

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 143032

СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.07.2020.

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України

Д.О. Романович



(11) **143032**

(19) **UA**

(51) МПК (2020.01)
C21D 9/00
C21D 9/26 (2006.01)
C23C 8/24 (2006.01)

(21) Номер заявки: **u 2019 12261**

(22) Дата подання заявки: **26.12.2019**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.07.2020**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.07.2020, Бюл. № 13**

(72) Винахідники:
Кривчик Лілія Сергіївна, UA,
Хохлова Тетяна
Станіславівна, UA,
Пінчук Вікторія Леонідівна,
UA

(73) Власник:
НАЦІОНАЛЬНА
МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ,
просп. Гагаріна, 4, м. Дніпро-5,
49600, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб термічної обробки інструментальної сталі, що включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування шляхом охолодження в маслі і триразовий відпуск, коли останній поєднують з азотуванням, який відрізняється тим, що перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 550-570 °С, другий відпуск проводять при 530-550 °С, а азотування проводять при 510-520 °С протягом 8 годин, після чого проводять охолодження в атмосфері аміаку з піччю до 200 °С, а далі на повітрі.

(11) 143032

Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України.

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 3397090720 необхідно:

1. Перейти за посиланням <https://sis.ukrpatent.org>.
2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.
3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа Укрпатенту

10.07.2020



I.Є. Матусевич



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **143032** (13) **U**

(51) МПК (2020.01)

C21D 9/00

C21D 9/26 (2006.01)

C23C 8/24 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2019 12261</p> <p>(22) Дата подання заявки: 26.12.2019</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.07.2020</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.07.2020, Бюл.№ 13</p>	<p>(72) Винахідник(и): Кривчик Лілія Сергіївна (UA), Хохлова Тетяна Станіславівна (UA), Пінчук Вікторія Леонідівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ, просп. Гагаріна, 4, м. Дніпро-5, 49600 (UA)</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ

(57) Реферат:

Спосіб термічної обробки інструментальної сталі включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування шляхом охолодження в маслі і триразовий відпуск, коли останній поєднують з азотуванням. Перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С. Перший відпуск проводять при 550-570 °С, другий відпуск проводять при 530-550 °С, а азотування проводять при 510-520 °С протягом 8 годин. Після цього проводять охолодження в атмосфері аміаку з піччю до 200 °С, а далі на повітрі.

UA 143032 U

Запропонована корисна модель належить до галузі металургії, а саме до термічної обробки легованих інструментальних сталей і може бути використана при виготовленні деталей в машинобудуванні та різноманітного інструменту, в тому числі голок, призначених для формування внутрішнього діаметра труб, що виготовляються шляхом гарячого пресування.

5 Пресування - високоефективний спосіб виробництва труб з високоміцних сталей і сплавів, прошивка яких на станах поперечно-гвинтової прокатки ускладнена або неможлива. При пресуванні труб для прошивання отвору в заготовці застосовують голки-оправки, які найчастіше виготовляють з вторинно-твердіючих інструментальних сталей та піддають термічній обробці.

10 3 попереднього рівня техніки відома технологія термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість, що включає загартування від температури 1200 °С і багаторазовий відпуск при 540 °С (Виницький А.Г. та ін. Вплив структури на зносостійкість штампів зі сталі X12M //Матеріалознавство і термічна обробка металів, 1972, № 2, с. 74-76). Однак внаслідок надзвичайно високого легування аустеніту при нагріванні під загартування після багаторазового відпуску (5-6 разів при 540 °С) дисперсійне твердіння не забезпечує отримання високої твердості інструмента на рівні, що вимагається умовами роботи інструменту при гарячому пресуванні.

20 Також відомий спосіб термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість, що включає підігрів, загартування від температури 1100-1140 °С з охолодженням в маслі і багаторазовий відпуск при температурі 490-530 °С по одній годині. Загартування від цієї температури приводять до значного легування аустеніту хромом за рахунок розчинення первинних карбідів. При багаторазовому відпуску (4-5 разів) твердість досягає HRC₃ 59-60 внаслідок розпаду залишкового аустеніту і виділення вторинних карбідів хрому (Cr₇C₃ і Cr₂₃C₆) (Позняк Л.А., Скринченко Ю.М., Тиша С.І. Штампові стали, М.: Металургія, 1980, с. 169). Основним недоліком даного способу термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість є незадовільна експлуатаційна стійкість інструменту внаслідок низьких значень твердості і міцності. Так, низька твердість інструменту обумовлена тим, що високе легування аустеніту хромом і велике зерно ускладнюють виділення вторинних карбідів хрому, тобто не здійснюється дисперсійне твердіння, і отримання високої твердості, яка не перевищує для цього способу термічної обробки HRC₃ 60. Низька міцність інструменту пояснюється також тим, що висока температура загартування і розчинення первинних карбідів супроводжується інтенсивним зростанням зерна.

35 Найближчим аналогом запропонованої корисної моделі, як найбільш близьким за своєю технічною суттю та результату, що досягається, є спосіб термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість (Патент РФ № 2200201, МПК C21D 9/22, C23C 8/24. Способ термической обработки высокохромистой инструментальной стали на вторичную твердость Оpubл. 10.03.2003, Бюл. № 7), що включає підігрів, загартування з охолодженням в маслі і багаторазовий відпуск по одній годині, при цьому загартування виконують від температури 1070-1080 °С, потім проводять проміжний відпуск при 400-420 °С протягом години, а багаторазовий відпуск здійснюють три рази при 520-540 °С. Останній відпуск можливо поєднувати з азотуванням. Технічним результатом є покращення експлуатаційної стійкості інструменту за рахунок підвищення вторинної твердості і міцності. Недоліками даного способу термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість є також незадовільні значення твердості (HRC₃ 61-62), що приводить до звуження меж його застосування для виготовлення голок-оправок.

45 В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення експлуатаційних властивостей інструментальної сталі за рахунок збільшення міцності та твердості.

50 Поставлена задача вирішується тим, що запропонований спосіб термічної обробки інструментальної сталі включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування з охолодженням в маслі і триразовий відпуск протягом 1 години, останній з яких поєднують з азотуванням, згідно з корисною моделлю, перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 550-570 °С, другий відпуск проводять при 530-550 °С, а азотування проводять при 510-520 °С протягом 8 годин, після чого проводять охолодження в атмосфері аміаку з пічкою до 200 °С, а далі на повітрі.

55 Технічним результатом корисної моделі є підвищення експлуатаційної стійкості інструменту. Запропонована корисна модель має з найближчим аналогом наступні спільні ознаки: - нагрів до температури 1070-1080 °С; - загартування в маслі; - триразовий відпуск; - останній відпуск поєднують з азотуванням.

60 Досягнення технічного результату забезпечується набором нових відмінних ознак, а саме тим, що:

- перед загартуванням проводять охолодження сталі на повітрі до температури 900 °С;

- перший відпуск проводять при 550-570 °С;
- другий відпуск проводять при 530-550 °С;
- азотування проводять при 510-520 °С протягом 8 годин;
- після чого спочатку проводять охолодження в атмосфері аміаку з піччю до 200 °С, а далі на повітрі.

5 Всі зазначені ознаки корисної моделі взаємопов'язані між собою і сприяють досягненню поставленої задачі.

10 Так, якщо перед загартуванням проводять охолодження сталі на повітрі до температури 900 °С, то виключається ймовірність формування мікротріщин по перетину виробів за рахунок внутрішніх напруг, які зменшують міцність та можуть приводити до руйнування інструменту на робочих режимах використання при температурах в інтервалі 500-600 °С. При цьому температура в 900 °С перевищує точку критичної температури A_{r3} , що корегується з класичним вибором температури, з якої проводиться загартування інструментальної сталі.

15 Здійснення першого відпуску сталі при температурі 550-570 °С супроводжується виділенням з аустеніту вторинних карбідів типу $Cr_{23}C_6$ і Cr_7C_3 для хромистих сталей і твердіння на максимальну твердість HRC 61-62 при високій міцності.

20 Здійснення другого відпуску сталі при температурі 530-550 °С, що трохи менш ніж температура першого відпуску супроводжується виділенням нових порцій вторинних карбідів з аустеніту та запобігас коагуляції карбідів, що утворилися при першому відпуску. Ця обставина сприяє підвищенню вторинної твердості і зміцненню сталі.

25 Здійснення третього відпуску сталі при температурі 510-520 °С, що проводять разом з азотуванням (в атмосфері газоподібного аміаку або суміші аміаку з азотом) супроводжується продовженням виділення нових карбідів по перетину та насиченням поверхні сталевих деталей азотом для підвищення твердості і зносостійкості, а так само поліпшення триботехнічних властивостей - тобто зменшення коефіцієнта тертя. При нагріванні аміак розкладається з виділенням атомарного азоту, який при високій температурі шляхом дифузії проникає в поверхневий шар сталі і, з'єднуючись з атомами заліза, утворює кірку твердих нітридів, що значно підвищує поверхневу твердість. Тривалість азотування протягом 8 годин сприяє максимальному підвищенню твердості.

30 Після закінчення азотування спочатку проводять охолодження в атмосфері аміаку з піччю до 200 °С для запобігання проникненню атомів кисню та водню в поверхневі шари при високих температурах (520-200 °С), що може призводити до їх крихкості, а далі охолодження здійснюють на повітрі.

35 Порівняльний аналіз запропонованої корисної моделі за найближчим аналогом дозволяє виявити відмінності, які полягають в тому, що спосіб термічної обробки інструментальної сталі, який заявляється, дозволяє отримати продукт з більш високим рівнем міцності і твердості за рахунок конкретного набору операцій обробки, а також дозволяє зробити висновок, що всі заявлені ознаки є відмінними.

40 Аналіз патентної і науково-технічної інформації не виявив рішень, що мають аналогічну сукупність ознак, за якими досягався б подібний результат - отримання високих значень міцності та твердості інструментальної сталі.

Приклад опробування технології термічної обробки інструментальної сталі

45 Які дослідний матеріал була вибрана сталь марки 4X5MФ1С наступного складу (% по масі): C-0,40; Si-1,20; Mn-0,50; Cr-5,50; V-0,50; Mo-1,50. Зразки розміром 25×25×50 мм нагрівали до температури 1070-1080 °С, далі проводили охолодження на повітрі до температури 900 °С, після чого гартували шляхом охолодження в маслі, після чого здійснювали перший відпуск при температурі 550-570 °С протягом однієї години, після охолодження на повітрі здійснювали другий відпуск при температурі 530-550 °С протягом однієї години, а далі проводили азотування при температурі 510-520 °С протягом 8 годин, після чого охолодження зразків здійснювали в атмосфері аміаку з піччю до температури 200 °С, а далі на відкритому повітрі. Зразки, які обробляли по режиму за найближчим аналогом після нагрівання до температури 1070-1080 °С миттєво гартували шляхом охолодження в маслі, тобто без попереднього охолодження на повітрі до температури 900 °С. Після проведення термічної обробки на всіх зразках проводили заміри твердості на приладі Роквелл алмазним конусом. Отримані результати наведені в таблиці.

55

Режими термічної обробки дослідних зразків

Режим обробки	Температура відпуску, °С		Температура азотування, °С	Твердість, НRC
	I	II		
1 - за найближчим аналогом*	530-540	520-530	-	52-53
2 - дослідний	550-570	530-550	510-520	71-72
3 - дослідний	550-570	530-550	540-560	68-69
4 - дослідний	550-570	530-550	580-600	66-67

*) - ці зразки віддавали ще третьому відпуску при температурі 520-530 °С

Результати опробування запропонованої технології термічної обробки інструментальної сталі свідчать, що за рахунок поєднання третього відпуску з азотуванням відбувається значне підвищення твердості поверхневих шарів зразків, яке буде сприяти покращенню експлуатаційної стійкості голок, призначених для формування внутрішнього діаметра труб, що виготовляються шляхом гарячого пресування.

Застосування пропонованої корисної моделі дозволяє впровадити удосконалену технологію термічної обробки інструментальної сталі (загартування з двократним відпуском і подальшим азотуванням) замість поширеної технології за найближчим аналогом (загартування та трикратний відпуск), що дозволить значно підвищити твердість поверхневого шару і тим самим збільшити стійкість пресового інструменту на 30 % та знизити витрати по переробці виготовлення труб, а також покращити якість внутрішньої поверхні труб (відсутність плівок, порізів та інших дефектів нержавіючих труб).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб термічної обробки інструментальної сталі, що включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування шляхом охолодження в маслі і триразовий відпуск, коли останній поєднують з азотуванням, який відрізняється тим, що перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 550-570 °С, другий відпуск проводять при 530-550 °С, а азотування проводять при 510-520 °С протягом 8 годин, після чого проводять охолодження в атмосфері аміаку з піччю до 200 °С, а далі на повітрі.

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 146692

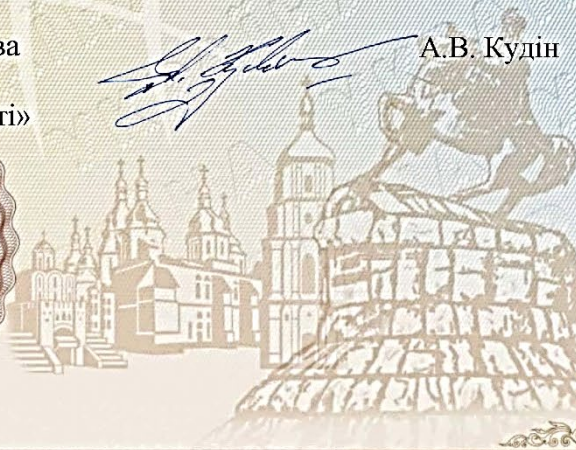
**СПОСІБ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ТРУБОПРЕСОВОГО
ІНСТРУМЕНТУ З ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей
10.03.2021.

Генеральний директор
Державного підприємства
«Український інститут
інтелектуальної власності»

 А.В. Кудін



(11) **146692**

(19) **UA**

(51) МПК (2021.01)
C21D 9/22 (2006.01)
C23C 8/00

(21) Номер заявки: **u 2020 06683**
(22) Дата подання заявки: **16.10.2020**
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **11.03.2021**
(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **10.03.2021, Бюл. № 10**

(72) Винахідники:
Могиленець Михайло Володимирович, UA,
Думенко Костянтин Олександрович, UA,
Кривчик Лілія Сергійовна, UA,
Хохлова Тетяна Станіславівна, UA,
Пінчук Вікторія Леонідівна, UA

(73) Володілець:
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ,
просп. Гагаріна, 4, м. Дніпро-5,
49600, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ТРУБОПРЕСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ **3**

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб хіміко-термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальної сталі, що включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування шляхом охолодження в маслі і триразовий відпуск протягом 1 години, коли останній поєднують з карбонітрацією, який відрізняється тим, що перед загартуванням проводять охолодження інструменту на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, а карбонітрацію проводять при 560-580 °С протягом 4 годин, при цьому спочатку інструмент підігривають до 350-400 °С, потім проводять карбонітрацію в розплаві солей ціанатів і карбонатів лужних металів, а далі проводять підстижування на повітрі до 350-400 °С, оксидування в лужному розплаві при 350-400 °С протягом 0,5 год., і послідує охолодження на повітрі до кімнатної температури.

(11) 146692

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 0626090321 необхідно:

1. Перейти за посиланням <https://sis.ukrpatent.org>.
2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.
3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа Укрпатенту



11.03.2021

І.Є. Матусевич



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **146692** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
C21D 9/22 (2006.01)
C23C 8/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2020 06683</p> <p>(22) Дата подання заявки: 16.10.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 11.03.2021</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 10.03.2021, Бюл.№ 10</p>	<p>(72) Винахідник(и): Могиленець Михайло Володимирович (UA), Думенко Костянтин Олександрович (UA), Кривчик Лілія Сергійовна (UA), Хохлова Тетяна Станіславівна (UA), Пінчук Вікторія Леонідівна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ, просп. Гагаріна, 4, м. Дніпро-5, 49600 (UA)</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) СПОСІБ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ТРУБОПРЕСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ

(57) Реферат:

Спосіб хіміко-термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальної сталі включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування шляхом охолодження в маслі і триразовий відпуск протягом 1 години, коли останній поєднують з карбонітрацією. Перед загартуванням проводять охолодження інструменту на повітрі до температури 900 °С. Перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С. Карбонітрацію проводять при 560-580 °С протягом 4 годин. Спочатку інструмент підігрівають до 350-400 °С, потім проводять карбонітрацію в розплаві солей ціанатів і карбонатів лужних металів, а далі проводять підступування на повітрі до 350-400 °С. Оксидування в лужному розплаві проводять при 350-400 °С протягом 0,5 год., і послідує охолодження на повітрі до кімнатної температури.

UA 146692 U

Корисна модель належить до галузі металургії, а саме до термічної обробки легованих інструментальних сталей і може бути використана при виготовленні трубопресового інструменту, в тому числі матричних кілець та голок - оправок, призначених для гарячого пресування труб на трубопрофільних гідравлічних пресах.

- 5 Пресовані труби характеризуються мінімальною, в порівнянні з іншими способами гарячої деформації, кількістю зовнішніх і внутрішніх дефектів завдяки найбільш сприятливій схемі напруженого стану металу у середовищі деформації (всебічне нерівномірне стиснення), яка перешкоджає виникненню дефектів, а також виникаючому при деформації високому питомому тиску, що сприяє ліквідації невеликих дефектів трубної заготовки. Рівномірність структури і, як
- 10 наслідок, механічні властивості труб по довжині забезпечується високою швидкістю процесу, завдяки чому температурний режим деформації знаходиться у вузькому інтервалі. Приведені позитивні особливості процесу пресування, а також можливість виготовлення труб, порожнистих і суцільних профілів складної форми широкого сортаменту з порівняно високою продуктивністю, можливість виробництва невеликих партій труб зумовили доцільність
- 15 розширення виробництва труб на трубопрофільних пресах.

Робочий інструмент працює в умовах високих температур, інтенсивних швидкостей ковзання і значного питомого тиску, що зумовлює необхідність використати як матеріал високолеговані теплостійкі інструментальні сталі, що володіють підвищеною в'язкістю і міцністю.

- 20 Умови роботи трубопресового інструменту характеризуються значними тепловими та силовими навантаженнями на інструмент. При гарячому пресуванні температура нагріву заготовок з різних матеріалів становить від 400 до 1600 °С, а робочі шари інструменту можуть нагріватися до 800 °С і вище. Тиск на гравюру матриць досягає 1000 МПа.

Головну роль в процесі пресування труби на горизонтальному трубопрофільному пресі відіграють матричні кільця та голки-оправки.

- 25 Матричні кільця складних матриць є найбільш важливим інструментом, в якому змінюється форма заготовки, тому вона - найбільш зношена частина пресового інструменту. Основні причини руйнування матричних кілець: втрата форми і розмірів каналу, крихке руйнування і розгарні тріщини.

- 30 При пресуванні труб для прошивання отвору в заготовці застосовують голки-оправки, які встановлюють у голкотримачі. Внутрішній діаметр труби визначається діаметром голки.

Матричні кільця і голки-оправки найчастіше виготовляють з вториннотвердіючих інструментальних сталей та піддають термічній обробці.

- 35 З попереднього рівня техніки відома технологія термічної обробки високо хромистої інструментальної сталі на вторинну твердість, що включає загартування від температури 1200 °С і багаторазовий відпуск при 540 °С (Виницкий А.Г. та ін. Вплив структури на зносостійкість штамів зі сталі Х12М // Матеріалознавство і термічна обробка металів, 1972, №2, с. 74-76). Однак внаслідок надзвичайно високого легування аустеніту при нагріванні під загартування після багаторазового відпуску (5-6 разів при 540 °С) дисперсійне твердіння не забезпечує отримання високої твердості інструмента на рівні, що вимагається умовами роботи
- 40 інструменту при гарячому пресуванні.

- Також відомий спосіб термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість, що включає підігрів, загартування від температури 1100-1140 °С з охолодженням в маслі і багаторазовий відпуск при температурі 490-530 °С по одній годині. Загартування від цієї температури приводить до значного легування аустеніту хромом за рахунок розчинення первинних карбідів. При багаторазовому відпуску (4-5 разів) твердість досягає HV 674-697 внаслідок розпаду залишкового аустеніту і виділення вторинних карбідів хрому (Cr_7C_3 і $Cr_{23}C_6$) (Позняк Л.А., Скринченко Ю.М., Тиша СІ. Штампові сталі, М: Металургія, 1980, с. 169). Основним недоліком даного способу термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість є незадовільна експлуатаційна стійкість інструменту внаслідок низьких значень твердості і міцності. Так, низька твердість інструменту обумовлена тим, що високе легування аустеніту хромом і велике зерно ускладнюють виділення вторинних карбідів хрому, тобто не здійснюється дисперсійне твердіння, і отримання високої твердості, яка не перевищує для цього способу термічної обробки. Низька міцність інструменту пояснюється також тим, що висока температура загартування і розчинення первинних карбідів
- 50 супроводжується інтенсивним зростанням зерна.

- 55 За найближчий аналог корисної моделі вибраний спосіб термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість (Патент РФ №2200201, МПК C21D 9/22, C23C 8/24. Способ термической обработки высокохромистой инструментальной стали на вторичную твердость Опубл. 10.03.2003, Бюл. №7), що включає підігрів, загартування з охолодженням в маслі і багаторазовий відпуск по одній годині, при цьому загартування виконують від
- 60

температури 1070-1080 °С, потім проводять проміжний відпуск при 400-420 °С протягом години, а багаторазовий відпуск здійснюють три рази при 520-540 °С. Останній відпуск можливо поєднати з хіміко-термічною обробкою. Технічним результатом є покращення експлуатаційної стійкості інструменту за рахунок підвищення вторинної твердості і міцності. Недоліками даного способу термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість є також незадовільні значення твердості (HV 720-746), що приводить до звуження меж його застосування для виготовлення пресового інструменту.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення експлуатаційних властивостей трубопресового інструменту з інструментальної сталі за рахунок збільшення зносостійкості та твердості.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі хіміко-термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальної сталі виконують нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування шляхом охолодження в маслі і триразовий відпуск, коли останній поєднують з карбонітрацією, згідно з корисною моделлю, перед загартуванням проводять охолодження інструменту на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, а карбонітрацію проводять при 560-580 °С протягом 4 годин, при цьому спочатку інструмент підігрівають до 350-400 °С, потім проводять карбонітрацію в розплаві солей ціанатів і карбонатів лужних металів, а далі проводять підстижування на повітрі до 350-400 °С, оксидування в лужному розплаві при 350-400 °С протягом 0,5 год., і послідує охолодження на повітрі до кімнатної температури.

Технічним результатом корисної моделі є підвищення експлуатаційної стійкості інструменту.

Запропонована корисна модель і найближчий аналог мають наступні спільні ознаки: - нагрів до температури 1070-1080 °С; - загартування в маслі; - триразовий відпуск; - останній відпуск поєднують з хіміко-термічною обробкою карбонітрацією.

Досягнення технічного результату забезпечується набором нових відмінних ознак, а саме тим, що: - перед загартуванням проводять охолодження сталі на повітрі до температури 900 °С; - перший відпуск проводять при 560-580 °С; - другий відпуск проводять при 550-560 °С; карбонітрацію проводять при 560-580 °С протягом 4 годин; - спочатку інструмент підігрівають до 350-400 °С, потім проводять карбонітрацію в розплаві солей ціанатів і карбонатів лужних металів, а далі проводять підстижування на повітрі до 350-400 °С, оксидування в лужному розплаві при 350-400 °С протягом 0,5 год., і послідує охолодження на повітрі до кімнатної температури.

У поверхневому шарі інструменту утворюється карбонітридна зона, яка характеризується високою твердістю, красностійкістю і зносостійкістю.

Всі відмічені ознаки корисної моделі взаємопов'язані між собою і сприяють досягненню поставленої задачі.

Так, якщо перед загартуванням проводять охолодження сталі на повітрі до температури 900 °С, то значно знижується ймовірність формування мікротріщин по перетину виробів за рахунок внутрішніх напруг, які зменшують міцність та можуть приводити до руйнування інструменту на робочих режимах використання при температурах в інтервалі 500-600 °С. При цьому температура в 900 °С перевищує критичну температуру A_{r3} , що корегується з класичним вибором температури, з якої проводиться загартування інструментальної сталі. Здійснення першого відпуску сталі при температурі 560-580 °С супроводжується виділенням з аустеніту вторинних карбідів типу $Cr_{23}C_6$ і Cr_7C_3 для хромистих сталей і твердіння на максимальну твердість HV 720-746 при високій міцності.

Здійснення другого відпуску сталі при температурі 550-560 °С, що трохи менша ніж температура першого відпуску супроводжується виділенням нових порцій вторинних карбідів з аустеніту та запобігає коагуляції карбідів, що утворилися при першому відпуску. Ця обставина сприяє підвищенню вторинної твердості і зміцненню сталі.

Третій відпуск поєднується з технологічним процесом карбонітрації інструмента, до якого входять наступні операції:

підігрівання інструменту до 350-400 °С протягом 1-1,5 год. в шахтній печі в повітряній атмосфері, що скорочує час витримки в ціанатній ванні, сприяє досягненню стабільності результатів карбонітрації, знімає остатні напруги, що виникають після загартування, сприяє виконанню правил техніки безпеки при зануренні інструменту в розплав солі під час карбонітрації (виключається випадкове попадання крапель води в розплав солі під час хіміко-термічної обробки);

карбонітрація інструмента при 560-580 °С протягом 4 годин в електрованнах з ціанатними солями, в результаті чого в поверхневому шарі утворюється карбонітридна зона, яка характеризується високою твердістю, красностійкістю і зносостійкістю (в процесі карбонітрації

- на поверхні сталей формується зміцнений шар, який складається з декількох зон: верхній шар являє собою карбонітрид типу Fe₃(N, C), під яким знаходиться дифузійна зона (гетерофазний шар), який складається з твердого розчину вуглецю і азоту в залізі з включеннями карбонітридних фаз, твердість якої значно вище твердості серцевини);
- 5 підстужування на повітрі до 350-400 °С для запобігання розвитку значних остатніх напруг в інтервалі температур 560-350 °С внаслідок низької теплопровідності інструментальної сталі; оксидування інструменту в лужному розплаві 70-75 % NaOH+25-30 % NaNO₂ протягом 0,5 год., що забезпечує утворення щільної оксидної плівки Fe₃O₄ чорного кольору на поверхні інструменту;
- 10 охолодження на повітрі до кімнатної температури.
Дослідження активності ціанатних ванн показало, що для досягнення високої ефективності зміцнення штампового, трубного інструменту з високолегованих сталей найбільш доцільно використовувати ванну складу 75-85 % ціанату калію і 15-25 % карбонату калію. Ванна даного складу має високу хімічну активність і хорошу технологічність.
- 15 Порівняльний аналіз запропонованої корисної моделі і найближчого аналога дозволяє виявити відмінності, які полягають в тому, що спосіб хіміко-термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальної сталі, який заявляється, дозволяє отримати продукт з більш високим рівнем зносостійкості і твердості за рахунок конкретного набору операцій обробки, а також дозволяє зробити висновок, що всі заявлені ознаки є відмінними.
- 20 Аналіз патентної і науково-технічної інформації не виявив рішень, що мають аналогічну сукупність ознак, за якими досягався б подібний результат - отримання високих значень зносостійкості та твердості трубопресового інструменту з інструментальної сталі.
Приклад опробування технології хіміко-термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальної сталі.
- 25 На випробування подано матричні кільця трубопрофільного пресу зусиллям 16 МН у кількості 8 (восьми) штук: зі сталі 5ХЗВЗМФС (ДИ-23) 6 (шість) штук (1 штука діаметром 63,5 мм, 2 штуки діаметром 73,5 мм, 3 штуки діаметром 71,5 мм); зі сталі 4 × 5МФ1С 2 (дві) штуки діаметром 71,5 мм і 73,5 мм. Кільця піддані зміцнюючій термічній обробці (ступеневе загартування з 1070-1080 °С та двократному відпуску при 560-580 °С (1 відпуск) та 550-560 °С (2 відпуск)). На випробування подано голки-оправки трубопрофільного пресу у кількості 3 (три) штуки зі сталі 4 × 5МФ1С діаметром 50 мм і довжиною 1300 мм. Голки піддані зміцнюючій термічній обробці (ступеневе загартування з 1050-1070 °С та двократному відпуску при 560-580 °С (1 відпуск) та 550-560 °С (2 відпуск)).
- 30 Карбонітрація кілець і голок проведена в розплавах солей ціанатів і карбонатів при 560-580 °С, а далі виконано підстужування на повітрі до 350-400 °С, оксидування в лужному розплаві при 350-400 °С протягом 0,5 год., і послідує охолодження на повітрі до кімнатної температури для отримання шару товщиною 0,15-0,25 мм і твердістю HV 1000-1150.
Після проведення хіміко-термічної обробки на всіх зразках проводили заміри твердості із застосуванням портативного електронного ультразвукового твердоміру (типу "Ультракон").
- 40 Отримані результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Режими термічної обробки дослідних зразків

Режим обробки	Температура відпуску, °С		Температура карбонітрації, °С	Твердість, HV
	I	II		
1 - найближчий аналог*) загартування + відпуск	560-580	550-560	-	587-600
2-4 × 5МФ1С загартування + відпуск+карбонітрація	560-580	550-560	560-580	946;966;986
3-5ХЗВЗМФС (ДИ-23) загартування+відпуск+карбонітрація	560-580	550-560	560-580	1095;1027; 1120

*) - ці зразки піддавали ще третьому відпуску при температурі 520-530 °С

- 45 Результати опробування запропонованої технології хіміко-термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальних сталей свідчать, що за рахунок проведення карбонітрації відбувається значне підвищення твердості поверхневих шарів інструменту, яке буде сприяти

покращенню експлуатаційної стійкості кілець і голок, призначених для виготовлення труб, що виготовляються шляхом гарячого пресування.

5 Результати випробувань матричних кілець на горизонтальному гідравлічному пресі зусиллям 16 МН: якщо стійкість матричних кілець після звичайного термозміцнення складає 4-6 пресовок, то кільця, додатково піддані хіміко-термічній обробці (карбонітрації) показали стійкість 7-9 пресовок внаслідок більш високої твердості, теплостійкості, утворення особливої структури на поверхні внаслідок проведення карбонітрації в розплавах солей ціанатів і карбонатів.

10 Результати випробувань голок-оправок: якщо стійкість голок-оправок після звичайного термозміцнення складає 50-80 пресовок, то голки, додатково піддані хіміко-термічній обробці (карбонітрації) показали стійкість 100-130 пресовок внаслідок більш високої твердості, зносостійкості, теплостійкості, утворення особливої структури на поверхні.

15 Застосування пропонованої корисної моделі дозволяє впровадити удосконалену технологію хіміко-термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальної сталі (загартування з двократним відпуском і послідуною карбонітрацією) замість поширеної технології за прототипом (загартування та трикратний відпуск), що дозволить значно підвищити твердість поверхневого шару і тим самим збільшити стійкість трубопресового інструменту на 25-30 % та знизити витрати по переробці виготовлення труб, а також покращити якість внутрішньої поверхні труб (відсутність плівок, порізів та інших дефектів нержавіючих труб).

20 **ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

Спосіб хіміко-термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальної сталі, що включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування шляхом охолодження в маслі і триразовий відпуск протягом 1 години, коли останній поєднують з карбонітрацією, який
 25 **відрізняється** тим, що перед загартуванням проводять охолодження інструменту на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, а карбонітрацію проводять при 560-580 °С протягом 4 годин, при цьому спочатку інструмент підігрівають до 350-400 °С, потім проводять карбонітрацію в розплаві солей ціанатів і карбонатів лужних металів, а далі проводять підстижування на повітрі до 350-400 °С,
 30 оксидування в лужному розплаві при 350-400 °С протягом 0,5 год., і послідує охолодження на повітрі до кімнатної температури.

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ


№ 148695

СПОСІБ ЗМІЦНЕННЯ ТРУБОПРЕСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З
ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи
і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей
08.09.2021.

Генеральний директор
Державного підприємства
«Український інститут
інтелектуальної власності»

 А.В. Кудін



(11) 148695

(19) UA

(51) МПК (2021.01)
C21D 1/00
C23C 8/72 (2006.01)
C23C 4/134 (2016.01)
C21D 9/08 (2006.01)

(21) Номер заявки: u 2021 00763

(22) Дата подання заявки: 19.02.2021

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 09.09.2021

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: 08.09.2021, Бюл. № 36

(72) Винахідники:
Срібрянський Григорій
Олександрович, UA,
Загородній Олексій
Борисович, UA,
Кривчик Лілія Сергіївна, UA,
Пінчук Вікторія Леонідівна,
UA

(73) Володілець:
НАЦІОНАЛЬНА
МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ,
просп. Гагаріна, 4, м. Дніпро-5,
49600, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ЗМІЦНЕННЯ ТРУБОПРЕСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб зміцнення трубопресового інструменту з інструментальної сталі, що включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування в маслі і багаторазовий відпуск протягом однієї години, який **відрізняється** тим, що перед загартуванням проводять охолодження інструменту на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, після чого виконують зміцнення робочої поверхні інструменту шляхом газоплазмового нанесення нанопокриття аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору та отримують поверхневий шар товщиною 0,15-0,25 мм з твердістю HV_{0,1} 980-1150.

(11) 148695

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 1035060921 необхідно:

1. Перейти за посиланням <https://sis.ukrpatent.org>.
2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.
3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа Укрпатенту

09.09.2021



І.Є. Матусевич



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **148695** (13) **U**

(51) МПК (2021.01)

C21D 1/00

C23C 8/72 (2006.01)

C23C 4/134 (2016.01)

C21D 9/08 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

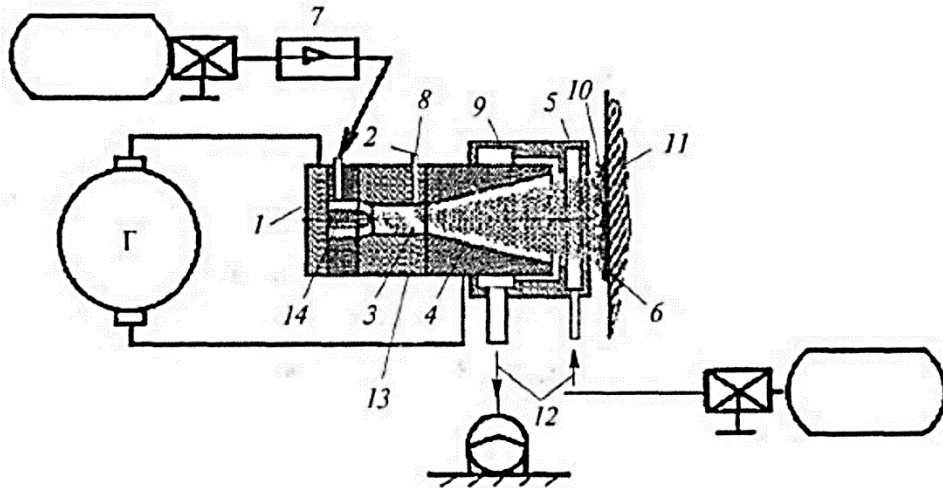
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2021 00763	(72) Винахідник(и): Срібрянський Григорій Олександрович (UA), Загородній Олексій Борисович (UA), Кривчик Лілія Сергіївна (UA), Пінчук Вікторія Леонідівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 19.02.2021	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ, просп. Гагаріна, 4, м. Дніпро-5, 49600 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 09.09.2021	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 08.09.2021, Бюл.№ 36	

(54) СПОСІБ ЗМІЦНЕННЯ ТРУБОПРЕСОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ СТАЛІ

(57) Реферат:

Спосіб зміцнення трубопресового інструменту з інструментальної сталі включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування в маслі і багаторазовий відпуск протягом однієї години. При цьому перед загартуванням проводять охолодження інструменту на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, після чого виконують зміцнення робочої поверхні інструменту шляхом газоплазмового нанесення нанопокриття аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору та отримують поверхневий шар товщиною 0,15-0,25 мм з твердістю HV_{0,1} 980-1150.



UA 148695 U

Корисна модель належить до металургії, а саме до зміцнення легованих інструментальних сталей, і може бути використана при виготовленні трубопресового інструменту, в тому числі матричних кілець, призначених для гарячого пресування труб на гідравлічних пресах.

5 З попереднього рівня техніки відома технологія термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість, що включає загартування від температури 1200 °С і багаторазовий відпуск при 540 °С [Виницкий А.Г. та ін. Вплив структури на зносостійкість штамів зі сталі X12M // Матеріалознавство і термічна обробка металів, 1972, № 2, с. 74-76]. Однак внаслідок надзвичайно високого легування аустеніту при нагріванні під загартування після багаторазового відпуску (5-6 разів при 540 °С) дисперсійне твердіння не забезпечує отримання високої твердості інструмента на рівні, що вимагається умовами роботи інструменту при гарячому пресуванні.

10 Також відомий спосіб термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість, що включає підігрів, загартування від температури 1100-1140 °С з охолодженням в маслі і багаторазовий відпуск при температурі 490-530 °С по одній годині. Загартування від цієї температури приводить до значного легування аустеніту хромом за рахунок розчинення первинних карбідів. При багаторазовому відпуску (4-5 разів) твердість досягає HV 674-697 внаслідок розпаду залишкового аустеніту і виділення вторинних карбідів хрому (Cr_7C_3 і $Cr_{23}C_6$) [Позняк Л.А., Скринченко Ю.М., Тиша С.І. Штампові сталі, М.: Металургія, 1980, с. 169]. Основним недоліком даного способу термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість є незадовільна експлуатаційна стійкість інструменту внаслідок низьких значень твердості і міцності. Так, низька твердість інструменту обумовлена тим, що високе легування аустеніту хромом і велике зерно ускладнюють виділення вторинних карбідів хрому, тобто не здійснюється дисперсійне твердіння і отримання високої твердості, яка не перевищує для цього способу термічної обробки. Низька міцність інструменту пояснюється також тим, що висока температура загартування і розчинення первинних карбідів супроводжується інтенсивним зростанням зерна.

Найближчим аналогом корисної моделі, як найбільш близьким за своєю технічною суттю та результатом, що досягається, є спосіб термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість [Патент РФ № 2200201. МПК C21D 9/22, C23C 8/24. Способ термической обработки высокохромистой инструментальной стали на вторичную твердость. Опубл. 10.03.2003. Бюл. № 7], що включає підігрів, загартування з охолодженням в маслі і багаторазовий відпуск по одній годині, при цьому загартування виконують від температури 1070-1080 °С, потім проводять проміжний відпуск при 400-420 °С протягом години, а багаторазовий відпуск здійснюють три рази при 520-540 °С. Останній відпуск можливо поєднувати з хіміко-термічною обробкою. Технічним результатом є покращення експлуатаційної стійкості інструменту за рахунок підвищення вторинної твердості і міцності. Недоліками даного способу термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість є також незадовільні значення твердості (HV 636-675), що приводить до звуження меж його застосування для виготовлення пресового інструменту.

40 В основу корисної моделі поставлена задача підвищення експлуатаційних властивостей трубопресового інструменту з інструментальної сталі за рахунок збільшення зносостійкості та твердості.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі зміцнення трубопресового інструменту з інструментальної сталі виконують нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування в маслі і багаторазовий відпуск протягом однієї години. При цьому, згідно з корисною моделлю, перед загартуванням проводять охолодження інструменту на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, після чого виконують зміцнення робочої поверхні інструменту шляхом газоплазмового нанесення нанопокриття аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору та отримують поверхневий шар товщиною 0,15-0,25 мм з твердістю $HV_{0,1}$ 980-1150.

Корисна модель має з найближчим аналогом наступні спільні ознаки: нагрів до температури 1070-1080 °С; загартування в маслі; дворазовий відпуск.

55 Досягнення технічного результату забезпечується набором нових відмінних ознак, а саме тим, що: перед загартуванням проводять охолодження сталі на повітрі до температури 900 °С; перший відпуск проводять при 560-580 °С; другий відпуск проводять при 550-560 °С; далі виконують газоплазмове нанесення нанопокриття аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору та отримують поверхневий шар товщиною 0,15-0,25 мм з твердістю $HV_{0,1}$ 980-1150.

Всі відмічені ознаки корисної моделі взаємопов'язані між собою і сприяють досягненню поставленої задачі.

Так, якщо перед загартуванням проводять охолодження сталі на повітрі до температури 900 °С, то значно знижується ймовірність формування мікротріщин по перерізу виробів за рахунок внутрішніх напруг, які зменшують міцність та можуть приводити до руйнування інструменту на робочих режимах використання при температурах в інтервалі 500-600 °С. При цьому температура в 900 °С перевищує крапку критичної температури A_{r3} , що корегується з класичним вибором температури, з якої проводиться загартування інструментальної сталі.

Здійснення першого відпуску сталі при температурі 560-580 °С супроводжується виділенням з аустеніту вторинних карбідів типу $Cr_{23}C_6$ і Cr_7C_3 для хромистих сталей і твердіння на максимальну твердість, HV 636-675 при високій міцності. Здійснення другого відпуску сталі при температурі 550-560 °С, що трохи менша ніж температура першого, супроводжується виділенням нових порцій вторинних карбідів з аустеніту та запобігає коагуляції карбідів, що утворилися при першому відпуску. Ця обставина сприяє підвищенню вторинної твердості і зміцненню сталі.

Фінішну операцію зміцнення виконують шляхом газоплазмового нанесення нанопокриття аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору та отримують поверхневий шар товщиною 0,15-0,25 мм з твердістю $HV_{0,1}$ 980-1150, що сприяє підвищенню експлуатаційної стійкості інструменту. При отриманні поверхневого шару товщиною менш, ніж 0,15 мм, з твердістю менш, ніж $HV_{0,1}$ 980, не відбувається суттєвого підвищення експлуатаційної стійкості інструменту.

Отримання поверхневого шару товщиною більш, ніж 0,25 мм, з твердістю більш, ніж $HV_{0,1}$ 1150, супроводжується підвищеними витратами аморфного сплаву та великими енергетичними витратами.

Технічним результатом корисної моделі є підвищення експлуатаційної стійкості трубопресового інструменту.

Порівняльний аналіз запропонованої корисної моделі з найближчим аналогом дозволяє виявити відмінності, які полягають в тому, що спосіб термічної обробки трубопресового інструменту з інструментальної сталі, з послідовним нанесенням на його поверхню нанопокриття з аморфного сплаву, який заявляється, дозволяє отримати продукт з більш високим рівнем зносостійкості і твердості за рахунок конкретного набору операцій обробки, а також дозволяє зробити висновок, що всі заявлені ознаки є відмінними.

Аналіз патентної і науково-технічної інформації не виявив рішень, що мають аналогічну сукупність ознак, за якими досягався б подібний результат - отримання високих значень зносостійкості та твердості трубопресового інструменту з інструментальної сталі.

Приклад опробування технології зміцнення трубопресового інструменту з інструментальної сталі з нанесенням нанопокриття пояснюється кресленням та результатами лабораторних і промислових випробувань. На кресленні представлена схема обладнання для нанесення газоплазмового покриття на робочу поверхню інструменту (кілець), де: 1 - плазмотрон з іонізуючим газом; 2 - аморфний порошок; 3 - плазмовий потік; 4 - спеціальна насадка; 5 - компенсатор теплового впливу плазми; 6 - готове покриття на робочій поверхні технологічного інструменту; 7 - іонізуючий газ; 8 - порошок; 9 - сопло; 10 - напилюваний шар; 11 - інструмент; 12 - захисний газ; 13 - анод; 14 - катод.

На випробування подано матричні кільця трубопрофільного пресу зусиллям 16 Мн у кількості трьох штук зі сталі 5Х3ВЗМФС (ДИ-23) діаметром 71,5 мм. Кільця виготовлені на ТОВ "Метінсервіс Груп" (м. Нікополь) та піддані зміцнюючій термічній обробці (загартуванню з 1080 °С та двократному відпуску при 560-580 °С (1 відпуск), 550-560 °С (2 відпуск). Аморфна стрічка заданого хімічного складу була отримана в Інституті фізики металів АН України. Відпал і розмел стрічки були виконані на кафедрі електрометалургії сталі і феросплавів Національної металургійної академії України. Плазмове нанесення порошку товщиною 0,15-0,25 мм на робочі поверхні кілець і зразків даної марки сталі виконано на установці "УПУ-3Д" лабораторії плазмових технологій кафедри матеріалознавства і обробки матеріалів Придніпровської державної академії будівництва і архітектури.

Технологія плазмового напилення включає наступні операції: підготовку порошків, попередню підготовку поверхні кілець під напилення, напилення вибраного матеріалу. Для плазмового напилення на поверхню кілець використовували порошок марки ПР-НХ2СР фракцією 50-150 мкм наступного складу, %: Ni-9,49; Cr-2,1; Si-1,14; В - 1,09; Мо - 7,75; Со-7,15; Р - 5,63; F - інше.

Контроль якості напиленого покриття проводили візуально за наявністю відшарувань та сколів. Технологічні розміри контролювали за допомогою засобів вимірювання. Мікротвердість зразків вимірювали на приладі ПМТ-3 на підготовленій поверхні покриття. Отримані результати наведені в таблиці.

Режими обробки дослідних зразків

Режим обробки	Температура відпуску, °С		Твердість, HV _{0,1}
	I	II	
1 - за найближчим аналогом*) загартування + відпуск	560-580	550-560	587-590
2-5ХЗВЗМФС загартування + відпуск + покриття	560-580	550-560	980, 1125, 1145

*) - ці зразки піддавали ще третьому відпуску при температурі 520-530 °С

5 Результати опробування запропонованої технології термозміцнення трубопресового інструменту (матричних кілець) з інструментальних сталей свідчать, що за рахунок нанесення наноматеріалів на робочу поверхню кілець товщиною 0,15-0,25 мм відбувається значне підвищення твердості поверхневих шарів інструменту, яке буде сприяти покращенню експлуатаційної стійкості кілець, призначених для виготовлення труб, що виготовляються шляхом гарячого пресування.

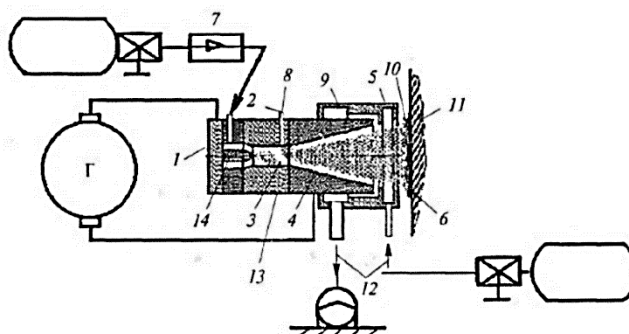
10 Якщо стійкість матричних кілець після звичайного термозміцнення складає 4-6 пресовок, то кільця, додатково піддані газоплазменному нанесенню покриття з аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору показали стійкість 9-10 пресовок внаслідок більш високої твердості, теплостійкості, зносостійкості (збільшення твердості в 1,6-2,2 разу).

15 Застосування запропонованої корисної моделі дозволяє впровадити удосконалену технологію зміцнення трубопресового інструменту з інструментальної сталі (загартування з двократним відпуском і послідовним нанесенням нанопокриття аморфних сплавів на основі заліза, кремнію і бору) замість поширеної технології за найближчим аналогом (загартування та трикратний відпуск), що дозволить значно підвищити твердість поверхневого шару і тим самим збільшити стійкість трубопресового інструменту на 25-30 % та знизити витрати по переробці виготовлення труб, а також покращити якість внутрішньої поверхні труб (відсутність плівок, порізів та інших дефектів нержавіючих труб).

20

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Спосіб зміцнення трубопресового інструменту з інструментальної сталі, що включає нагрів до температури 1070-1080 °С, загартування в маслі і багаторазовий відпуск протягом однієї години, який відрізняється тим, що перед загартуванням проводять охолодження інструменту на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, після чого виконують зміцнення робочої поверхні інструменту шляхом газоплазмового нанесення нанопокриття аморфного сплаву на основі заліза, кремнію і бору та отримують поверхневий шар товщиною 0,15-0,25 мм з твердістю HV_{0,1} 980-1150.



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 151611

СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВИРОБІВ З ЛЕГОВАНИХ
ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи
і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей
17.08.2022.

В.о. Генерального директора
Державного підприємства
«Український інститут
інтелектуальної власності»

О.В. Опанасенко



(11) 151611

(19) UA

(51) МПК
C21D 9/22 (2006.01)
C23C 8/24 (2006.01)

(21) Номер заявки:	u 2022 01220	(72) Винахідники:	Столбовий В'ячеслав Олександрович, UA, Думенко Костянтин Олександрович, UA, Кривчик Лілія Сергіївна, UA, Дейнеко Леонід Миколайович, UA, Перчун Галина Іванівна, UA, Пінчук Вікторія Леонідівна, UA
(22) Дата подання заявки:	14.04.2022	(73) Володілець:	УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010, UA
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	18.08.2022		
(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня:	17.08.2022, Бюл. № 33		

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВИРОБІВ З ЛЕГОВАНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

(57) Формула корисної моделі:

1. Спосіб термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей, що включає нагрів до температури 1050-1070 °С, загартування і триразовий відпуск протягом 1 години, коли останній поєднують з азотуванням, який відрізняється тим, що перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, а азотування здійснюють іонами азоту при 530-550 °С протягом 1-2 годин в плазмовій установці з двоступеневим дуговим розрядом низького тиску до отримання поверхневого насиченого азотом шару товщиною 50-70 мкм.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що загартування здійснюють в полімерному гартівному середовищі Aqua-Quench 400 на основі водного розчину акрилату концентрацією 20-35 %.

(11) 151611

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
Державне підприємство
«Український інститут інтелектуальної власності»
(Укрпатент)

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Державного підприємства «Український інститут інтелектуальної власності».

Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.

Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 2097170822 необхідно:

1. Перейти за посиланням <https://sis.ukrpatent.org>.
2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.
3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».

Уповноважена особа Укрпатенту



17.08.2022

I.С. Матусевич



УКРАЇНА

(19) UA (11) 151611 (13) U

(51) МПК

C21D 9/22 (2006.01)

C23C 8/24 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2022 01220</p> <p>(22) Дата подання заявки: 14.04.2022</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 18.08.2022</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 17.08.2022, Бюл.№ 33</p>	<p>(72) Винахідник(и): Столбовий В'ячеслав Олександрович (UA), Думенко Костянтин Олександрович (UA), Кривчик Лілія Сергіївна (UA), Дейнеко Леонід Миколайович (UA), Перчун Галина Іванівна (UA), Пінчук Вікторія Леонідівна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010 (UA)</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВИРОБІВ З ЛЕГОВАНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

(57) Реферат:

Спосіб термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей включає нагрів до температури 1050-1070 °С, загартування і триразовий відпуск протягом 1 години, коли останній поєднують з азотуванням. Перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, а азотування здійснюють іонами азоту при 530-550 °С протягом 1-2 годин в плазмовій установці з двоступеневим дуговим розрядом низького тиску до отримання поверхневого насиченого азотом шару товщиною 50-70 мкм.

UA 151611 U



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **151611** (13) **U**

(51) МПК

C21D 9/22 (2006.01)

C23C 8/24 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2022 01220</p> <p>(22) Дата подання заявки: 14.04.2022</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 18.08.2022</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 17.08.2022, Бюл.№ 33</p>	<p>(72) Винахідник(и): Столбовий В'ячеслав Олександрович (UA), Думенко Костянтин Олександрович (UA), Кривчик Лілія Сергіївна (UA), Дейнеко Леонід Миколайович (UA), Перчун Галина Іванівна (UA), Пінчук Вікторія Леонідівна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010 (UA)</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВИРОБІВ З ЛЕГОВАНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

(57) Реферат:

Спосіб термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей включає нагрів до температури 1050-1070 °С, загартування і триразовий відпуск протягом 1 години, коли останній поєднують з азотуванням. Перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, а азотування здійснюють іонами азоту при 530-550 °С протягом 1-2 годин в плазмовій установці з двоступеневим дуговим розрядом низького тиску до отримання поверхневого насиченого азотом шару товщиною 50-70 мкм.

UA 151611 U

Корисна модель належить до металургії, а саме до способів термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей, і може бути використана при зміцненні інструменту, в тому числі матричних кілець, складних матриць та голок-оправок, призначених для гарячого пресування труб на трубопрофільних пресах і інструменту для холодної роликової прокатки корозійностійких труб на станах холодної прокатки труб.

Вироби, тобто робочий інструмент для виробництва труб (матричні кільця та голки-оправки) працюють в умовах високих температур, інтенсивних швидкостей ковзання і значного питомого тиску, що зумовлює необхідність використовувати як матеріал високолеговані теплостійкі інструментальні сталі, що мають підвищену твердість, в'язкість і міцність.

На станах холодної прокатки труб деформуючим інструментом (виробами) служать ролики, які спираються на опорні планки і самі оправки. Такий інструмент працює в складних умовах. Це перш за все високий (до декількох сотень тон) тиск на нього металу, знакозміні навантаження через переміщення миттєвого осередку деформації вздовж осі прокатки, динамічні удари та інше. Тому стійкість інструменту повинна бути дуже високою, оскільки від цього залежить продуктивність станів і якість труб, які виготовляються. Висока стійкість інструменту забезпечується якістю матеріалу (сталі) і дотриманням технології виготовлення самих виробів з метою досягнення необхідної твердості та міцності, що досягається хімічним складом сталі та режимами термічної обробки, в тому числі і додатковим поверхневим зміцненням.

З попереднього рівня техніки відома технологія термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість, що включає загартування від температури 1200 °C і багаторазовий відпуск при 540 °C [Виницький А.Г. та ін. Вплив структури на зносостійкість штамів зі сталі X12M // Матеріалознавство і термічна обробка металів. - 1972. - № 2. - С. 74-76]. Однак внаслідок надзвичайно високого легування аустеніту при нагріванні під загартування після багаторазового відпуску (5-6 разів при 540 °C) дисперсійне твердіння не забезпечує отримання високої твердості інструмента на рівні, що вимагається умовами роботи інструменту при гарячому пресуванні та холодній деформації.

Також відомий спосіб термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість, що включає підігрів, загартування від температури 1100-1140 °C з охолодженням в маслі і багаторазовий відпуск при температурі 490-530 °C по одній годині. Загартування від цієї температури приводить до значного легування аустеніту хромом за рахунок розчинення первинних карбідів. При багаторазовому відпуску (4-5 разів) твердість досягає HV 674-697 внаслідок розпаду залишкового аустеніту і виділення вторинних карбідів хрому (Cr_7C_3 і $Cr_{23}C_6$) [Позняк Л.А., Скрипченко Ю.М., Тиша С.І. Штампові сталі. - М.: Металургія, 1980. - С. 169]. Основним недоліком даного способу термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість є незадовільна експлуатаційна стійкість інструменту внаслідок низьких значень твердості і міцності. Так, низька твердість інструменту обумовлена тим, що високе легування аустеніту хромом і велике зерно ускладнюють виділення вторинних карбідів хрому, тобто не здійснюється дисперсійне твердіння, і отримання високої твердості, яка не перевищує для цього способу термічної обробки. Низька міцність інструменту пояснюється також тим, що висока температура загартування і розчинення первинних карбідів супроводжується інтенсивним зростанням зерна.

Найбільш близьким аналогом є спосіб термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість [Патент РФ № 2200201, МКИ С21D 9/22, С23С 8/24. Способ термической обработки высокохромистой инструментальной стали на вторичную твердость. Опубл. 10.03.2003. Бюл. № 7], що включає підігрів, загартування з охолодженням в маслі і багаторазовий відпуск по одній годині, при цьому загартування виконують від температури 1050-1070 °C, потім проводять проміжний відпуск при 400-420 °C протягом години, а багаторазовий відпуск здійснюють три рази при 520-540 °C. Останній відпуск можливо поєднувати з хіміко-термічною обробкою, наприклад, з азотуванням.

Технічним результатом є покращення експлуатаційної стійкості інструменту за рахунок підвищення вторинної твердості і міцності. Недоліками даного способу термічної обробки високохромистої інструментальної сталі на вторинну твердість є також незадовільні значення твердості (HV 720-746), що приводить до звуження меж його застосування для виготовлення виробів трубного інструменту.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробити спосіб термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей, що підвищують експлуатаційні властивості виробів за рахунок збільшення твердості та зносостійкості.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей, що включає нагрів до температури 1050-1070 °C, загартування і триразовий відпуск протягом 1 години, коли останній поєднують з азотуванням, згідно з

корисною моделлю, перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, а азотування здійснюють іонами азоту при 530-550 °С протягом 1-2 годин в плазмовій установці з двоступеневим дуговим розрядом низького тиску до отримання поверхневого насиченого азотом шару товщиною 50-70 мкм.

При цьому саме загартування можливо здійснювати в полімерному гартівному середовищі Aqua-Quench 400 - на основі водного розчину акрилату концентрацією 20-35 %.

Технічним результатом запропонованої корисної моделі є підвищення експлуатаційних властивостей виробів за рахунок збільшення твердості та зносостійкості.

Запропонована корисна модель має з найближчим аналогом наступні схожі ознаки: - нагрів до температури 1050-1070 °С, - загартування; - триразовий відпуск; - останній відпуск поєднують з азотуванням.

Досягнення технічного результату забезпечується набором нових відмінних ознак, а саме тим, що: - перед загартуванням проводять охолодження сталі на повітрі до температури 900 °С; - перший відпуск проводять при 560-580 °С; - другий відпуск проводять при 550-560 °С; - третій відпуск поєднують з азотуванням, яке здійснюють іонами азоту при 530-550 °С протягом 1-2 годин в плазмовій установці з двоступеневим дуговим розрядом низького тиску до отримання поверхневого шару насиченого азотом товщиною 50-70 мкм, після чого вироби охолоджують на повітрі. Можливо загартування здійснювати в полімерному гартівному середовищі Aqua-Quench 400 на основі водного розчину акрилату концентрацією 20-35 %.

Всі відмітні ознаки корисної моделі взаємопов'язані між собою і сприяють вирішенню поставленої задачі так, якщо перед загартуванням проводять охолодження сталі на повітрі до температури 900 °С, то значно знижується ймовірність формування мікротріщин по перетину виробів за рахунок внутрішніх напруг, які зменшують міцність та можуть призводити до руйнування інструменту на робочих режимах використання при температурах в інтервалі 500-600 °С. При цьому температура в 900 °С перевищує крапку критичної температури Ag_3 , що корегується з класичним вибором температури, з якої проводиться загартування інструментальної сталі.

Здійснення першого відпуску сталі при температурі 560-580 °С супроводжується виділенням з аустеніту вторинних карбідів типу $Cr_{23}C_6$, і Cr_7C_3 для хромистих сталей і твердіння на максимальну твердість HRC 61-62 при високій міцності. Здійснення другого відпуску сталі при температурі 550-560 °С, що трохи менш ніж температура першого відпуску супроводжується виділенням нових порцій вторинних карбідів з аустеніту та запобігає коагуляції карбідів, що утворилися при першому відпуску. Ця обставина сприяє підвищенню вторинної твердості і зміцненню сталі.

Проведення третього відпуску сталі при температурі 530-550 °С, що відбувається разом з азотуванням, яке здійснюють іонами азоту протягом 1-2 годин в плазмовій установці з двоступеневим дуговим розрядом низького тиску до отримання поверхневого шару насиченого азотом товщиною 50-70 мкм. Азотування протягом 1 години потрібно для створення шару товщиною не менш 50 мкм. Азотування протягом 2 годин потрібно для створення шару товщиною до 70 мкм. Далі вироби піддають охолодженню на повітрі. Іонне азотування (в порівнянні з пічним) має наступні переваги прискорює дифузійні процеси в 1,5-2 рази; дозволяє отримати дифузійний шар регульованого складу і будови; характеризується незначними деформаціями виробів і високим класом чистоти поверхні; дає можливість азотувати корозійностійкі жароміцні і мартенситно-старіючі сталі без додаткової депасивуючої обробки; значно скорочує загальний час процесу за рахунок зменшення часу нагрівання та охолодження садки; має велику економічність, підвищує коефіцієнт використання електроенергії, скорочує витрату насичуючих газів; нетоксично і відповідає вимогам щодо захисту навколишнього середовища. Азотування в плазмі двоступеневого дугового розряду має певні переваги Одне, що процес відбувається при тисках азоту 0,01-0,1 Па, тобто при значеннях азотного потенціалу значно нижче порогового. При цьому ймовірність утворення нітридних фаз, і особливо тендітної s-фази, значно знижується. Завдяки наявності в шарі цієї фази поверхнева твердість азотованих деталей вище майже на HV 160-180, ніж при газовому азотуванні.

Можливість здійснювати загартування в полімерному гартівному середовищі Aqua-Quench 400 на основі водного розчину акрилату має переваги, бо усуває дим та газу, пари і небезпеку займання, що виникають при загартуванні в маслі, та забезпечує найвищий ступінь варіювання швидкості охолодження.

При концентрації 20-35 % середовище Aqua-Quench 400 проявляє охолоджуючі властивості, подібні до властивостей масел.

Порівняльний аналіз запропонованої корисної моделі з найближчим аналогом дозволяє

виявити відмінності, які полягають в тому, що спосіб термічної обробки інструментальної сталі, який заявляється, дозволяє отримати вироби з більш високим рівнем міцності і твердості за рахунок конкретного набору операцій обробки, а також дозволяє зробити висновок, що всі заявлені ознаки є відмінними.

5 Аналіз патентної і науково-технічної інформації не виявив рішень, що мають аналогічну сукупність ознак, за якими досягався б подібний результат - отримання високих значень міцності та твердості виробів з легованої інструментальної сталі.

Реалізація способу термічної обробки трубного інструменту з високохромистої сталі пояснюється прикладами опробування технології термічної обробки та іонного азотування, що здійснюється за допомогою вакуумно-дугової установки. На кресленні наведена схема вакуумно-дугової установки для проведення іонного азотування, де: 1 - корпус вакуумної камери; 2, 3, 4 - вакуумно-лугові випарники; 5, 6, 7 - джерела живлення випарників; 8 - джерело живлення підкладки; 9, 10 - перемикачі; 11 - поворотний пристрій; 12 - вироби (інструменти) для оброблення, що піддаються іонному азотуванню; 13 - екран, прозорий для газу і електронів; 14 - система автоматичної підтримки тиску газу; 15 - генератор високочастотних імпульсів; 16 - блок автоматичного управління осадженням багаточастотних покриттів.

Приклад 1.

Вибрали матричні кільця трубопрофільного пресу у кількості 3 штук, виготовлених зі сталі 4X45MФ1С діаметром 73,5 мм. Кільця були виготовлені на ТОВ "Метінсервіс Групп" (м. Нікополь) і піддані термічній обробці (нагрів до 1050-1070 °С, підстижування до 900 °С, загартування у маслі та двократний відпуск при 560-570 °С (1 відпуск) та 530-550 °С (2 відпуск). Далі виконували іонне азотування кілець в установці з двоступеневим дуговим розрядом низького тиску плазми на установці "Булат-6" лабораторії плазмових технологій ННЦ ХФТІ (м. Харків) при 530-550 °С протягом 1 години. Камеру відкачували до 1×10^{-3} Па, напускали в неї азот до тиску 0,1...0,5 Па, включали випарник 2 і подавали на катод випарника 4 позитивної напруги від джерела 7 (положення II перемикача 9). При цьому між корпусом вакуумної камери і катодом випарника 4, в даному випадку анодом, запалюється дуговий газовий розряд, який підтримується джерелом 7. Струм газового розряду 200 А. На вироби (інструменти) подавали позитивну напругу перемикачем 10, регулюючи величину струму в джерелі 8 в межах декількох десятків ампер з метою підтримки температури інструментів на рівні 530-550 °С. Електронне бомбардування забезпечувало нагрів і азотування виробів, яке при позитивному потенціалі дозволяє істотно зменшити ймовірність виникнення на виробах мікродуг і уникнути іонного розтруювання їх поверхні. Після досягнення необхідної товщини азотованого шару (~30 мкм) на вироби подавали негативну напругу. Після закінчення азотування бомбардуванням іонами азоту відключали випарник 2, припиняли напуск азоту, камеру відкачували до тиску $\sim 1 \cdot 10^{-3}$ Па, перемикач 9 встановлювали в положення 1, на вироби подавали негативну напругу 1000 В і по черзі короткочасно, включаючи випарники 3 і 4, виробляли його очищення бомбардуванням іонами титану протягом декількох хвилин. Після очищення на кільцях встановлювали негативну напругу 220 В, напускали азот до 0,2 Па, включали обидва випарника титану (3 і 4) і осаджували покриття TiN протягом 30 ... 60 хвилин. Тривалість процесу азотування залежить від потрібної товщини шару і температури підкладки, в даному випадку час азотування був 1 година.

Промислові випробування виробів здійснювали на горизонтальному гідравлічному пресі зусиллям 16 Мн при виготовленні гарячедеформованих труб. Якщо стійкість матричних кілець і сталі 5X3B3MФC після зміцнення за найближчим аналогом складає 4-6 пресовок, то кільця з більш економнолегованої безвольфрамової сталі 4X5MФ1C, які додатково піддані іонному азотуванню в плазмі показали стійкість 9-10 пресовок (> 1,5-2 рази) за рахунок більш високої твердості, теплостійкості та утворення особливої структури на поверхні внаслідок проведення іонного азотування.

Приклад 2.

Вибрали ролики стану холодної прокатки труб у кількості 3 штук із сталі 4X5MФ1C шириною 65 мм під діаметр труби 16 мм. Ролики виготовляли на ТОВ "Метінсервіс Групп" (м. Нікополь) та піддавали зміцнюючій термічній обробці аналогічній, що описана в прикладі 1, але загартування здійснювали в полімерному гартівному середовищі Aqua-Quench 400 на основі водного розчину акрилату концентрацією 20-35 %. Для підвищення твердості і зносостійкості ролики в подальшому піддавали іонному азотуванню при 530-550 °С для отримання азотованого шару товщиною 50-70 мкм. Ролики випробували на стані ХПТР 15-30 при виробництві холоднодеформованих труб та отримали наступні результати. Якщо стійкість роликів для стану ХПТР 15-30 після звичайного зміцнення (за найближчим аналогом) складає 1023-1030 мкмолект, то інструмент з сталі 4X5MФ1C, після загартування з високим відпуском, додатково підданий іонному азотуванню в плазмі дугового розряду, показав стійкість 1860-2030

м/комплект, тобто в 1,7 раз вище, внаслідок більш високої поверхневої твердості, зносостійкості та утворення особливої структури на поверхні.

Приклад 3.

- 5 Вибрали 6 шт. опорних планок (виробів) для стану холодної прокатки труб довжиною 210 мм, шириною 80 мм і висотою 47,4 мм з шириною доріжок 25 і 20 мм (під труби діаметром 15-22 мм і 23-30 мм відповідно). Вироби піддавали термічній обробці аналогічній, що описана в прикладі 1. Для підвищення твердості і зносостійкості планки в подальшому піддавали іонному азотуванню при 530-550 °С на протязі 2 годин для отримання азотованого шару товщиною 70 мкм. Опорні планки випробували на стані ХПТР 15-30 при виробництві холоднодеформованих труб та отримали наступні результати. Якщо стійкість опорних планок стану ХПТР зі сталі 4Х5МФ1С після звичайного термічного зміцнення (за найближчим аналогом) складала 5120 м
- 10 виготовлених труб, то інструмент (вироби), додатково підданий іонному азотуванню в плазмі дугового розряду показав стійкість 5860 м відповідно, що є наслідком більш високої поверхневої твердості, зносостійкості за рахунок утворення особливої структури на поверхні.
- 15 Після проведення термічної обробки на всіх виробках (зразках інструменту) проводили заміри твердості із застосуванням портативного електронного ультразвукового твердоміру (типу "Ультракон") і мікротвердоміру ПМТ-3. Отримані результати наведені в таблиці.

Таблиця

Режими термічної обробки дослідних виробів та їх твердість

Марка сталі	Режими термічної обробки (приклад)	Твердість, HV _{0,1}
4Х5МФ1С	Загартування + відпуск + іонне азотування (1)	1045, 1025, 1033
4Х5МФ1С	Загартування + відпуск + іонне азотування (2)	1025, 1015, 985
4Х5МФ1С	Загартування + відпуск + іонне азотування (3)	1040, 1035, 1015

- 20 Результати опробування запропонованого способу термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей свідчать, що за рахунок раціональних режимів зміцнення та відпуску, коли третій відпуск поєднують з проведенням іонного азотування відбувається значне підвищення твердості поверхневих шарів виробів (трубного інструменту), яке сприяє підвищенню якості, що покращує експлуатаційної стійкості кілець і голок-оправок, призначених для виготовлення труб шляхом гарячого пресування і інструменту (опорних роликів та пластин) для станів холодної прокатки труб.
- 25 Застосування запропонованої корисної моделі дозволяє впровадити удосконалену технологію термічної обробки виробів (загартування з двократним відпуском і послідовним іонним азотуванням) замість поширеної технології за найближчим аналогом (загартування та трикратний відпуск), що дозволить значно підвищити твердість поверхневого шару виробів і тим самим збільшити стійкість трубного інструменту та знизити витрати на виготовлення труб.
- 30

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 35 1. Спосіб термічної обробки виробів з легованих інструментальних сталей, що включає нагрів до температури 1050-1070 °С, загартування і триразовий відпуск протягом 1 години, коли останній поєднують з азотуванням, який відрізняється тим, що перед загартуванням проводять охолодження на повітрі до температури 900 °С, перший відпуск проводять при 560-580 °С, другий відпуск проводять при 550-560 °С, а азотування здійснюють іонами азоту при
- 40 530-550 °С протягом 1-2 годин в плазмовій установці з двоступеневим дуговим розрядом низького тиску до отримання поверхневого насиченого азотом шару товщиною 50-70 мкм.
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що загартування здійснюють в полімерному гартівному середовищі Aqua-Quench 400 на основі водного розчину акрилату концентрацією 20-35 %.

