

Винахід, що пропонується, відноситься до виробництва дроту та може бути використаний у сталедрутових цехах при термообробці дроту, одним з видів якої є його патентування.

Відомий спосіб термічної обробки сталевго дроту (Патент СРСР №1500167, кл. С21Д9/56, опубл. 07.08.89), що є найбільш близьким до рішення, яке заявляється, за технічною суттю та результатом, що досягається.

Відомий спосіб включає нагрів сталевго дроту до температури аустенізації, інтенсивне регулює охолодження в киплячому шарі, ізотермічну витримку у киплячому шарі та остаточне охолодження до температури навколишнього середовища.

Інтенсивне відрегульоване охолодження дроту здійснюють у діапазоні температур киплячого шару 250 - 600°C. При цьому вимірюють температуру киплячого шару, для чого вимірюють температуру газу, який подають до киплячого шару. Регулювання температури інтенсивного охолодження здійснюють таким чином: вимірюють дійсну температуру у киплячому шарі, порівнюють її із заданою температурою гартування, що підібрана емпіричним шляхом для необхідного фазового перетворення даного типу матеріалу, та відповідно з результатами вимірювання та порівняння змінюють інтенсивність киплячого шару збільшенням чи зменшенням подачі газу, що охолоджує, до киплячого шару.

Відомий спосіб має вузьке функціональне призначення, бо може дати задовільні результати лише для дроту діаметром 3мм та менше. Спосіб не може бути використаний для термообробки дроту-катанки, діаметр якого, наприклад 6 або 8мм, бо у цьому разі неможливо досягти однорідності структури металу виробу.

Як результат, одержаний відомим способом виріб характеризується зниженою якістю, а також низьким виходом годящого. Обумовлено це тим, що інтенсивне охолодження у режимі температури киплячого шару 250 - 600°C не забезпечує необхідної швидкості гартування металу по всьому перерізу дроту діаметром більшим, ніж 3мм. А здійснити охолодження з більшою швидкістю відомий спосіб не дозволяє, бо не забезпечує необхідної високої у діапазоні низьких температур точності регулювання. Це, у свою чергу, обумовлено тим, що регулювання температури здійснюють тільки по температурі охолоджуючого середовища - киплячого шару, яка менша за температуру самого дроту та при її змінюванні має інерційність. Охолодження киплячим шаром з температурою у межах 250 - 600°C здійснюється у одному режимі на великій довжині - до 2,5м та, як процес інерційний, не дозволяє забезпечити точне регулювання температури виробу вздовж цієї довжини та одержання рівномірної структури перерізу дроту.

Низька швидкість охолодження, відсутність контролю за станом самого виробу - дроту, який залежить від багатьох факторів окрім вимірюваного, відсутність можливості точно та швидко задавати температуру фазового перетворення у відомому способі призводить до одержання неоднорідної структури металу та, як наслідок, до зниження виходу годящого при термічній обробці виробу діаметром більшим, ніж 3мм.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити спосіб термічної обробки сталевго дроту, в якому шляхом уведення нових операцій та зміни режимів проведення відомих операцій забезпечується підвищення швидкості інтенсивного охолодження та висока точність досягнення температури фазового перетворення, за рахунок чого досягається високий ступінь однорідності структури по перерізу дроту по всій довжині виробу, отже підвищуються фізико-механічні характеристики та якість дроту, збільшується вихід годящого, особливо для дроту діаметром більшим, ніж 3мм.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі термічної обробки сталевго дроту, що включає нагрів до температури аустенізації, інтенсивне регулює охолодження в киплячому шарі, ізотермічну витримку та остаточне охолодження до температури навколишнього середовища, новим, відповідно до винаходу, є те, що інтенсивне охолодження виконують ступінчасто у діапазоні температур киплячого шару 50 - 250°C, після кожного ступеня охолодження вимірюють температуру дроту та згідно з нею регулюють швидкість охолодження на подальшому ступені.

Між сукупністю суттєвих ознак винаходу, що заявляється, та технічним результатом, що досягається, існує такий причинно-наслідковий зв'язок.

Здійснення інтенсивного охолодження у киплячому шарі, яке виконують при температурі киплячого шару у діапазоні 50 - 250°C ступінчасте з вимірюванням температури сталевго дроту після кожного ступеня охолодження, дозволяє задавати одночасно і високу швидкість охолодження і оптимальне її зміщення вздовж довжини виробу, і таким чином, забезпечувати з високою швидкістю та точністю досягнення на етапі ізотермічної витримки саме тієї температури, при якій відбуваються необхідні фазові перетворення у структурі сталевго дроту з діаметром більшим, ніж 3мм.

Значення температури дроту вимірюють на кожному ступені, тоді порівнюють з заданим та на подальшому ступені регулюють температуру киплячого шару також у межах 50 - 250°C таким чином, щоб швидкість охолодження забезпечувала досягнення необхідної температури виробу з більшою точністю.

Визначена висока швидкість охолодження, яка досягається завдяки температурі киплячого шару 50 - 250°C, майже у два рази вища, ніж у прототипі, і необхідна для того, щоб швидко переохолодити аустеніт до температури, при якій відбувається його розпад з утворенням тієї структури, яку треба одержати.

Те, що температуру киплячого шару у разі ступінчастого охолодження сталевго дроту діаметром більш, ніж 3мм, необхідно підтримувати у межах 50 - 250°C для забезпечення високої якості структури, встановлено експериментально.

Підвищення температури вище за 250°C призводить до появи у структурі зайвих включень, як то, наприклад, деяка кількість фериту у структурі сорбіта, що свідчить про недостатню швидкість охолодження. При цьому знижуються міцнісні характеристики матеріалу.

Зниження температури киплячого шару нижче за 50°C призводить до утворення у структурі таких включень, як, наприклад, голчастий мартенсит з троститом, що свідчить про надто швидке охолодження.

При цьому різко знижуються пластичні характеристики матеріалу.

На фіг.1 зображена схема установки, на якій спосіб, що заявляється, був реалізований; на фіг.2 - діаграма ізотермічного перетворення.

Установка для термічної обробки сталевго дроту, на якій спосіб був реалізований, містить послідовно розташовані розмотувальний пристрій 1, нагрівальну піч 2, пристрій 3 інтенсивного охолодження у киплячому шарі, що виконаний з двома ступенями 4, 5 охолодження, яких може бути більше, якщо потрібно. Далі ідуть пристрій 6 ізотермічної витримки, ванна 7 охолодження-промивки, намотувальний пристрій 8.

Пристрій 3 інтенсивного охолодження споряджений пірометричними датчиками 9 для вимірювання температури дроту 10, які установлені на вході кожного ступеня 4, 5 пристрою 3 інтенсивного охолодження та на його виході. Виходи пірометричних датчиків 9 температури сполучаються із механізмами 11 регулювання інтенсивної киплячого шару на кожному ступені 4, 5, відповідно.

Спосіб термічної обробки сталевго дроту, що є об'єктом винаходу, реалізується так, як описано нижче.

Дріт-катанку 10 змотують з розмотувального пристрою 1, нагрівають до температури аустенізації у нагрівальній печі 2. При цьому температуру нагріву та швидкість транспортування дроту 10 обирають такими, щоб забезпечити повну аустенізацію структури по всьому перерізу дроту 10.

3 печі 2 дріт 10 подають до пристрою 3 інтенсивного охолодження у киплячому шарі, де його ступінчасто охолоджують.

При цьому вимірюють температуру дроту на вході до пристрою 3 інтенсивного охолодження, а тоді після першого ступеня охолодження за допомогою пірометричних датчиків 9 температури, Згідно з результатами вимірювання на першому ступені 4 регулюють швидкість охолодження на другому ступені за допомогою механізму 11 регулювання інтенсивності киплячого шару.

Після камери 3 охолодження дріт 10 подають до пристрою 6 ізотермічної витримки для перетворення переохолодженого аустеніту та вирівнювання структури по всьому перерізу та довжині дроту. Потім здійснюють його остаточне охолодження до температури навколишнього середовища у ванні 7 охолодження-промивки і намотують за допомогою намотувального пристрою 8.

Спосіб, що є об'єктом винаходу, було перевірено шляхом термічної обробки дроту з різних сталей.

Приклад 1. Дріт-катанку зі сталі 70 діаметром 6,5мм піддавали термічній обробці, для цього його нагрівали до 910°C, що на 170°C вище критичної точки $A_{c3} = 743^\circ\text{C}$. Швидкість транспортування дроту 4,5 - 5,0м/хв. Нагрітий дріт інтенсивно охолоджували у киплячому шарі, температуру якого змінювали, її обирали, як у межах, що заявлені 50; 90; 250°C, так і за цими межами - 40; 270°C.

Інтенсивне охолодження проводили ступінчасто у два етапи до температури 450 - 460°C, при якій здійснювали ізотермічну витримку 40сек, що необхідно для фазового перетворення структури на сорбіт. З кожних 20м дроту, який був термооброблений, брали зразки і досліджували їх властивості відомими методами.

Встановлено, що підвищення температури киплячого шару більше, ніж 250°C, призводить до зниження межі міцності і, хоч при цьому дещо підвищуються показники пластичності, та у структурі з сорбітом присутня деяка кількість фериту, що є свідомством недостатньої швидкості охолодження.

Якщо температуру киплячого шару знижували менше, ніж 50°C, то спостерігали, що підвищується межа міцності, але знижуються показники пластичності. Одночасно надто різке охолодження призводило до утворення у структурі дроту голчастого мартенситу із троститом.

Оптимальну сукупність значень межі міцності та показників пластичності із однорідною структурою дроту без виділення надлишкових фаз було забезпечено при інтенсивному охолодженні у киплячому шарі з температурою 50 - 250°C.

Вибір найбільш оптимальної температури у цих межах залежить ще від таких показників дроту, як його діаметр та склад матеріалу домішок, бо забезпечує максимально високі показники.

Для дроту зі сталі 70 як найкращу оптимальну встановлено температуру киплячого шару 90°C.

При цій температурі киплячого шару за 6сек здійснювали різке охолодження дроту до 450 - 460°C. Для визначення якості дроту, що отриманий у цьому режимі, проводили вимірювання тимчасового опору розриву по довжині на протязі 130 метрів через кожні 10 метрів, яке показало його високе значення та однорідність. Значення тимчасового опору розриву становило $1160 + 15\text{н/мм}^2$, що значно краще, ніж при термічній обробці способом-прототипом, із дроту-катанки, який піддавали термічній обробці, як указано вище, методом холодного волочіння з сумарним обтисненням була виготовлена дослідна партія дроту з діаметром 2,8мм.

Тимчасовий опір готового дроту складав $1786 - 1911\text{н/мм}^2$.

Приклад 2. Термічній обробці способом, що пропонується, піддавали дріт-катанку зі сталі 75 діаметром 6,5мм. Нагрів здійснювали до температури 930°C, що на 199°C вище критичної точки $A_{c3} = 731^\circ\text{C}$, ступінчасте інтенсивне охолодження - до температури 480 - 500°C з вимірюванням температури дроту на кожному ступені. Температуру киплячого шару при інтенсивному охолодженні змінювали, її значеннями вибирали як ті, що заявлені 50; 90; 250°C, так і за цими межами - 40; 270°C.

Швидкість транспортування дроту - 4 - 4,5м/хв. Після ізотермічної витримки протягом 40сек і остаточного охолодження проводили дослідження виробу. При температурі киплячого шару 50 та 250°C структура дроту складалась з сорбіту з окремими ділянками дрібнопластинчатого перліту, що допустимо.

При оптимальній температурі - 85°C надлишкові включення у структурі були відсутні. За умов режиму охолодження, що заявлені, одержано дріт із такими властивостями: тимчасовий опір розриву дорівнює $1210 + 15\text{н/мм}^2$, структура - сорбіт.

Приклад 3. Термічній обробці способом, що пропонується, піддавали дріт-катанку зі сталі 80 діаметром 6,5мм. Нагрів здійснювали до температури 920°C що на 185°C вище критичної точки $A_{c3} = 735^\circ\text{C}$. Ступінчасте інтенсивне охолодження проводили до температури 620°C у два ступеня.

Тривалість інтенсивного охолодження становила 5сек.

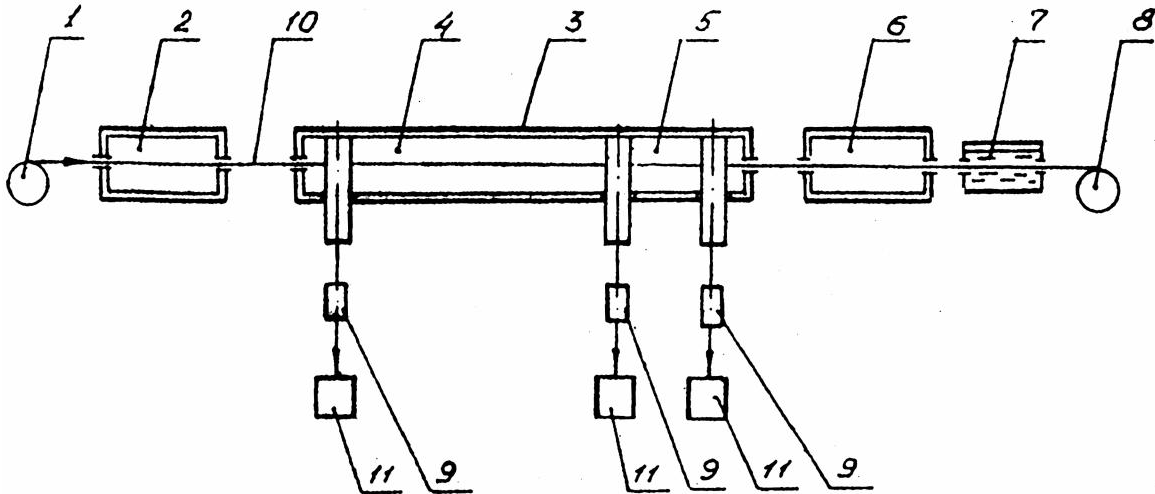
Дослідними вимірюваннями встановлено, що оптимальною температурою киплячого шару при інтенсивному охолодженні є також режим у межах 50 - 250°C.

За умов цього режиму охолодження та витримки протягом 40сек одержаний дріт зі сорбітною

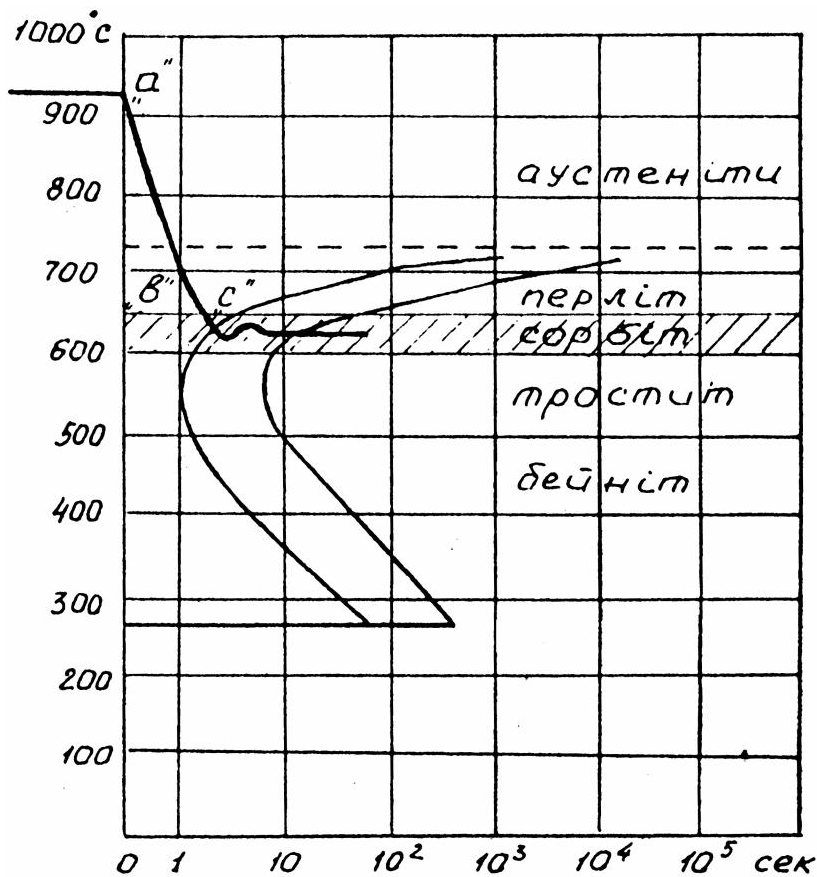
структурою та значенням тимчасового опору розриву $1255 + 35\text{Н/мм}^2$.

На діаграмі ізотермічного перетворення, наведеній на фіг.2, крива між точками "а - с" відповідає зміні температури дроту при інтенсивному охолодженні. У точці "b" відбувається регулювання швидкості охолодження згідно з температурою дроту 700°C , яку було досягнуто на попередньому ступені охолодження. Точка "с" відповідає температурі 625°C , яка необхідна для проведення ізотермічної витримки на сорбіт. Дільниця "с - d - e" визначає час перебування дроту в пристрої ізотермічної витримки.

Таким чином, в результаті використання способу, що пропонується, забезпечується висока швидкість переохолодження в області нестійкого аустеніту, що виключає зростання його зерна, та точне забезпечення температури фазового переходу, це визначає вибірність одержання будь-якої структури. В розглянутому прикладі це сорбіт з високими показниками міцності та пластичності.



Фіг. 1



Фіг. 2