



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111271** (13) **U**

(51) МПК (2016.01)

**C21D 1/00**

**C21D 1/18** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	<b>u 2016 03569</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Малінов Леонид Соломонович (UA), Бурова Дар'я Володимирівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>04.04.2016</b>	(73) Власник(и):	<b>ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Університетська, 7, м. Маріуполь, 87500 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	<b>10.11.2016</b>		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>10.11.2016, Бюл.№ 21</b>		

## (54) СПОСІБ ГАРТУВАННЯ СТАЛІ І ЧАВУНІВ

### (57) Реферат:

Спосіб гартування сталі і чавунів включає нагрів до температури утворення аустеніту, витримку, охолодження до температури, що перевищує мартенситну точку, витримку при цій температурі, охолодження на повітрі. Охолодження після аустенітизації сплавів перлітного і бейнітного класів проводять у воді, а сплавів мартенситного класу - на повітрі, до температури на 20-250 °С, що перевищує мартенситну точку, а витримку при цій температурі проводять в печі протягом 10-90 хв.

UA 111271 U







Корисна модель належить до металургійного виробництва чорних металів, конкретно до гартування сталей і чавунів.

Відомий спосіб гартування сталей і чавунів, що включає нагрів для отримання аустеніту, витримку, охолодження у воді або маслі для отримання структури мартенситу (Гуляев А.П. *Металловедение* / А.П. Гуляев. - М.: Металлургия, 1986. - 544 с.)

Спосіб забезпечує високу твердість сплавів. Однак при цьому може відбуватися короблення і утворення тріщин. Після гартування проводять відпуск для зняття внутрішніх напружень і отримання заданої структури. Це вимагає додаткових енерговитрат на нагрів сплавів.

Відомий спосіб ізотермічного гартування сталей і чавунів, що включає нагрів для отримання аустеніту, витримку, охолодження в розплаві солей до температури, що перевищує мартенситну точку, тривалу витримку при цій температурі, для отримання бейнітної структури і охолодження на повітрі до кімнатної температури (Гуляев А.П. *Металловедение* / А.П. Гуляев. - М.: Металлургия, 1986. - 544 с.).

Даний спосіб дозволяє без наступного відпуску отримати добре поєднання механічних властивостей та зносостійкості.

Недоліком способу є застосування розплаву солей, що небезпечно для обслуговуючого персоналу через шкідливі випари або викиди розплаву при попаданні вологи на його поверхню.

Відомий спосіб східчастого гартування сталей і чавунів, що прийнятий за прототип, який включає нагрів для отримання аустеніту, витримку, охолодження в розплаві солей (лугів) до температури, що перевищує мартенситну точку ( $M_n$ ), витримку, виключає утворення бейніту, і подальше охолодження на повітрі до кімнатної температури (Гуляев А.П. *Металловедение* / А.П. Гуляев. - М.: Металлургия, 1986. - 544 с.).

Він дозволяє істотно знизити короблення, виключити утворення тріщин. Однак в ньому також застосовується розплав солей, потенційно небезпечний своїми випарами і викидами при потраплянні вологи на їх поверхню.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалювати спосіб гартування сталей і чавунів, в якому новий режим дозволить виключити шкідливий вплив розплаву солей і зберегти переваги східчастого і ізотермічного гартування, а саме знизити короблення, виключити утворення тріщин, відмовитися від відпуску та забезпечити хороше поєднання механічних властивостей і зносостійкості.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі гартування сталей і чавунів, що включає нагрів для отримання аустеніту, витримку, охолодження до температури, що перевищує мартенситну точку, витримку при цій температурі, охолодження до кімнатної температури на повітрі, відповідно до корисної моделі, охолодження після аустенітизації сплавів перлітного і бейнітного класів проводять у воді, а сплавів мартенситного класу - на повітрі до температури на 20-250 °С, що перевищує мартенситну точку, а витримку при цій температурі проводять в печі протягом 10-90 хв.

Зазначений в способі надмартенситний інтервал температур і витримка в ньому забезпечують релаксацію гартувальних напружень і виключають інтенсивне виділення карбідів з аустеніту.

При температурах нижчих за  $M_n + 20$  °С, ускладнена релаксація напружень і, крім того, існує можливість попадання в мартенситний інтервал.

При температурах, що перевищують  $M_n + 250$  °С, інтенсифікується виділення карбідів межами зерен аустеніту, що знижує механічні властивості сплавів.

Витримки менш ніж 10 і більш ніж 90 хв. неефективні. Вибір охолоджувального середовища (вода або повітря) визначається стійкістю переохолодженого аустеніту в перлітній області.

У сплавах перлітного і бейнітного класів уникнути розпаду переохолодженого аустеніту в перлітній області дозволяє охолодження в воді.

У сплавах мартенситного класу менша плинність переохолодженого аустеніту дозволяє охолодження їх проводити на повітрі.

Обидві ці середовища на відміну від розплаву солей є екологічно чистими.

Запропонований спосіб гартування може застосовуватися для широкого кола сталей і чавунів, будучи до того ж енергозберегувальними, тому що виключає додатковий нагрів, що проводиться при відпуску після гартування.

Випробування запропонованого способу проведені на кафедрі "Матеріалознавство" ДВНЗ "ПДТУ".

Приклад 1

Сталь 14Г2 перлітного класу має наступні критичні точки:  $A_{c1}=709$  °С,  $A_{c3}=825$  °С,  $M_n=410$  °С. Після гартування за запропонованим способом: нагрів на 870 °С, 20 хвил., охолодження у воді до 450 °С, витримка при цій температурі в печі 60 хв., охолодження до кімнатної температури на



повітрі отримані наступні механічні властивості:  $\sigma_{0,2}=620$  МПа,  $\sigma_B=710$  МПа,  $\delta=22$  %,  $\psi=55$  %,  $KCU=0,95$  МДж/м<sup>2</sup>.

Після типової термообробки, що включає гартування з 870 °С, 20 хв., охолодження в воді і високий відпуск при 650 °С, 60 хв., механічні властивості нижче:  $\sigma_{0,2}=557$  МПа,  $\sigma_B=618$  МПа,  $\delta=18$  %,  $\psi=48$  %,  $KCU=0,8$  МДж/м<sup>2</sup>. При цьому енерговитрати вище.

#### Приклад 2

Сталь 45Г перлітного класу має наступні критичні точки:  $A_{c1}=720$  °С,  $A_{c3}=770$  °С,  $M_n=220$  °С. Після гартування за запропонованим способом: нагрів на 760 °С, 20 хв., охолодження у воді до 400 °С, витримка при цій температурі 40 хв., охолодження на повітрі, отримані наступні механічні властивості:  $\sigma_{0,2}=810$  МПа,  $\sigma_B=920$  МПа,  $\delta=24$  %,  $\psi=56$  %,  $KCU=1,4$  МДж/м<sup>2</sup>.

Після типової термообробки, що включає гартування з 850 °С 20 хв. в воді і високий відпуск при 550 °С, 1 год., охолодження у воді, механічні властивості нижче:  $\sigma_{0,2}=640$  МПа,  $\sigma_B=750$  МПа,  $\delta=16$  %,  $\psi=55$  %,  $KCU=0,9$  МДж/м<sup>2</sup>. При цьому енерговитрати вище.

#### Приклад 3

Сталь 10Г10 мартенситного класу має наступні критичні точки:  $A_{c1}=510$  °С,  $A_{c3}=680$  °С,  $M_n=170$  °С.

Після гартування за запропонованим способом: нагрів на 800 °С, 20 хв., охолодження на повітрі до 400 °С, витримка при цій температурі 60 хв., охолодження на повітрі, отримані наступні механічні властивості:  $\sigma_{0,2}=1030$  МПа,  $\sigma_B=1240$  МПа,  $\delta=12$  %,  $\psi=50$  %,  $KCU=0,7$  МДж/м<sup>2</sup>.

Після типової термообробки, що включає гартування з 800 °С 20 хв., в воді, відпуск при 300 °С, 1 год., охолодження на повітрі, механічні властивості нижче:  $\sigma_{0,2}=880$  МПа,  $\sigma_B=1200$  МПа,  $\delta=7$  %,  $\psi=19$  %,  $KCU=0,25$  МДж/м<sup>2</sup>. Не потрібно додаткове нагрівання при проведенні відпуску, який не потрібен.

#### Приклад 4

Високоміцний чавун ВЧ 500-4 має наступні критичні точки:  $A_{c1}=770$  °С,  $A_{c3}=835$  °С,  $M_n=220$  °С.

Проводилися його випробування на абразивну зносостійкість за методом Бринелля-Хаурта: еталоном був чавун ВЧ-500-4 без попередньої термообробки.

Після гартування за запропонованим способом: нагрів на 870 °С, 20 хв., охолодження у воді до 350 °С, витримка при цій температурі в печі 20 хв., охолодження на повітрі, відносна абразивний зносостійкість чавуну зросла в 4,8 рази.

Після типової термообробки, що включає гартування цього чавуну з 870 °С, 20 хв. в розплаві солей при 350 °С, витримку при цій температурі 60 хв., охолодження на повітрі, відносна абразивна зносостійкість збільшилася помітно менше - в 3,9 рази. При цьому використаний неекологічний розплав солей, а також вищі енерговитрати.

Застосування методу в порівнянні з відомими дозволяє відмовитися від розплаву солей, знизити викривлення, виключити утворення тріщин, відмовитися від відпуску і отримати к оптимальне поєднання механічних властивостей та зносостійкості.

### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб гартування сталі і чавунів, що включає нагрів до температури утворення аустеніту, витримку, охолодження до температури, що перевищує мартенситну точку, витримку при цій температурі, охолодження на повітрі, який **відрізняється** тим, що охолодження після аустенізації сплавів перлітного і бейнітного класів проводять у воді, а сплавів мартенситного класу - на повітрі, до температури на 20-250 °С, що перевищує мартенситну точку, а витримку при цій температурі проводять в печі протягом 10-90 хв.

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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

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