



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013111230/02, 12.03.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.03.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.03.2013

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2014 Бюл. № 26

(45) Опубликовано: 10.12.2014 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2293792 C1, 20.02.2007. RU 2055940 C1, 10.03.1996. RU 2384649 C1, 20.03.2010. WO 8607614 A1, 31.12.1986. EP 1245699 B1, 11.05.2011

Адрес для переписки:

302019, г.Орел, ул. Генерала Родина, 69, ФГБОУ  
ВПО "Орел ГАУ"

(72) Автор(ы):

**Титов Николай Владимирович (RU),  
Литовченко Николай Николаевич (RU),  
Коломейченко Александр Викторович (RU),  
Логачев Владимир Николаевич (RU),  
Виноградов Виктор Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Орловский  
государственный аграрный университет"  
(ФГБОУ ВПО Орел ГАУ) (RU)**

**(54) СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ ЛЕЗВИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН**

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологиям, обеспечивающим повышение износостойкости деталей за счет изменения состава и структуры их поверхностных слоев, и может быть использовано для упрочнения лезвий рабочих органов почвообрабатывающих, строительных, добывающих и других машин, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания при значительных динамических нагрузках. Способ упрочнения лезвий рабочих органов машин включает нанесение на упрочняемые лезвия пасты, содержащей порошок ПГ-СР4 - 20-30, карбид кремния - 50-55, карбамид - 10-15 и алюминиевый порошок дисперсностью 1,5-2,0 мкм - остальное, затем проводят термодиффузионное насыщение компонентами

упомянутой пасты за счет ее нагрева электрической дугой с получением на упрочняемых лезвиях металлокерамического покрытия. После термодиффузионного насыщения рабочие органы нагревают до температуры 780...800°C, при этом время нагрева составляет в среднем 1 мин на 1 мм его толщины, а время выдержки - 1/5 от времени нагрева. Затем проводят закалку в трансформаторном масле и отпуск с нагревом до 170...180°C и выдержкой при данной температуре в течение 5 мин. Обеспечивается увеличение ударной вязкости упрочненных рабочих органов в среднем в 2 раза и износостойкости в 2,5 раза, что приводит к увеличению долговечности упрочненных рабочих органов машин не менее чем в 2 раза. 1 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013111230/02, 12.03.2013**(24) Effective date for property rights:  
**12.03.2013**

Priority:

(22) Date of filing: **12.03.2013**(43) Application published: **20.09.2014** Bull. № **26**(45) Date of publication: **10.12.2014** Bull. № **34**

Mail address:

**302019, g.Orel, ul. Generala Rodina, 69, FGBOU  
VPO "Orel GAU"**

(72) Inventor(s):

**Titov Nikolaj Vladimirovich (RU),  
Litovchenko Nikolaj Nikolaevich (RU),  
Kolomejchenko Aleksandr Viktorovich (RU),  
Logachev Vladimir Nikolaevich (RU),  
Vinogradov Viktor Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Orlovskij  
gosudarstvennyj agrarnyj universitet" (FGBOU  
VPO Orel GAU) (RU)**(54) **PROCEDURE FOR STRENGTHENING BLADES OF WORK MEMBERS OF VEHICLES**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: strengthening method of blades of the vehicle work parts includes application to the strengthened blades of the paste containing powder PG-SR4 - 20-30%, silicone carbide - 50-55%, carbamide - 10-15% and aluminium powder with fineness 1.5-2.0 micron - the rest. Then thermodiffusion saturation by components of the above mentioned paste is performed due to its heating by the electric arc resulting in the metal-ceramic coating creation on the strengthened blades. After the thermodiffusion saturation the work

parts are heated to 780...800°C. On average heating time is 1 min per 1 mm of its thickness, and holding time is 1/5 of heating time. Then hardening in the transformer oil, tempering with heating to 170...180°C and holding at this temperature for 5 min are performed.

EFFECT: increasing of impact toughness of the strengthened work parts on average by 2 times and wear resistance by 2,5 times, resulting to durability increasing of the treated work parts of the vehicles by at least 2 times.

1 tbl

RU 2 535 123 C2

RU 2 535 123 C2

Изобретение относится к технологиям, обеспечивающим повышение износостойкости деталей за счет изменения состава и структуры их поверхностных слоев, и может быть использовано для упрочнения лезвий рабочих органов почвообрабатывающих, строительных, добывающих и других машин, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания при значительных динамических нагрузках.

Известен способ получения биметаллического покрытия для рабочих органов почвообрабатывающего орудия, включающий фрезерование наплавляемых режущих кромок рабочих органов, нанесение слоя порошкового материала и его облучение гамма-квантами интегральной дозой  $1 \times 10^3 \dots 1 \times 10^7$  рад с последующей наплавкой в индукторе токами высокой частоты [Патент РФ 2360768, В22F 1/00, В23К 13/01, опубл. в Б.И. №19, 2009].

Недостатком данного способа является использование при наплавке облученного порошкового материала, что существенно увеличивает стоимость упрочненной детали. Кроме этого необходимость использования особых мер безопасности при работе с радиоактивными материалами существенно ограничивает область возможного применения данного способа.

Известен способ упрочнения лезвий рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Он включает нагрев поверхности тыльной стороны лезвия рабочего органа электрической дугой обратной полярности с использованием угольного электрода и последующее охлаждение, при этом перемещение электрода производят по криволинейной траектории. Горение электрической дуги осуществляют в импульсном режиме, при этом длительность и амплитуду импульсов тока за один оборот электрода увеличивают при удалении от острой кромки лезвия и уменьшают при приближении к нему [Патент РФ 2420601, С21D 9/18, С21D 5/00, опубл. в Б.И. №16, 2011].

Недостатком данного способа является сложность обеспечения траектории движения электрода с его одновременным вращением, что приводит к снижению качества упрочненных лезвий рабочих органов машин.

Наиболее близким к предлагаемому способу по технической сущности и достигаемому результату является способ повышения износостойкости стальных изделий, включающий термодиффузионное насыщение поверхности углеродом (за счет кратковременной высокотемпературной цементации в твердом карбюризаторе) и карбидообразующими элементами из среды легкоплавких растворов при температуре  $1100^\circ\text{C}$  в течение 30 мин [Патент РФ 2293792, С23С 12/00, опубл. в Б.И. №5, 2007 - прототип].

Однако при использовании данного способа не обеспечивается высокая ударная вязкость рабочих органов, работающих при значительных статических и динамических нагрузках в условиях интенсивного абразивного изнашивания, что приводит к снижению их износостойкости.

Задачей изобретения является повышение долговечности упрочненных рабочих органов машин.

Техническим результатом изобретения является повышение ударной вязкости и износостойкости упрочненных рабочих органов машин.

Поставленная задача и указанный технический результат достигаются за счет того, что в заявляемом способе упрочнения лезвий рабочих органов машин, включающем термодиффузионное насыщение лезвия, согласно изобретению перед термодиффузионным насыщением на упрочняемое лезвие наносят пасту, содержащую порошок ПГ-СР4 - 20-30, карбид кремния - 50-55, карбамид - 10-15 и алюминиевый порошок дисперсностью 1,5-2,0 мкм - остальное, термодиффузионное насыщение осуществляют компонентами упомянутой пасты за счет ее нагрева электрической дугой

с получением на упрочняемом лезвии металлокерамического покрытия, после термодиффузионного насыщения рабочий орган нагревают до температуры 780...800°C, при этом время нагрева составляет в среднем 1 мин на 1 мм его толщины, а время выдержки - 1/5 от времени нагрева, затем проводят закалку в трансформаторном масле и отпуск с нагревом до 170...180°C и выдержкой при данной температуре в течение 5 мин.

Способ осуществляют следующим образом.

Вначале на упрочняемое лезвие рабочего органа наносят пасту. Паста готовится путем смешения следующих компонентов: порошок типа ПГ-СР4, являющийся матрицей - 20...30%, карбид кремния SiC - 50...55%, карбамид (техническая мочеви́на) NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub> - 10...15%, алюминиевый порошок дисперсностью 1,5...2,0 мкм - остальное. В качестве связующего используют 20% водный раствор натриевого жидкого стекла Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>.

Толщина слоя пасты - 2,5...3,0 мм, после нанесения она высушивается до затвердевания. При температуре 90...95°C время затвердевания не превышает 8...10 мин.

После этого производят термодиффузионное насыщение упрочняемого лезвия, одновременно получая на нем металлокерамическое покрытие. Для этого используют установку ВДГУ-2, разработанную и производимую ГНУ ГОСНИТИ

Россельхозакадемии. Установка содержит инверторный источник тока, пульт управления и вибратор с закрепленным в нем графитовым электродом диаметром 6...10 мм. Между графитовым электродом и упрочняемым лезвием с нанесенным слоем пасты зажигают электрическую дугу прямого действия обратной полярности, в результате чего за счет термодиссоциации компонентов пасты происходит термодиффузионное насыщение упрочняемой поверхности азотом и углеродом. Процесс ведут на следующих режимах:

сила тока - 80...90А, напряжение - 60...65 В, частота вибрации графитового электрода - 100...120 колебаний в секунду. Одновременно с термодиффузионным насыщением при горении электрической дуги на упрочняемом лезвии из компонентов пасты образуется металлокерамическое покрытие. В его состав входит порошок типа ПГ-СР4, являющийся основой (матрицей) покрытия, а также оксиды алюминия, карбиды и нитриды бора, являющиеся упрочняющими компонентами. Нитриды бора в составе металлокерамического покрытия образуются за счет термодиссоциации карбамида NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>, входящего в состав пасты, а оксиды алюминия - за счет термодиссоциации и окисления алюминия, также являющегося одним из компонентов пасты. Вибрация графитового электрода позволяет получить более плотное и прочное металлокерамическое покрытие. Периодическое перемещение графитового электрода позволяет упрочнить все лезвие рабочего органа. Толщина полученного металлокерамического покрытия составляет 1,0...1,2 мм, глубина термодиффузионного упрочнения - 1,5...1,6 мм, твердость - 80...85 HRC.

Затем упрочняемый рабочий орган помещают в индуктор и нагревают токами высокой частоты до температуры 780...800°C, при этом время нагрева составляет в среднем 1 мин на 1 мм толщины рабочего органа, а время выдержки - 1/5 от времени нагрева. После этого производят закалку рабочего органа в трансформаторном масле и отпуск с нагревом до температуры 170...180°C и выдержкой в течение 5 мин. Данная технологическая операция необходима для снятия внутренних термических напряжений, получения карбидов железа из углерода, который насыщает упрочняемое лезвие при термодиффузии, а также для повышения ударной вязкости упрочненного рабочего органа.

Благодаря тому, что металлокерамическое покрытие, образующееся на упрочняемом

лезвия, состоит из относительно мягкой и эластичной стальной матрицы и включенных в ее состав сверхтвердых керамических компонентов (оксидов алюминия, карбидов и нитридов бора), упрочненные рабочие органы имеют высокую ударную вязкость. Кроме этого полученная структура покрытия, а также термодиффузионное насыщение упрочняемого лезвия азотом и углеродом приводят к существенному увеличению износостойкости и долговечности упрочненного рабочего органа (таблица).

Таблица		
Показатели	Прототип	Предлагаемый способ
1. Ударная вязкость упрочненного рабочего органа, %	100	200
2. Износостойкость упрочненного рабочего органа, %	100	250
3. Долговечность упрочненного рабочего органа, %	100	200

Как видно из таблицы, предлагаемый способ упрочнения лезвий рабочих органов машин позволяет в среднем в 2 раза увеличить ударную вязкость упрочненного рабочего органа и в 2,5 раза - его износостойкость. В результате долговечность упрочненных рабочих органов машин увеличивается не менее чем в 2 раза.

#### Формула изобретения

Способ упрочнения лезвий рабочих органов машин, включающий термодиффузионное насыщение лезвия, отличающийся тем, что перед термодиффузионным насыщением на упрочняемые лезвия наносят пасту, содержащую порошок ПГ-СР4 - 20-30, карбид кремния - 50-55, карбамид - 10-15 и алюминиевый порошок дисперсностью 1,5-2,0 мкм - остальное, термодиффузионное насыщение осуществляют компонентами упомянутой пасты за счет ее нагрева электрической дугой с получением на упрочняемых лезвиях металлокерамического покрытия, после термодиффузионного насыщения рабочие органы нагревают до температуры 780...800°C, при этом время нагрева составляет в среднем 1 мин на 1 мм его толщины, а время выдержки - 1/5 от времени нагрева, затем проводят закалку в трансформаторном масле и отпуск с нагревом до 170...180°C и выдержкой при данной температуре в течение 5 мин.