



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **96254**

(13) **U**

(51) МПК

C21D 1/42 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 08799**

(22) Дата подання заявки: **04.08.2014**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **26.01.2015**

(46) Публікація відомостей **26.01.2015, Бюл.№ 2**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Вуєць Олександр Євгенович (UA),
Погрібний Микола Андрійович (UA)**

(73) Власник(и):

Вуєць Олександр Євгенович,

(UA)

(54) СПОСІБ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ СТАЛЕЙ

(57) Реферат:

Спосіб термічної обробки сталей включає індукційне нагрівання під загартування струмами високої частоти (СВЧ) та подальший відпуск. Нагрівання під час відпуску здійснюють за допомогою СВЧ зі швидкістю $V_{\text{нагр.}} > 100 \text{ }^{\circ}\text{C/с}$ безперервно на тому ж обладнанні, що і загартування, з пониженням питомої потужності.

UA 96254 U

Корисна модель належить до області машинобудування, конкретно - термічної обробки сталей і може бути використана для поверхневого зміцнення деталей машин та механізмів з різних областей техніки.

Відомий спосіб термічної обробки листової сталі, в якому відпуск відбувається зі швидкістю $V_{\text{нагр.}} \approx 100-150 \text{ }^{\circ}\text{C/хв}$ за рахунок безперервного нагрівання металу в прохідних роликів печей з перепадом температури між металом та середовищем печі [1]. Порівняно низька швидкість нагрівання, а також термічна обробка обмеженої номенклатури виробів є одними з недоліками даного способу.

Відомий спосіб швидкісної термічної обробки сталей, який передбачає нагрівання деталей та виробів постійного поперечного перерізу шляхом пропускання безпосередньо через них електричного струму промислової частоти, що підводиться шляхом контактів від вторинної обмотки понижуючого трансформатора [2, 3]. Спосіб використовують для швидкісного загартування, відпуску, нормалізації та рекристалізаційного відпалу.

Недоліками даного способу є:

- термічна обробка обмеженої номенклатури виробів, що мають постійний поперечний переріз та велику довжину: холоднодеформований дріт, сталеві листи, тонкостінні деталі тощо;
- внаслідок крізного прогрівання є неможливим отримання зміцненого поверхневого шару при збереженні відносно в'язкої серцевини для деталей машин, що працюють в умовах контактної навантаження, ерозійного та абразивного зношування, а також піддаються впливу динамічних навантажень;

- обмеженість термічної обробки тих частин деталі, що були закріплені у контактах, і повинні бути видалені, що недопустимо для подальшої експлуатації готових деталей заданої форми та конфігурації. Відомий спосіб термічної обробки сталей, що передбачає поверхневе загартування струмами високої частоти (СВЧ) та подальший об'ємний відпуск з повільним нагріванням в печі ($V_{\text{нагр.}} \approx 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C/с}$) [4].

Цей спосіб є найбільш близьким аналогом за технічною суттю до того способу, що заявляється.

Спільними ознаками найближчого аналога та запропонованого способу, є проведення індукційного швидкісного загартування СВЧ та подальшого відпуску.

Разом з тим, найближчий аналог має такі недоліки:

- після пічного відпуску вище температури $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ через тривалу витримку нівелюється ефект (підвищені показники твердості) попереднього швидкісного загартування поверхневого шару шляхом СВЧ [4];
- через великі габарити деталей машин та механізмів в деяких випадках унеможлиблюється об'ємне пічне нагрівання для проведення відпуску;
- відпуск при об'ємному пічному нагріванні може змінювати структуру основного металу (серцевини);
- неможливим є локальний відпуск ділянок з концентраторами напруг (надрізи, отвори тощо).

В основу корисної моделі поставлена задача, що полягає у розробці способу термічної обробки сталей, в якому, за рахунок високої швидкості нагрівання під час термічної обробки, здійснюється отримання поверхневих шарів на сталях з високими показниками механічних і субструктурних характеристик.

Поставлена задача вирішується тим, що згідно з корисною моделлю, що нагрівання під час відпуску здійснюють за допомогою струмів високої частоти (СВЧ) зі швидкістю $V_{\text{нагр.}} > 100 \text{ }^{\circ}\text{C/с}$ безперервно на тому ж обладнанні, що і загартування, з пониженням питомої потужності.

Структура поверхневого шару після проведення швидкісного загартування та відпуску відрізняється підвищеною дисперсністю карбідів і областей когерентного розсіювання (ОКР), високих значень мікронапруг та щільності дислокацій в α -розчині. Через це досягаються більш високі характеристики міцності та пластичності в порівнянні з відпуском в печі, як при однаковій температурі, так і при однаковій твердості [2-4].

Спосіб, що заявляється, здійснюють наступним чином.

Швидкісну термічну обробку стандартних зразків для випробування на розтяг ($d=4 \text{ мм}$) зі сталі 15 × 11МФ проводили на генераторі СВЧ ВЧГ6-60/0,44 за наступними режимами: нагрівання під загартування до температури $1150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ зі швидкістю $V_{\text{нагр.}} \approx 1200 \text{ }^{\circ}\text{C/с}$ з охолодженням водяним спреєм. Далі, шляхом зменшення питомої потужності генератора, були визначені режими та проведений відпуск СВЧ за температур $300-900 \text{ }^{\circ}\text{C}$ зі швидкістю $V_{\text{нагр.}} \approx 100-1000 \text{ }^{\circ}\text{C/с}$. Дані режими забезпечили рівномірний наскрізний прогрів робочої частини дослідних зразків, як під час загартування, так і під час відпуску. Зразки рухались вздовж індуктора безперервно-поступально. Для порівняння механічних властивостей зі способом

найближчого аналога після загартування СВЧ був проведений пічний відпуск за аналогічних температур зі швидкістю нагрівання $V_{\text{нагр.}} \approx 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ і витримкою 2 години. Для коректного порівняння способу, що заявляється, із прототипом, після замірів твердості були відібрані зразки з однаковою твердістю поверхневого шару після проведення пічного або СВЧ відпуску. Результати механічних випробувань на розтяг дослідних зразків наведені у таблиці.

Таблиця

Механічні властивості сталі 15 × 11МФ після термообробки по способу, що заявляється, та прототипом

Загартування СВЧ +	HRC	σ_B , кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$, кг/мм ²	δ , %	ψ , %
Пічний відпуск 300 °С	48-49	145	90	9	40
Відпуск СВЧ 450 °С		150	92	13	45
Пічний відпуск 500 °С	40-41	130	80	14	44
Відпуск СВЧ 600 °С		135	86	18	49
Пічний відпуск 600 °С	30-31	100	65	18	50
Відпуск СВЧ 850 °С		100	67	21	56

Як видно з таблиці, при однаковій твердості, характеристики міцності майже однакові, а характеристики пластичності вище саме після відпуску з нагрівом СВЧ, що сприяє отриманню кращого комплексу характеристик міцності і пластичності після термічної обробки за способом, що заявляється.

Таким чином спосіб, що заявляється, має такі переваги:

- відпуск СВЧ вище температури 200 °С зберігає ефект попереднього швидкісного загартування поверхневого шару шляхом СВЧ через відсутність витримки при відпускових температурах;

- більш високі показники механічних властивостей сталей в порівнянні з відпуском після пічного нагрівання;

- можливість проведення термічної обробки поверхні та локальних ділянок великогабаритних деталей та виробів складної конфігурації;

- збереження незмінної структури серцевини виробу (у випадку поверхневої термічної обробки);

- безперервне проведення загартування СВЧ та подальшого відпуску СВЧ на одному типі обладнання з використанням постійного індуктора та частоти струму;

- зменшення часу процесу термічної обробки (до декількох секунд);

- проведення локального відпуску на ділянках з концентраторами напруг.

Використання даного способу дозволяє отримати економічний ефект одразу за декількома пунктами:

- суттєве зменшення часу проведення термічної обробки (часу нагрівання та витримки в печі), а, відповідно, і економія енергоносіїв;

- забезпечення двох послідовних процесів термічної обробки (загартування та відпуск) на одному типі обладнання;

- підвищення продуктивності праці.

Джерела інформації:

1. Пат. 2082768 RU, МПК C21D8/04, C21D9/46. Способ термической обработки листовой малоуглеродистой стали, 1994

2. Смирнов М.А. Основы термической обработки стали / М.А. Смирнов, В.М. Счастливцев, Л.Г. Журавлёв. Учебное пособие. Екатеринбург: УРО РАН, 1999. - 494 с.

3. Физические основы электротермического упрочнения стали / В.Н. Гриднев и др. - К.: Наукова думка, 1973. - 336 с.

4. Головин Г.Ф. Высоочастотная термическая обработка: Вопросы металловедения и технологии / Г.Ф. Головин, М.М. Замятин. - 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. - 239 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб термічної обробки сталей, що включає індукційне нагрівання під загартування струмами високої частоти (СВЧ) та подальший відпуск, який **відрізняється** тим, що нагрівання під час

відпуску здійснюють за допомогою СВЧ зі швидкістю $V_{\text{нагр.}} > 100 \text{ }^{\circ}\text{C/s}$ безперервно на тому ж обладнанні, що і загартування, з пониженням питомої потужності.

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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