



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **102189**

(13) **U**

(51) МПК

**C21D 7/13** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 02310**

(22) Дата подання заявки: **16.03.2015**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **26.10.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **26.10.2015, Бюл.№ 20**

(72) Винахідник(и):

**Глотка Олександр Анатолійович (UA),  
Мороз Олексій Миколайович (UA)**

(73) Власник(и):

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063  
(UA)**

(74) Представник:

**Висоцька Наталя Іванівна**

## (54) СПОСІБ ТЕРМОМЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ПІДШИПНИКОВОЇ СТАЛІ

(57) Реферат:

Спосіб термомеханічної обробки підшипникової сталі включає пластичну деформацію, охолодження до 650 °С зі швидкістю 30-100 °С/годину та наступне охолодження на повітрі. Пластичну деформацію здійснюють в межах 930-970 °С.

**UA 102189 U**



Корисна модель належить до металургії та машинобудування, а саме способу термомеханічної обробки підшипникової сталі для виробництва важконавантажених підшипників кочення.

Відомий спосіб [1-2], за яким деформацію проводять при температурах від 1120 °С до 850 °С з охолодженням на повітрі до температури 700-600 °С з наступним охолодженням в колодязях, що не опалюються.

Істотним недоліком цього способу є великий розбіг температури деформування, що може призвести до нерівномірності деформації заготовки та проходженню небажаних фазових перетворень. При цьому на кожному етапі переробки підшипникової сталі температура прокату не контролюється, так як за технологічними нормами задається температурний режим початку та кінця деформації заготовки.

Також слід врахувати, що при високих температурах деформації (1000-1200 °С), по-перше, зростає зерно аустеніту, що знижує опір руйнування матриці, по-друге, може відбуватися оплавлення евтектики на базі меж границь матриця-сульфід, оксид або карбід.

Крім того, недоліком є повільне охолодження (10-30 °С/годину) з температури нагрівання, що може призвести до утворення цементитної сітки.

Як найближчий аналог відомий спосіб сфероїдизуючої обробки вуглецевих и легованих сталей [3], за яким пластичну деформацію здійснюють при температурах 770-840 °С та наступному охолодженні до 650 °С зі швидкістю 30-100 °С/годину, після чого охолодження проводять на повітрі.

Недоліком способу-аналога є низька температура деформування, при якій пластичність сталі низька, що призводить до утворення мікротріщин під час її обробки. Крім того, у вказаному інтервалі температур інтенсивно утворюються мікропори, що негативно впливає на технологічні властивості та експлуатаційні характеристики готової продукції.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки способу термомеханічної обробки (контрольованої прокатки) підшипникової сталі, що дає можливість отримати прокат з підвищеними технологічними властивостями, та зниженою кількістю мікропор біля різних типів неметалевих включень і як результат підвищення службових властивостей матеріалу.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі термомеханічної обробки підшипникової сталі, який передбачає пластичну деформацію в діапазоні температур 930-970 °С, охолодження до 650 °С зі швидкістю 30-100 °С/годину, та наступне охолодження на повітрі.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак корисної моделі, що заявляється, і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

Зміна параметрів температури пластичної деформації в межах 930-970 °С у сукупності з відомими ознаками корисної моделі забезпечує в аустенітній області в результаті розвитку процесу рекристалізації, полегшення поперечного ковзання і переповзання дислокацій, також підвищується та збільшується значення критичного ступеню деформації. При певних температурах, в процесі деформації, виникає динамічна полігонізація або рекристалізація, яка дає тонко дисперсну, дрібнозернисту, найбільш благо приймну (с точки зору опору руйнуванню) мікроструктуру аустеніту, і як результат підвищення службових властивостей матеріалу.

Така структура і виникає при температурах 930-970 °С, що відповідає мінімуму вмісту неметалевих включень всіх типів (оксиди, оксисульфід, сульфід, нітриди) з мікропорами фіг. 1.

При температури пластичної деформації (850 до 930 °С) протягом між деформаційних пауз встигають розпочатися процеси знеміцнення матриці - відпочинок, рекристалізація; ступінь розвитку цих процесів підвищується з температурою; відповідно, знижується наклеп і небезпека виникнення мікроруйнувань.

При температури пластичної деформації більше 970 °С, по-перше зростає зерно аустеніту, що знижує опір руйнуванню матриці, по друге, може відбуватися оплавлення евтектики на базі меж границь матриця-сульфід, оксид або карбід.

Були проведені дослідження на шарикопідшипниковій сталі типу ШХ15, ШХ15СГ в інтервалі температур від 800 до 1200 °С для перевірки промислової придатності запропонованого способу.

На фіг. 1 показаний вплив температури деформації на густину  $p$  і утворення мікропор  $N_p/N_0$ . На фіг. 2 показана залежність гарячої пластичності  $N_{скр}$  (1) та контактної стійкості  $N$  (2).

З наведених даних чітко видно, що максимальні значення гарячої пластичності та контактної стійкості мають зразки оброблені при температурі 950 °С фіг. 2.

Встановлено, що при температурі 930-970 °С в сталі знижується кількість мікропор  $N_p/N_0$  ( $N_p$  - кількість включень з мікропорами;  $N_0$  - загальна кількість включень), які розташовані біля неметалевих включень (фіг. 1), що викликає збільшення густини сталі  $p$  (густина сталі).

Також для перевірки придатності запропонованого способу було проведено порівняння гарячої пластичності (N<sub>скр</sub>) та контактної стійкості (N) підшипникової сталі ШХ15СГ, обробленої за різних температур (від 800 до 1200 °С). Відповідні дані наведені на фіг. 2.

Отримані данні показують (табл. 1), що ступінь шкідливого впливу неметалевих включень на експлуатаційні властивості підшипникової сталі визначається не тільки природою, розміром і кількістю включень, але і умовами деформації при прокатці. Таким чином, використання запропонованого методу не тільки знизить затрати на деформування матеріалу, а і найважливіше збільшить стійкість готової продукції.

Таблица 1

Результати випробувань зразків підшипникової сталі ШХ15СГ, що отримана при різних температурах деформації

	Температура деформації сталі ШХ15СГ, °С	Механічні характеристики, МПа		
		Межа пружності	Межа текучості	Межа міцності
Спосіб прототип	770-840	1980±40	2450±48	3420±55
Запропонований спосіб	930	2056	2518	3430
	970	2144	2622	3570

Джерела інформації:

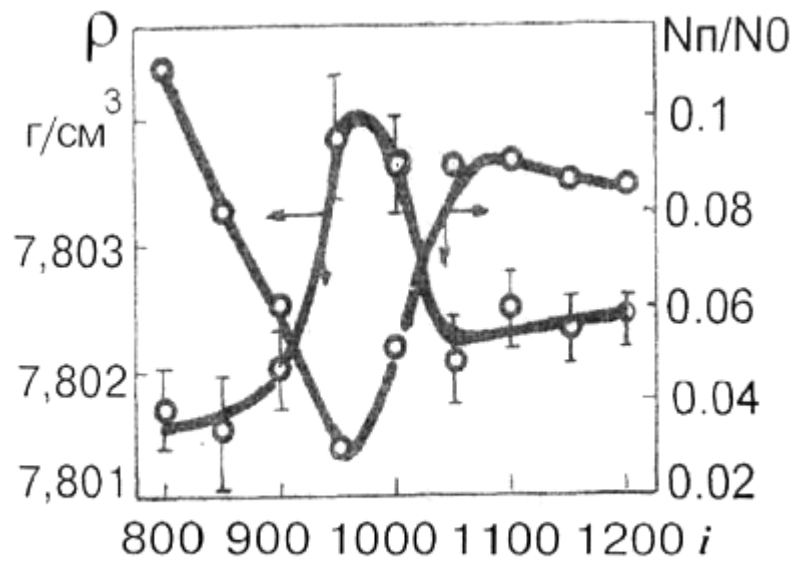
1. Сборник технологических инструкций по прокатному цеху: технологическая инструкция по прокатке металла на стане "550", ТИ 143-П9-89/ Завод "Днепропеталь". - Запорожье, 1989. - С. 238-245;

2. Производство стальных безшовных труб на трубопрокатной установке "50-200" в трубном цехе № 3. Технологическая инструкция ТИ-243-Тр- 3-01-90/ Нижнеднепровский трубопрокатный завод им. К. Либкнехта. - Днепропетровск, 1990. - 3 с.

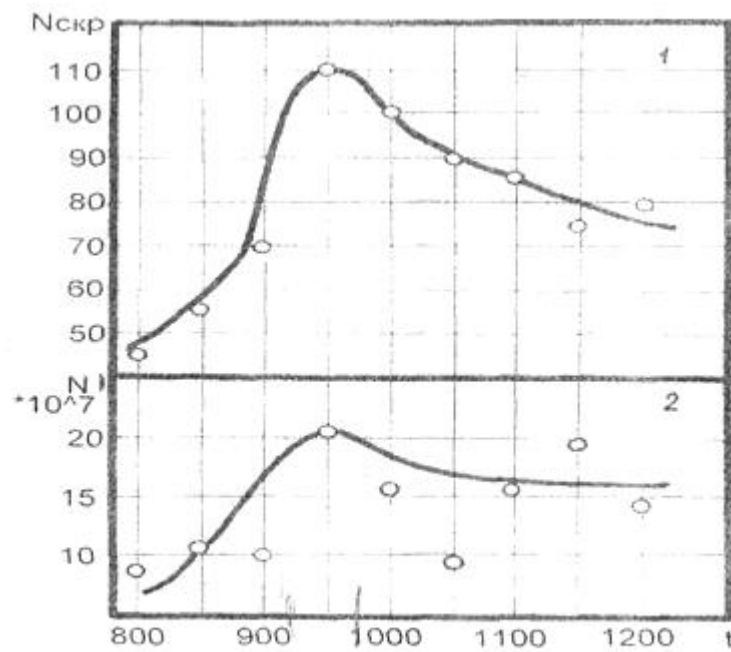
3. А.с. 527477 СССР, МПК С21D 1/78, С21D 7/14 Способ сфероидизирующей обработки углеродистых и легированных сталей [Электронный ресурс]/ М.И. Синельников, Я.И. Спектор, Е.А. Титаренко, В.Ф. Смоляков и др. заявитель и патентодержатель УкрНИИ Спецсталь, заявл. 24.10.74; опубл. 05.09.76, Бюл. № 33. Режим доступа: [http://www.fips1.ru/fips\\_servl/fips\\_servlet](http://www.fips1.ru/fips_servl/fips_servlet).

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб термомеханічної обробки підшипникової сталі, який включає пластичну деформацію, охолодження до 650 °С зі швидкістю 30-100 °С/годину та наступне охолодження на повітрі, який **відрізняється** тим, що пластичну деформацію здійснюють в межах 930-970 °С.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

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