується дисперсна

(13) C2

(11) 61059

(19) UA

структура високої твердості в межах НРС 41-42. Такий нерівномірний розподіл твердості по глибини загартованого шару головки призводить до утворення структури різного ступеня дисперсності та твердості, отже й утворенню різних показників механічних властивостей, а також високого градієнту макро- та мікронапруг, що негативно позначається на експлуатаційній стійкості рейок у відношенні стійкості до спрацьованості і контактної утомленості міцності.

Найбільш близьким за технічною сутністю до способу, що заявляють є вибраний як найближчий аналог (даліна) спосіб термічної обробки рейок (див авторське свідоцтво СРСР №819185, 07.04.1981р) включаючий з'єднання рейок в безперервну нитку, пружний згин, нагрів під загартування струмами високої частоти головки рейки по всій довжині, охолодження водоповітряною сумішшю й самовідпускання при безперервно послідовному переміщенні рейкової нитки крізь рейкогартувальну машину.

Для НА і об'єкта що заявляють спільними є такі ознаки з'єднання рейок в безперервну нитку, пружний згин, нагрів під загартування головки рейок по всій довжині, первинне охолодження головки рейок і самовідпускання при безперервно послідовному переміщенні рейкової нитки крізь рейкогартувальну машину.

Одержання потрібного технічного результату при використанні прототипу неможливо тому, що не забезпечується урівноваженість залишкових напруг в головці рейки, що утворюються при загартуванні з рівнем напруг що виникають в підшві під час згину, що у результаті призводить до більшої кривизни рейок в вертикальній площині після термообробки. Правка таких рейок на роликотправильних машинах скрутна і вчиняється по "жорсткому" режиму, що в свою чергу спричиняє формування залишкових напруг великого розміру і знижує службову стійкість рейок під час експлуатації. Крім того в способі термообробки рейок за НА не регламентуються межові параметри нагріву СВЧ і швидкість охолодження головки, що не дозволяє оптимізувати параметри нагріву і охолодження, які до цього часу призначаються в залежності від вмісту вуглецю та марганцю по ГОСТ 24182-80 (відповідно 0,71-0,82% C і 0,75-1,05% Mn). Термічна обробка рейок за НА з використанням температури нагріву і швидкості охолодження рейок залежно від вмісту вуглецю не дозволяє проводити загартування рейок по єдиному режиму з наявністю вуглецю й марганцю в усьому діапазоні вимог вказаного ГОСТу, що призводить до розсортування рейок по вуглецю на дві групи і їх складуванню рейкогартувальною машиною. Це знижує продуктивність термовідділення, а також приводить до відбракування рейок в другий сорт і переробці до 15% браку до 5%.

В основу винаходу поставлене завдання розробити такий спосіб термічної обробки рейок, в якому нові режими і умови здійснення термічної обробки дозволили б забезпечити загартування за єдиним режимом рейок із вмістом вуглецю в усьому діапазоні стандарту (0,71-0,82%), підвищення рівня фізико-механічних властивостей, прямолинійності рейок, знизити величину залишкових на-

пруг і за рахунок цього збільшити експлуатаційну стійкість рейок в колії.

Поставлене завдання вирішується таким чином.

Спосіб термічної обробки рейок включає з'єднання рейок в безперервну нитку, пружний вигин рейок, нагрів під загартування головки рейки по всій довжині, первинне охолодження головки рейок і самовідпуск при безперервно послідовному переміщенні рейкової нитки крізь рейкогартувальну машину.

На відміну від НА при термічній обробці рейок за заявленим способом нагрів під загартування виконують в два етапи з короткочасним проміжним природним охолодженням між ними. Первинне охолодження здійснюють до 480-380°C, а після самовідпуску виконують вторинне охолодження, при цьому рейки вигинають по кривій з максимальною кривизною на підшві в зоні нагріву і охолодження на величину, що забезпечує врівноваження залишкових напруг, які виникають в головці рейки при термообробці, нагрів під загартування на першому етапі здійснюють до 1000-1100°C, на другому до 920-980°C, а природне охолодження між ними роблять до 820-880°C, первинне охолодження в інтервалі температур 900-800°C виконують із швидкістю 2-8°C/c, від 800°C до 600°C із швидкістю 6-14°C/c і від 600°C до 380°C із швидкістю 4-12°C/c.

Самовідпуск здійснюють в інтервалі температур 520-400°C на про тязі 55-90с.

Вторинне охолодження здійснюють від температури самовідпуску до 50-30°C, в системі верхніх і нижніх роликів, що розташовані в шаховому порядку.

В результаті використання винаходу, що заявляється, досягається технічний результат, що полягає в забезпеченні підвищення комплексу фізико-механічних властивостей, параметрів конструктивної міцності металу, а також збільшення прямолинійності рейок при загартуванні за єдиним режимом з утриманням вуглецю в усьому діапазоні вимог стандарту.

Між суттєвими ознаками винаходу, що заявляється, й технічним результатом, що досягається, існує такий причинно-наслідковий зв'язок, який полягає в тому, що вигиб рейок по кривій з максимальною кривизною на підшві в зоні нагріву і охолодження спричиняє до врівноваження залишкової деформації в шийці й підшві, що спричиняє зростання прямолинійності після термообробки. Нагрів під загартування в два етапи з проміжним природним підстужуванням сприяв рівномірному нагріву по перерізу головки рейки, а охолодження головки з диференційованою швидкістю в області перлітного перетворення сприяє отриманню однорідної і дисперсної перлітної структури і підвищення значень механічних властивостей металу загартованого шару головки.

Вибір граничних параметрів, зазначених в формулі обумовлено таким чином.

" нагрів під загартування виконують в два етапи із короткочасним проміжним природним підстужуванням між ними "

Така технологічна схема нагріву сприяє рівномірному прогріву головки рейки з невеликим граді-

ентом розподілу температури від поверхневих шарів металу до нижчележачих, що розташовані в зоні формування загартованого шару

В способі термічної обробки рейок, що заявляється, на першому етапі нагрів здійснюють до температури 1050-1100°C. Виконується це з метою прискореного розігріву металу головки на достатню глибину для протікання перліто-аустенітного перетворення. При цьому поверхневі шари металу розігріті до трохи збільшеної температури, в наслідок чого відбувається поетапне проникнення тепла від верхніх шарів металу в глибинні, що дозволяє на протязі двох етапів нагріву СВЧ акумулювати в головці тепло на достатню глибину. Цей інтервал температур на першому етапі нагріву головки виявляється достатнім з точки зору відсутності перегріву верхніх шарів металу. При цьому нагрів головки до температури менш 1050°C виявляється не достатнім для акумулювання її в глибинних шарах, а нагрів вище 1100°C може привести до перегріву верхніх шарів металу головки, а отже до погіршення його якості за рахунок різкого збільшення зернин аустеніту і послаблення міжзеренного зв'язку. Після першого етапу нагріву головки рейки СВЧ до вказаних температур виконується короткочасне (10-25с) природне підстижування на повтрі до температури 820-860°C. Дана технологічна операція виконується з метою часткового зниження температури верхніх шарів металу головки рейок і за рахунок теплопровідності розповсюдження її на глибинні шари, в яких здійснюється аустенітно-перлітне перетворення.

Природне короткочасне підстижування головки на протязі 10-25с до температури нижче 820°C призводить до неприпустимого зниження температури на поверхні головки до того рівня, при якому градієнт температур буде зворотний, тобто на глибині температура буде значно перебільшувати температуру поверхні, що в решті решт може призвести до акумулювання великої кількості тепла в глибинних шарах, яке при наступному нагріві на другому етапі не приведе до її зниження.

Природне підстижування головки рейки до температури вище 860°C недоцільно, тому що при нагріві на другому етапі велика кількість тепла буде акумулюватися в поверхневих шарах металу головки, яка при прискореному нагріві СВЧ збільшить градієнт температур до перерізу головки. Нагрів під загартування на другому етапі до 920-980°C, відбувається повторний розігрів верхніх шарів металу до заданої температури, при якій більш глибинні шари металу поетапно прогріваються за рахунок виділення тепла безпосередньо від нагріву СВЧ і за рахунок теплопровідності в глибинні шари до температури перліто - аустенітного перетворення. Нагрів головки на другому етапі до температури нижче 920°C недоцільний, тому що передача тепла від поверхневих шарів металу головки нижчележачим шаром буде проходити трохи сповільнено, що при прискореному нагріві, яким є нагрів СВЧ, буде мати місце не повне перетворення перліту в аустеніт і його гомогенізація. По перерізу головки, що піддає загартуванню. Нагрів головки СВЧ вище температури 980°C може призвести до перегріву металу поверхневих шарів головки, що спричинить різкий зріст

зерен аустеніту і зниження ударної в'язкості.

Належить відзначити, що на другому етапі відбувається нагрів головки до заданої температури і її стабілізація, з якою виконується загартування на структуру і властивості, що обговорено в технічних умовах.

" Первинне охолодження виконують до 400-380°C ", при якому до рейкової сталі з наявністю вуглецю в межах ГОСТ 24182-80 (0,71-0,82%) закінчується структуроутворення і формування загартованого шару на достатню глибину головки рейки.

Для одержання однорідної й дисперсної структури по всьому перерізу загартованого шару, рівномірного розподілу твердості по глибині, яка перекидає дію максимальних контактних напруг, що виникають від коліс рухливого складу (11-14мм), а також оптимального рівня механічних властивостей способом, що заявляється запропоновано проводити диференційоване охолодження головки в інтервалі температур "верхня температура протікання повної аустенізації - нижня температура закінчення утворення однорідної та дисперсної перлітної структури (980-380°C)". При цьому наданим способом термообробки рейок передумовлено в інтервалі температур 900-800°C виконувати охолодження із швидкістю 2-8°C/с, що дозволяє зменшити до мінімуму відмінність температур поверхневих й глибинних шарів металу головки і проводити підготування металу головки до структуроутворення на другому і третьому етапах охолодження. Охолодження головки рейок в цьому інтервалі температур зі швидкістю менш - 2°C/с не дозволяє зменшити градієнт температур по перерізу головки рейок при переміщенні їх через рейкогартувальну з проектною швидкістю 40мм/с. При охолодженні головки рейок в наданому інтервалі температур (960-800°C) із швидкістю більше 8°C/с деякі ділянки бокової грані головки рейки можуть переохолоджуватись до більш низької температури, що при наступному нагріві може спричинити до формування неоднорідної структури.

" від 800°C до 600°C із швидкістю 6-14°C/с " приводить до стриманого відбору тепла без локального переохолодження поверхневих шарів металу головки рейки неоднакового хімічного складу. По суті в данім інтервалі температур в основному проходить загартування головки рейки із закінченням в інтервалі 600-380°C.

При охолодженні головки рейки із швидкістю менш 6°C/с в інтервалі температур 800-600°C в нижчележачих шарах металу головки не буде забезпечуватися утворення дисперсної перлітної структури, а також достатньої твердості металу загартованого шару, особливо на глибині. При охолодженні головки із швидкістю більш 14°C/с відбудеться переохолодження поверхні головки, особливо її бічних викружок з утворенням неоднорідної структури за рахунок появи в перліті ділянок бейніту або мартенсіту, що не дозволяється, згідно з вимогами технічних умов.

Первинне охолодження " від 600°C до 380°C із швидкістю 4-12°C/с " з оптимальним при завершенні процесу гартування головки рейок із вуглецевої й низьколегованої сталі на дисперсну перлітну структуру, що визначають Технічні умови.

При охолодженні головки рейок на завершальному етапі загартування із швидкістю менш $4^{\circ}\text{C}/\text{с}$ в її глибинних шарах не в достатній мірі буде проходити утворення дисперсної структури, а отже відповідати вимогам Технічних умов. Охолодження головки рейок на завершальному етапі термообробки із швидкістю більш $12^{\circ}\text{C}/\text{с}$ недоцільне, тому що для завершення процесу гартування в глибинних шарах головки рейок з низьколегованої доти заевтектоїдної сталі може привести до одержання підвищеної твердості на глибині 6-10 мм у порівнянні з поверхневим шаром.

Доказані швидкості охолодження в позначених інтервалах температур обрані на основі запису і аналізу термокінетичних діаграм вуглецевої і низьколегованих та заевтектоїдних рейкових сталей.

" самовідпуск проводять в інтервалі температур $520-400^{\circ}\text{C}$ на протязі $55-90\text{с}$ "

В поодинокому випадку здійснення способу проведення самовідпуску при температурі вище 520°C небажано. Тому, що це викличе зниження твердості на поверхні і по перерізу металу загартованого шару головки рейки, отримання великозернистого перліту з різко збільшеною міжплатівковою відстанню від 2 до 3 мкм, в наслідок чого помітно зменшиться тимчасовий опір розриву, і межа текучості до рівня, що нижче вимог, Технічних умов на поверхнево загартовані рейки. Закінчувати самовідпуск нижче температури 430°C відповідно термокінетичній діаграмі, а також практиці термообробки рейок з вуглецевої і низьколегованої сталі свідчить, що в структурі металу загартованого шару з'являються ділянки бейніту в основній високодисперсній перлітній структурі, а також ділянки з підвищеною твердістю, що не припускається вимогами Технічних умов, тому що такі ділянки структури і твердості спричиняють крихкість металу головки рейки і зародження мікротріщин в головці рейки.

Час самовідпуску рейок на протязі $55-90\text{с}$ - це той час, при якому тепло, що акумульоване в нижчих шарах головки, встигає дифундувати до поверхневих шарів із зменшенням градієнту температур по перерізу нагрітого шару головки при швидкостях переміщення рейок в рейкогартувальній машині, тобто з $39\text{мм}/\text{с}$ до існуючої $43-45\text{мм}/\text{с}$. При самовідпуску менше 55с зберігається великий градієнт температур по перерізу головки, що при вторинному (остаточному) охолодженні водою викличе значну диференціацію залишкових напруг, а при самовідпуску рейок на протязі більше 90с збільшується довжина зони самовідпуску, а тим самим і довжина рейкогартувальної машини із зменшенням корисних площин термовідділення.

" після чого виконують вторинне охолодження ", яке виявляється остаточним охолодженням головки рейки і відповідно заявленому способу термічної обробки рейок здійснюється, після самовідпуску в інтервалі температур $520-400^{\circ}\text{C}$, до $50-30^{\circ}\text{C}$. При вторинному охолодженні відбувається остаточне формування величини залишкових напруг в рейках.

Гранична температура скинення вторинного охолодження що дорівнює $50-30^{\circ}\text{C}$, є граничною і зв'язана з тим, що після виходу з гартувальної

машини рейки піддається неруйнуючому контролю твердості приладами, експлуатація яких при температурі вище 50°C забороняється в наслідок виходу їх з паду.

Вторинне охолодження рейок " здійснюють із температури самовідпуску до $50-30^{\circ}\text{C}$ в системі верхніх і нижніх роликів, що розташовані в шаховому порядку ", дозволяє утримати рейки в упруго-вигнутому стані за визначеним радіусом вигину", з яких верхні ролики є притиснуючими, а нижні ведучими і опорними. Вказана система розташування роликів в зоні вторинного охолодження дозволяє створити умови, для остаточного врівноваження пружних деформацій підшви і загартованої головки і формуванню залишкових напруг.

" при цьому рейки вигинають по кривій з максимальною кривиною на підшви в зоні нагріву й охолодження на величину, що забезпечує врівноваження залишкових напруг, що виникають в головці рейки при термообробці "

Дана технологічна операція передумовлена для того, щоб компенсувати залишкові напруги, що виникають в головці рейок при їх термообробці в зонах нагріву й охолодження. Для цього рейки, що переміщуються крізь рейкогартувальну машину, вигинають по кривій спочатку "на головку" в зоні задаючих роликів із проектним радіусом вигину 90м з наступним плавким переходом "на підшви" з досягненням максимального викривлення по радіусу 24м в зонах нагріву, первинного охолодження, самовідпуску і вторинного охолодження. Після виходу з цих зон рейки знову починають плавко вигинатися "на головку" по радіусу 90м з поступовим виходом на прямий ділянку, після чого вони піддаються розстикуванню.

Вигин рейок в зонах нагріву і охолодження на підшви дозволяє створити в ній залишкову деформацію, практично рівну тій, що утворюється в головці при термічній обробці. Після загартування рейки практично не мають викривлення в вертикальній площині, в наслідок чого правка їх на роликоправильній машині робиться за "полегшенням" режимом, що забезпечує в рейках формування невеликих залишкових напруг. Вище зазначені радіуси вигину рейок в рейкогартувальній машині постійні і при гартуванні на структуру дисперсний перліт і твердість HB 341-388 забезпечують прямолінійність, що відповідає вимогам Технічних умов.

Сутність винаходу пояснюється кресленнями, на яких зображено.

На фіг 1 показані етапи охолодження головки рейок, накладених на термокінетичну діаграму перетворення аустеніту в рейковій сталі. На цій фігурі позиціями зазначені:

1 - термокінетична діаграма перетворення аустеніту в перліт з накладеною рекомендованою швидкістю охолодження,

2 - перший етап охолодження рейок,

3 - другий етап охолодження рейок,

4 - третій етап охолодження рейок,

П - перліт,

Б - бейніт,

Мн - мартенсит.

На фіг 2 показана технологічна схема розташування устаткування рейкогартувальної машини.

згідно з заявленим способом термічної обробки рейок. На цій фігурі позиціями позначені:

- 5 - зона нагріву головки рейки СВЧ,
 - 6 - індуктори,
 - 7 - зона природного підстикування рейок,
 - 8 - зона первинного охолодження рейок,
 - 9 - охолоджуючі пристрої,
 - 10 - зона самовідпуску рейок,
 - 11 - зона вторинного охолодження рейок,
 - 12 - верхні притискуючі ролики,
 - 13 - нижні опорні ролики,
 - 14 - форсунок вторинного охолодження рейок,
 - 15 - ділянка вигину рейкової нитки на головку з проектним радіусом 90м,
 - 16 - ділянка вигину рейкової нитки на підшву з проектним радіусом 24м,
 - 17 - секція задаючих роликів,
 - 18 - секція видаючих роликів,
 - 19 - рейкова нитка,
 - 20 - напрям руху рейок в РГМ.
- На фіг 3 показані технологічні операції термообробки рейок в рейкогартувальній машині (нагрів, первинне охолодження, самовідпуск і вторинне охолодження) згідно заявленим способом:
- 21 - перший етап нагріву головки рейки СВЧ,

22 - проміжне природне підстикування головки рейки,

- 23 - другий етап нагріву головки рейки СВЧ,
- 24 - охолодження головки рейки із швидкістю 2-8°C/c в інтервалі температур 980-800°C,
- 25 - охолодження головки рейки із швидкістю 6-14°C/c в інтервалі температур 600-600°C,
- 26 - охолодження головки рейки із швидкістю 4-12°C/c в інтервалі температур 600-380°C,
- 27 - зона самовідпуску,
- 28 - зона вторинного охолодження.

Винахід, наприклад, реалізується таким чином: рейки складу, що наведені в табл. 1, за допомогою стиковочних пристроїв з'єднують в безперервну нитку і пропускають крізь рейкогартувальну машину (РГМ). Рейки 19, що надходять в секцію задаючих роликів 17, вигинаються на головку по радіусу, рівному 90м (15), а потім за мірою переміщення їх в РГМ повільно вигинаються на підшву 16 по радіусу, рівному 24м. Надходячи в зону нагріву СВЧ (струмом високої частоти) 5 головка рейок в двох групах індукторів 6 нагрівається до вказаних температур з природним підстикуванням в проміжку між нагрівом в першій і другій групі індукторів 7.

Таблиця 1

| Група рейок | Марка сталі | Хімічний склад, % | | | | | |
|-------------|------------------------------|-------------------|-----------|-------------|------|-------|------|
| | | C | Mn | P | Cr | Ti | інші |
| 1 | Вуглецева доевтектоїдна | 0,71-0,82 | 0,82-1,02 | 0,025-0,041 | - | 0,012 | |
| 2 | Вуглецева заевтектоїдна | 0,83-0,95 | 0,80-0,98 | 0,024-0,040 | - | 0,010 | |
| 3 | Низьколегована доевтектоїдна | 0,71-0,81 | 0,81-1,0 | 0,022-0,038 | 0,54 | 0,09 | |
| 4 | Низьколегована заевтектоїдна | 0,83-0,90 | 0,81-0,99 | 0,023-0,041 | 0,56 | 0,011 | |

Кожна група рейок складу, що наведена в табл. 1, що піддавалась загартуванню з нагріву СВЧ й охолодженню водоповітряною сумішшю за режимами, що наведені в табл. 2.

Таблиця 2

| Група рейок за складом сталі | Режим термообробки | | | | Первинне охолодження | | | Температура самовідпуску, °C |
|---------------------------------|---|---|---|---|--|---------|---------|------------------------------|
| | Швидкість переміщення рейок в РГМ, мм/г | Температура нагріву в першій групі індукторів на першому етапі Тн, °C | Температура природного підстикування, Т, °C | Температура нагріву в другій групі індукторів на другому етапі Тн, °C | Швидкість охолодження головки рейки, °C/с в інтервалі температур, °C | | | |
| | | | | | 900-800 | 800-600 | 600-300 | |
| 1 Вуглецева доевтектонічна | 44,5 | 1050 | 820 | 920 | 8 | 13 | 12 | 400 |
| 2 Вуглецева заевтектонічна | 72 | 1075 | 840 | | 6 | 10 | 8 | 460 |
| 3 Низьколегована доевтектонічна | 42 | 1085 | 855 | | 4 | 9 | 6 | 480 |
| 4 Низьколегована заевтектонічна | 42 | 1100 | 860 | | 2 | 6 | 4 | 520 |

Після виходу із зони нагріву рейки по ходу руху надходять в зону первинного охолодження в зону первинного охолодження 8, де головка рейки охолоджується водоповітряною сумішшю з диференційованими швидкостями за допомогою охолоджуючих пристроїв (патент України №6820), після чого переміщуючись рейки надходять в зону самовідпуску 10, де частково відбувається додатковий приплив тепла в верхні шари металу головки з нижчележачих та вирівнювання температури по перерізу нагрітої головки. Далі рейки із зони самовідпуску переміщуються в зону вторинного (остаточного) охолодження 11, де за допомогою охоло-

джуючих пристроїв 14, розташовані між верхніми притискуючими роликами 12, охолоджуються до 50°C. В зоні вторинного охолодження рейки підшвою спираються на нижні опорні ведучі ролики 13.

Треба відзначити, що в зоні нагріву і охолодження рейки вигинались по кривій з максимальною кривизною "на підшву" на величину, що забезпечує зрівноваження залишкових напруг, які виникають в головці рейки при термообробці.

Практично це досягається шляхом вигину рейкової нитки по проектному радіусу 16, що дорівнює 24м.

Після виходу із зони вторинного охолодження рейки надходять в секцію видаючих роликів 16, де плавно починають вигинатися "на головку" по радіусу рівному 90м З рейкогартувальної машини рейки виходять в прямолінійному стані і надходять в розстикувальну установку, а далі на приймальні

рольганги стелажів

Властивості рейок, різного хімічного складу наведеного в таблиці 1, загартованих по режимах, що наведені в таблиці 2 відповідають вимогам Технічним умов, загартованих після нагріву СВЧ, наведені в табл 3

Таблиця 3

| Група рейок за складом сталі | Твердість | Мікроструктура | Глибина загартованого шару, мм | Механічні властивості | | |
|---|-----------|----------------|--------------------------------|-----------------------|-------|--------------------|
| | | | | Н/мм ² | % | Дж/см ² |
| Заявлений спосіб термообробки рейок | | | | | | |
| 1 Вуглецева стандартна сталь | 363-375 | троостіт | 16-18 | 1010 | 32,5 | 34 |
| 2 Вуглецева заевтектоїдна | 375-388 | троостіт | 18-20 | 1025 | 30,5 | 32,5 |
| 3 Низьколегована доевтектоїдна | 375-388 | троостіт | 22-26 | 1045 | 44 | 38 |
| 4 Низьколегована заевтектоїдна (прототип) | 388-401 | троостіт | 22-28 | 1115 | 34 | 42 |
| 5 Вуглецева сталь | 341-364 | сорбіт | 11-14 | 980-1010 | 25-27 | 25-27 |

Таблиця 4

| Показник властивостей | Заявлений спосіб | Прототип |
|---|-------------------|---------------------|
| 1 Межа контактної витривалості, Н/мм ² | 4095 | 3020 |
| 2 Межа усталості, Н/мм ² | 2x10 ⁵ | 1,2x10 ⁵ |
| 3 Спрацьованість, г | 0,1025 | 0,1998 |
| 4 Залишкові напруження | 140-200 | 220-360 |

Після охолодження головки рейок з нагріву СВЧ водоповітряною сумішшю із застосуванням режимів нагріву і охолодження за заявленим способом має місце рівномірний розподіл твердості по перерізу і боковим частинам головки рейки. При цьому висока твердість на рівні НРС 41-37 зберігається на глибині до 18мм, після чого плавно знижується до НРС 33,5 на глибині 28мм

Цей рівень твердості (НРС 33,5) згідно з Технічними умовами на загартовані рейки відповідає граничному значенню нижнього рівня твердості, що обумовлює глибину загартованого шару

Характерною особливістю цього способу термічної обробки рейок є наявність високих показників середнього рівня твердості металу (НРС 41-37) бокових частин головки рейки, проти НРС 36-34 для рейок, що загартовані за існуючим способом, що розповсюджується на глибину, що дорівнює 11-14мм, що в 2 рази більше, ніж для загартованих рейок поточною виробництва, які термооброблені по способу прототипу

Мікроструктура металу загартованого шару головки рейок на глибині до 16-22мм складається з трооститу і сорбіту загартовування з міжплатівковою відстанню, що дорівнює 0,4мкм, а далі із сорбіту загартовування, що на глибині 26-28мм переходить в початкову перлітну структуру, загартованих з нагріву СВЧ за існуючим способом із сорбіту, рідніше з троостосорбіту загартовування з міжплатівковою відстанню 0,6-0,8мкм на глибині 11-12мм

Мікроструктура металу загартованого шару однорідна без виділяючихся світлих і темних смуг, іноді характерних для рейок, що загартовані за

поточною технологією

Такий розподіл твердості і наявності високого комплексу механічних властивостей, а також високодисперсної і однорідної структури центральної і бокових частин металу загартованого шару головки рейок, дозволяють в 2 рази перекрити зону дії максимальних контактних навантажень, а також на 30% збільшити опір головки рейок зношеності і розвитку дефектів контактної-утомленого походження при експлуатації їх в особливо важких умовах і низьких кліматичних температурах Крім того зменшується переробка рейок по поверхневих дефектах на 8%

Згідно з даними проведених випробувань металу рейок з вищепроведених марок сталей, загартованих за заявленим способом в порівнянні з прототипом, вони мають такі переваги

збільшується в 1,8-2 рази глибина загартованого шару центральної і, особливо, бокових частин головки рейок,

збільшується на 35% середній рівень твердості і механічних властивостей металу загартованого шару головки рейок,

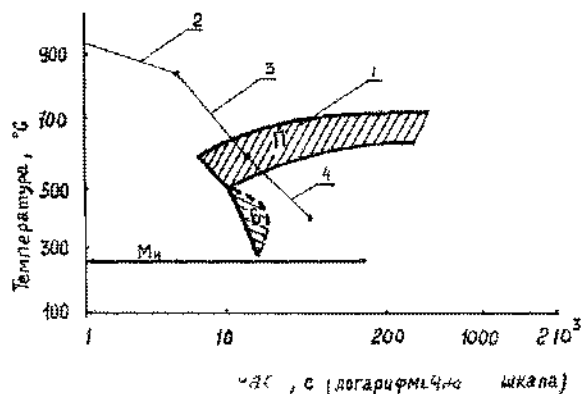
забезпечується в загартованому шарі головки однорідна і високодисперсна структура трооститу гарту з міжплатівковою відстанню 0,4мкм, замість структури сорбіту гарту з міжплатівковою відстанню 0,6-0,8мкм,

можливість загартовування рейок за єдиним режимом із складом вуглецю в усьому діапазоні вимог ГОСТ 24182-80 (0,71-0,82% С) і застосувати замість двох існуючих режимів один за заявленою технологією

Суспільно корисна перевага заявленого способу термічної обробки рейок в порівнянні з прототипом, складається в тім, що вперше в практиці термообробки рейок з нагріву СВЧ на меткомбінаті "Азовсталь" розв'язана задача загартовування за єдиним режимом рейок, що мають вуглецю в усьому діапазоні вимог стандарту (0,71-0,82%) замість застосовуваних двох режимів для рейок із складом вуглецю в межах 0,71-0,76% С й 0,77-0,82% С. При такому режимі термообробки рейок забезпечується підвищення фізико-механічних властивостей і якості металу загартованого шару головки на 35% в порівнянні з рейками, загартова-

ними по існуючим двом режимам. Збільшується на 30% зносостійкість і контактна-утомлена міцність металу головки рейок.

Заявлений спосіб термічної обробки рейок являє значний інтерес для народного господарства, тому що при впровадженні його в виробництво дозволяє збільшити продуктивність рейкогартувальних агрегатів меткомбінату "Азовсталь" і підвищити вихід придатних і експлуатаційну стійкість рейок, а також усунути трудомістку технологічну операцію проміжного складування рейок для гартування з нагріву СВЧ по двох режимах в залежності від вмісту вуглецю.



$\Phi_{12} 1$

