



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C23C 26/00 (2022.05); C23C 24/08 (2022.05); C21D 1/78 (2022.05); B23K 9/04 (2022.05)

(21)(22) Заявка: 2022106599, 15.03.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.03.2022

Дата регистрации:
01.08.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.03.2022

(45) Опубликовано: 01.08.2022 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, ЦПУ,
СГУ

(72) Автор(ы):

Вениг Сергей Борисович (RU),
Аникин Анатолий Афанасьевич (RU),
Уфаев Алексей Геннадьевич (RU),
Положенков Михаил Евгеньевич (RU),
Бодерский Сергей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Саратовский национальный
исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского"
(RU)

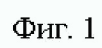
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2699599 C1, 06.09.2019. RU
2420601 C1, 10.06.2011. RU 123413 U1, 27.12.2012.
RU 2252266 C2, 20.05.2005. EA 201690315 A1,
30.06.2016. CA 772327 A, 21.11.1967. EA
200300299 A1, 30.10.2003.

(54) СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области упрочнения стали и может быть использовано в различных отраслях, например в металлургии, сельском хозяйстве, оборонной промышленности и машиностроении. Способ упрочнения стальной поверхности включает нагрев стальной поверхности электрической дугой обратной полярности, горящей с угольного электрода, перемещение угольного электрода вдоль стальной поверхности с одновременным перемещением в

направлении стальной поверхности со скоростью, равной скорости его износа. На стальной поверхности до ее нагрева формируют пленку оксида церия (CeO₂). Обеспечивается повышение износостойкости стальной поверхности за счет получения стальной поверхности с высокими физико-механическими свойствами при упрощении конструкции оборудования для осуществления предложенного способа. 3 з.п. ф-лы, 2 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C23C 26/00 (2006.01)
C23C 24/08 (2006.01)
C21D 1/78 (2006.01)
B23K 9/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

C23C 26/00 (2022.05); *C23C 24/08* (2022.05); *C21D 1/78* (2022.05); *B23K 9/04* (2022.05)(21)(22) Application: **2022106599, 15.03.2022**(24) Effective date for property rights:
15.03.2022Registration date:
01.08.2022

Priority:

(22) Date of filing: **15.03.2022**(45) Date of publication: **01.08.2022 Bull. № 22**

Mail address:

**410012, g. Saratov, ul. Astrakhanskaya, 83, TSPU,
SGU**

(72) Inventor(s):

**Venig Sergei Borisovich (RU),
Anikin Anatolii Afanasevich (RU),
Ufaev Aleksei Gennadevich (RU),
Polozhenkov Mikhail Evgenevich (RU),
Boderskii Sergei Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia "Saratovskii natsionalnyi
issledovatel'skii gosudarstvennyi universitet
imeni N.G. Chernyshevskogo" (RU)**

(54) METHOD FOR HARDENING STEEL SURFACE

(57) Abstract:

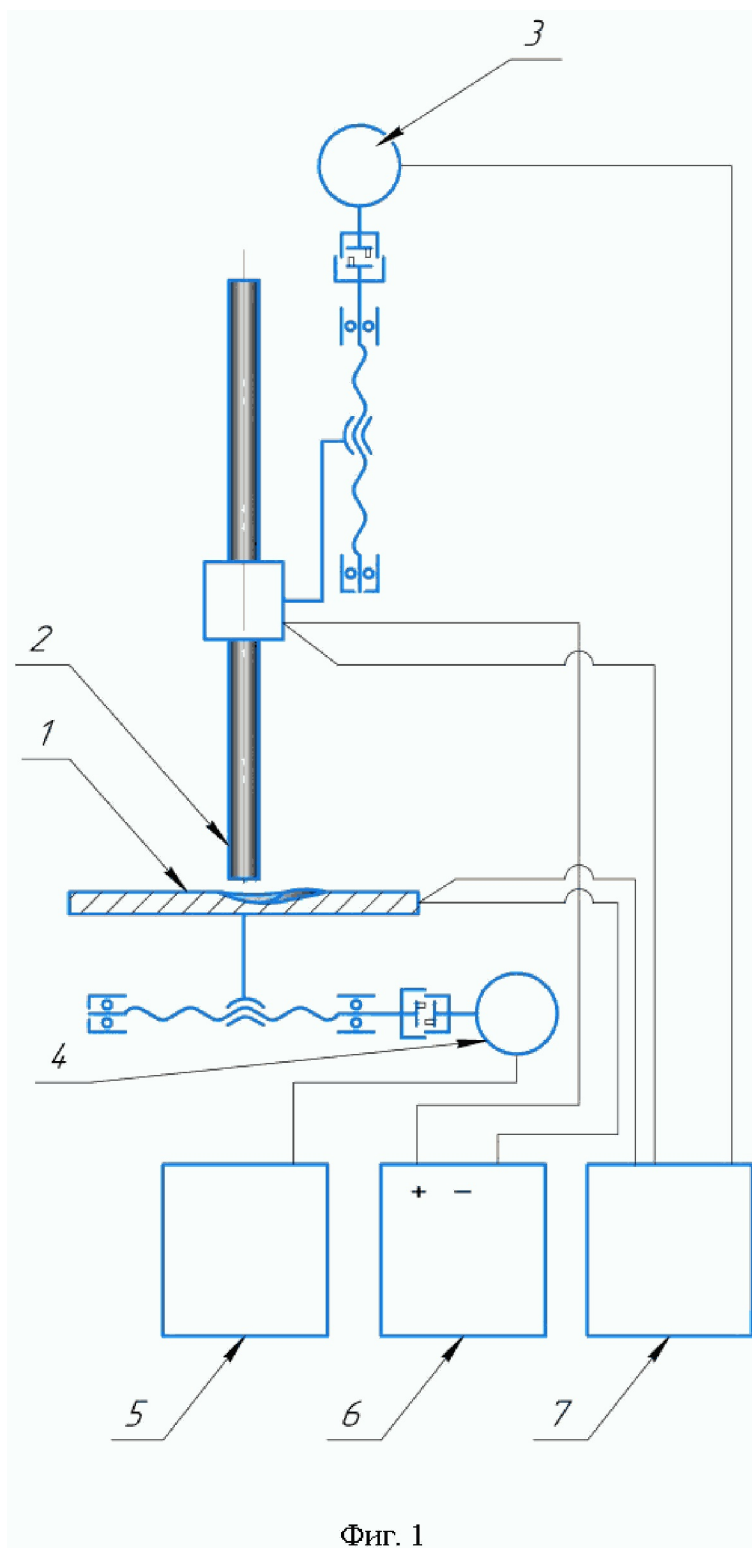
FIELD: steel hardening.

SUBSTANCE: invention relates to the field of steel hardening and can be used in various industries, such as metallurgy, agriculture, defense industry and mechanical engineering. Steel surface hardening method includes heating the steel surface with an electric arc of reverse polarity burning from a carbon electrode, moving the carbon electrode along the steel surface with simultaneous movement in the direction of the

steel surface at a speed equal to its wear rate. A film of cerium oxide (CeO₂) is formed on the steel surface before it is heated.

EFFECT: increased wear resistance of the steel surface due to the production of a steel surface with high physical and mechanical properties while simplifying the design of equipment for implementing the proposed method.

4 cl, 2 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к области упрочнения стали путем нагрева электрической дугой обратной полярности с использованием угольного электрода и может быть использовано в различных отраслях - металлургии, сельском хозяйстве, оборонной промышленности, машиностроении и др.

5 Известен вибродуговой способ упрочнения поверхности стальных изделий (см. патент на изобретение РФ №2563572, МПК C23C 8/22, опубл. 20.09.2015). Способ включает цементацию поверхностного слоя стального изделия с использованием плазмы дугового разряда обратной полярности между электродом из углеродсодержащего материала и упрочняемой поверхностью стального изделия с перемещением электрода
10 вдоль упрочняемой поверхности. Цементацию поверхностного слоя ведут пульсирующей дугой, для чего электроду из углеродсодержащего материала сообщают колебательные движения с частотой колебаний 5-20 Гц, при этом на каждом колебании электрод из углеродсодержащего материала вводят в контакт с упрочняемой поверхностью с продолжительностью контакта 0,02-0,05 с. Предлагаемый способ упрочнения
15 обеспечивает глубину упрочнения слоя 1-3 мм и твердость HRC 55-60.

Однако он не позволяет получить высокую температуру в связи с последовательно повторяющимися моментами нагрева и остывания упрочняемой поверхности.

Наиболее близким к предлагаемому решению является способ упрочнения стальной поверхности по патенту на изобретение РФ № 2699599, МПК C23C26/00, опубл.
20 06.09.2019. Способ включает нагрев поверхности электрической дугой обратной полярности с использованием первого угольного электрода, перемещение первого угольного электрода вдоль упрочняемой поверхности и внесение керамических и/или легирующих добавок. При этом дополнительно к перемещению первого угольного электрода вдоль упрочняемой поверхности его перемещают в направлении упрочняемой
25 поверхности со скоростью, равной скорости его износа, обеспечивая постоянный дуговой зазор. Упрочняемую поверхность впереди движущегося первого угольного электрода подогревают при помощи второй электрической дуги прямой полярности с использованием второго угольного электрода до температуры, не менее 800°C, а керамические и/или легирующие компоненты вносят в образующуюся позади первого
30 угольного электрода ванну расплавленного металла в виде смеси порошков.

Недостатком заявляемого способа является его сложность, так как для реализации требуется второй электродов и внесение керамической добавки в процессе упрочнения, которое также требует дополнительного оборудования, а именно дополнительного источника питания, крепления и автоматического регулирования напряжения дуги на
35 подогревающем электроде.

Техническая проблема, на решение которой направлено изобретение, заключается в создании на упрочняемой поверхности необходимого химического состава за счет протекания высокотемпературной перекристаллизации, рафинирующих, легирующие-модифицирующих процессов в условиях, защищенных от окружающей среды.

40 Технический результат заключается в повышение износостойкости стальной поверхности за счет получения стальной поверхности с высокими физико-механическими свойствами при упрощении конструкции оборудования для реализации предлагаемого способа.

Технический результат достигается тем, что в способе упрочнения стальной
45 поверхности, включающем нагрев поверхности электрической дугой обратной полярности горячей с угольного электрода, перемещение электрода вдоль поверхности с одновременным перемещением в направлении поверхности со скоростью, равной скорости его износа, согласно решению, на упрочняемой поверхности до ее нагрева

формируют пленку оксида церия (CeO_2).

Изобретение поясняется чертежами, на фиг. 1 приведена блок схема установки для реализации способа, на фиг. 2 - приведен снимок полученной структуры где:

- 1 - упрочняемая поверхность;
- 2 - угольный электрод;
- 3 - электропривод постоянного тока 24 В;
- 4 - электропривод переменного тока 220 В;
- 5 - регулируемый преобразователь частоты 220 В;
- 6 - источник питания электрической дуги;
- 7 - блок автоматической регулировки напряжения дуги;
- 8 - зерна игольчатого цементита;
- 9 - зерна перлита.

Способ упрочнения стальной поверхности осуществляется следующим образом.

На упрочняемой поверхности 1, например, стали марки Ст. 3, формируют пленку оксида церия (CeO_2). Оксид церия имеет высокую адгезию, вследствие чего его достаточно просто нанести на поверхность тонким слоем с последующим удалением излишков. Однако при этом трудно контролировать равномерность распределения. Предпочтительнее наносить пленку в виде суспензии. Для этого порошок оксида церия смешивают со спиртом до консистенции, которую можно без проблем распылить пульверизатором или обмакнуть деталь в ванночку с суспензией. Экспериментальным путем было установлена оптимальная пропорция оксид церия (CeO_2) к спирту 1 к 2.

Способ реализуется с помощью установки (фиг. 1), содержащей электропривод постоянного тока 24 В 3 для перемещения угольного электрода 2 над упрочняемой стальной поверхностью 1, перемещение которой в свою очередь контролируется электроприводом переменного тока 220 В 4. Электропривод 4 соединен с регулируемым преобразователем частоты 220 В 5, контролирующим скорость перемещения упрочняемой поверхности 3, обеспечивая постоянный дуговой зазор. Установка содержит источник питания электрической дуги 6 и блок автоматической регулировки напряжения дуги 7.

Поверхность 1 с нанесенной пленкой нагревают электрической дугой обратной полярности, горящей с угольного электрода 2. Перемещают электрод 2 вдоль упрочняемой поверхности 1 с одновременным перемещением в направлении упрочняемой поверхности со скоростью, равной скорости его износа, обеспечивая постоянный дуговой зазор.

Способ был реализован с помощью представленной установки. Для упрочнения выбрана сталь марки Ст. 3 со сформированной на ее поверхности пленкой CeO_2 . В результате нагрева стальной поверхности электрической дугой обратной полярности и перекристаллизации стали с использованием на поверхности пленки CeO_2 образовалась твердая, плотная износостойкая структура с твердостью 67-74 HRC. В полученной структуре наблюдалось неравномерное распределение твердости, а именно приповерхностный слой имел твердость 72 - 74 HRC. На снимке (фиг. 2) на точках 8 видны зерна игольчатого цементита. На снимке также видны зерна перлита 9. Выше указанных точек отчетливо видно область с более плотно упакованными и широкими зернами игольчатого цементита. Они имели твердость 67-70 HRC. Также сохранилась переходная зона на не упрочненном металле на ферритную часть с твердостью не более 15 HRC. Такая многослойная монолитная структура обеспечивает отличную износостойкость, прочность и улучшение эффекта самозатачивания при высоком

абразивном износе. При этом температура горения электрической дуги на упрочняемой поверхности может достигать температуры свыше 3500°C. Так как при нагреве поверхности происходит процесс кипения стали и оксида церия, температура кипения которого свыше 3500°C.

5 Срок службы деталей из получаемой структуры в 2-3 раз выше известных высокотемпературных сталей за счет структурных превращений.

Предлагаемый способ позволяет повысить температуру нагрева металла, вследствие чего отпадает необходимость в подогревающем электроде, который был использован в прототипе. Кроме того, не требуется внесение керамической добавки в процессе
10 упрочнения, которое также требует дополнительного оборудования, что также приводит к упрощению установки для реализации способа.

(57) Формула изобретения

1. Способ упрочнения стальной поверхности, включающий нагрев стальной
15 поверхности электрической дугой обратной полярности, горящей с угольного электрода, перемещение угольного электрода вдоль стальной поверхности с одновременным перемещением в направлении стальной поверхности со скоростью, равной скорости его износа, отличающийся тем, что на стальной поверхности до ее нагрева формируют пленку оксида церия (CeO_2).

20 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что формирование пленки CeO_2 осуществляют нанесением порошка на стальную поверхность с последующим удалением излишков.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что формирование пленки осуществляют путем нанесения на стальную поверхность суспензии, полученной смешиванием порошка CeO_2 со спиртом в соотношении 1 к 2.

25 4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что упомянутую суспензию наносят путем распыления или погружения упрочняемой стальной поверхности в ванночку с суспензией.

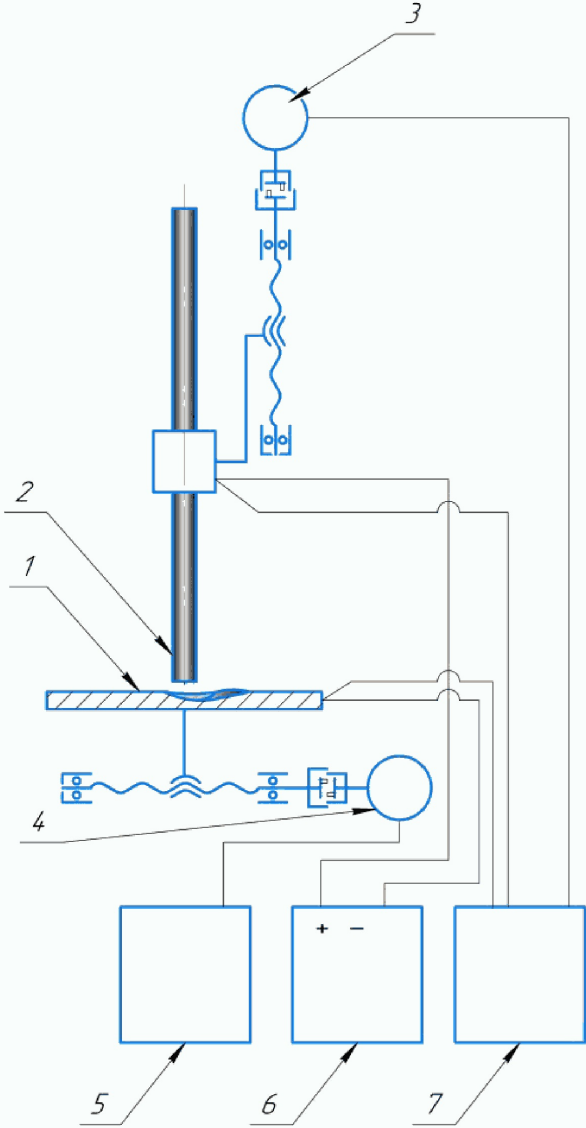
30

35

40

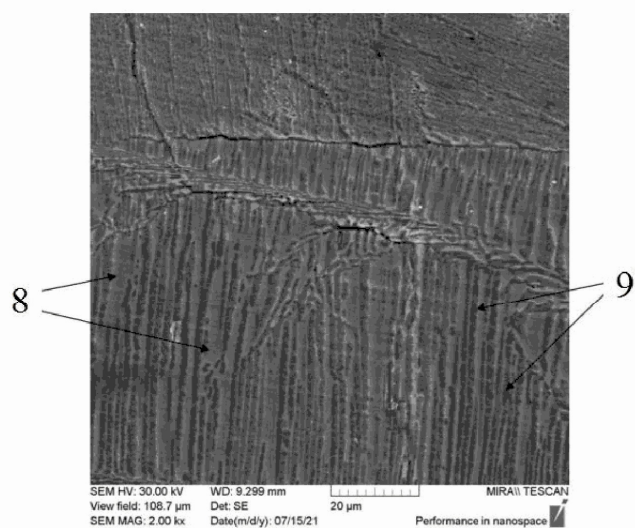
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2