

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 5303

(13) U

(46) 2009.06.30

(51) МПК (2006)

A 01B 15/00

A 01B 23/00

C 22C 38/00

## (54) РАБОЧИЙ ОРГАН ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

(21) Номер заявки: u 20080810

(22) 2008.11.03

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Константинов Валерий Михайлович; Ткаченко Глеб Александрович; Сушко Иван Степанович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

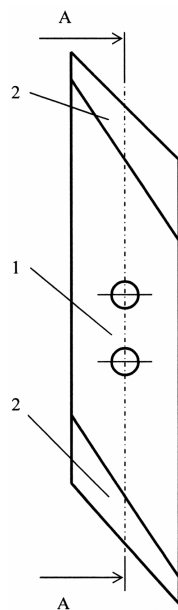
Рабочий орган почвообрабатывающей машины, включающий имеющее элементы крепления тело, содержащее поверхностный слой и сердцевину, и рабочую часть в виде лезвия или острья, отличающийся тем, что рабочий орган выполнен из углеродистой конструкционной стали, рабочая часть содержит поверхностный слой, выполненный со структурой износостойкого легированного азотом мартенсита отпуска, и сердцевину со структурой мартенсита отпуска, кроме того, поверхностный слой тела выполнен со структурой легированного азотом троостомартенсита отпуска или троостита и сорбита.

(56)

1. Энциклопедия машиностроения. Т. IV-16, 1998. - С. 56-58.

2. Патент ВУ 7466 С1, МПК А 01В 15/00, 21/00, 23/00, С 22С 38/02, 38/56. - Оpubл. 2005.12.30.

3. Прокошкин Д.А. Химико-термическая обработка металлов - карбонитрация. - М.: Металлургия, 1984. - С. 8-11.



Фиг. 1

ВУ 5303 U 2009.06.30

## ВУ 5303 U 2009.06.30

Полезная модель относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к сменному инструменту почвообрабатывающих машин, и может быть использована при изготовлении рабочих органов почвообрабатывающих машин, таких как лемеха, отвалы, полевые доски плугов, лезвия, диски сошников посевных и посадочных машин, долота, лапы, диски бороны, зубья бороны и другие.

Известен рабочий орган почвообрабатывающих машин [1], включающий имеющее элементы крепления тело и рабочую часть в виде лезвия или острия, изготовленный из углеродистой конструкционной стали, подвергнутой термообработке.

Однако рабочий орган почвообрабатывающих машин из углеродистой конструкционной стали, подвергнутой термической обработке, имеет небольшой ресурс эксплуатации в полевых условиях из-за следующих недостатков:

детали после закалки и среднего отпуска имеют твердость 450-510 HV на поверхности и сердцевине с микроструктурой троостита, которая не обеспечивает достаточной износостойкости при эксплуатации рабочей части рабочего органа. Однако такая структура является оптимальной для придания детали высокой ударной вязкости;

детали, подвергнутые закалке и низкому отпуску, имеют твердость на поверхности и сердцевине 550-660 HV со структурой мартенсита отпуска и остаточного аустенита. Такая структура является оптимальной для работы в жестких абразивных условиях, однако обладает малой ударной вязкостью и сильный удар о камень приводит к хрупкому разрушению рабочего органа по крепежным отверстиям, которые являются концентраторами напряжений.

Известен рабочий орган почвообрабатывающих машин [2, I вариант], включающий имеющее элементы крепления тело, содержащее поверхностный слой и сердцевину, и рабочую часть в виде лезвия или острия, при этом рабочий орган выполнен из углеродистой стали с пониженной прокаливаемостью с содержанием углерода от 0,40 до 0,80 мас. %, подвергнутой объемно-поверхностной закалке с самоотпуском или отпуском в печи, при этом его тело и рабочая часть выполнены с микроструктурой в виде отпущенного мартенсита с размером действительного зерна аустенита в пределах более 11 балла, но не более 14 балла и с твердостью 55-60 HRC.

Однако рабочий орган почвообрабатывающих машин, изготовленный с сечением менее 12 мм, из углеродистых сталей с пониженной прокаливаемостью имеет следующий недостаток: детали, подвергнутые объемно-поверхностной закалке с самоотпуском или отпуском в печи, имеют на поверхности и в сердцевине рабочего органа структуру мартенсита отпуска и остаточного аустенита с твердостью 600-700 HV. Данная структура обеспечивает повышение износостойкости, но обладает малой ударной вязкостью, что вызывает хрупкое разрушение по крепежным отверстиям при ударе о камень.

Наиболее близким к предложенной полезной модели по технической сущности является рабочий орган почвообрабатывающих машин [2, II вариант], включающий имеющее элементы крепления тело, содержащее поверхностный слой и сердцевину, и рабочую часть в виде лезвия или острия, при этом рабочий орган выполнен из углеродистой стали с пониженной прокаливаемостью с содержанием углерода от 0,40 до 0,80 мас. %, подвергнутой объемно-поверхностной закалке с самоотпуском или отпуском в печи, при этом поверхностный слой тела и рабочая часть выполнены с микроструктурой в виде отпущенного мартенсита с размером действительного зерна аустенита в пределах более 11 балла, но не более 14 балла и с твердостью 55-60 HRC, а сердцевина тела выполнена с микроструктурой в виде троостита или троостосорбита, или сорбита с твердостью 34-46 HRC.

Недостатками прототипа являются:

Рабочий орган почвообрабатывающих машин из углеродистых сталей с пониженной прокаливаемостью обладает хорошими эксплуатационными характеристиками, благодаря высокой поверхностной твердости 600-700 HV и структуре мартенсита отпуска с остаточным аустенитом, а вязкая сердцевина со структурой троостосорбита, троостита или сорбита

## ВУ 5303 U 2009.06.30

и твердостью 330-460 HV обеспечивают деталь ударной вязкостью. При такой структуре предел прочности составляет 2000-2600 МПа поверхности, а сердцевины - 1100-1500 МПа. Однако для продолжительной и стабильной работы в жестких условиях абразивной среды глубины упрочненного износостойкого мартенситного слоя в 2-5 мм для деталей с сечением более 12 мм недостаточно, т.к. после выработки слоя обнажается мягкая сердцевина рабочей части органа, что ведет к интенсивному износу рабочей части.

Углеродистые стали с пониженной прокаливаемостью являются дорогостоящими и мало применяемыми на заводах для серийного производства рабочих элементов почвообрабатывающих машин.

Изготовление рабочего органа почвообрабатывающих машин из углеродистых сталей с пониженной прокаливаемостью требует высокой культуры производства и технологической дисциплины.

Углеродистые стали с пониженной прокаливаемостью отличаются нестабильностью по химическому составу, в частности по кремнию и марганцу, по этой причине происходят изменения структуры в сердцевине тела рабочего органа после термической обработки. В сердцевине вместо структур троостита или троостосорбита, или сорбита с твердостью 330-460 HV образуется твердая, но хрупкая износостойкая структура мартенсита отпуска, которая обладает малой ударной вязкостью, что вызывает хрупкое разрушение по крепежным отверстиям при ударе о камень.

Задачей, решаемой полезной моделью, является увеличение износостойкости, устранение хрупкого разрушения рабочего органа по крепежным отверстиям при ударе о камень во время эксплуатации в полевых условиях за счет изменения однородной (гомогенной) структуры рабочего органа для придания элементу необходимых качеств, износостойкости и механической прочности.

Поставленная задача достигается тем, что рабочий орган почвообрабатывающей машины, включающий имеющие элементы крепления тело, содержащее поверхностный слой и сердцевину, и рабочую часть в виде лезвия или острия, выполнен из углеродистой конструкционной стали, рабочая часть содержит поверхностный слой, выполненный со структурой износостойкого легированного азотом мартенсита отпуска, и сердцевину со структурой мартенсита отпуска, кроме того, поверхностный слой тела выполнен со структурой в виде легированного азотом троостомартенсита или троостита и сорбита.

Сущность полезной модели поясняется чертежами, где на фиг. 1, 2 (разрез А-А) показаны конструкции рабочего органа. Рабочий орган почвообрабатывающей машины содержит рабочую часть 1 в виде лезвия или острия, тело 2 с элементами крепления.

Тело 2 имеет поверхностный слой 3 и сердцевину 4, рабочая часть имеет поверхностный слой 5 и сердцевину 6. Рабочий орган выполнен из углеродистой конструкционной стали, подвергнутый поверхностному легированию азотом и объемно-поверхностному упрочнению-закалке и отпуску.

Недостатки прототипа, которые устраняет полезная модель (фиг. 3), - хрупкое разрушение по концентраторам напряжений - крепежным отверстиям. На фиг. 4 - линейный износ рабочего органа из углеродистой стали с пониженной прокаливаемостью, со структурой поверхности рабочей части мартенсита отпуска и со структурой сердцевины троостосорбита, сорбита или троостита рабочей части - А, рабочий орган из углеродистой конструкционной стали, со структурой износостойкого легированного азотом мартенсита отпуска поверхности рабочей части и структурой мартенсита отпуска сердцевины рабочей части - Б.

Рабочий орган почвообрабатывающей машины подвергается диффузионному поверхностному легированию двумя элементами и объемному упрочнению - закалке и отпуску, что позволяет изменить однородную (гомогенную) структуру закаленной стали на неоднородную (макрогетерогенную) структуру поверхности, сердцевины рабочего органа, придав высокую твердость, механическую прочность, а также снизить коэффициент трения поверх-

## BY 5303 U 2009.06.30

ности рабочего органа об абразивные частицы почвы [3], тем самым уменьшить тяговые усилия, что приведет к экономии топлива. Высокая поверхностная твердость - 900-1100 HV - рабочей части органа, достигаемая за счет легирования, обеспечивает меньшее внедрение и резание поверхности абразивными частицами почвы, значение твердости которых сопоставимо с твердостью поверхности рабочей части - 900-1500 HV. После операции диффузионного легирования и термической обработки конструкция рабочего органа представляет собой макрогетерогенную структуру.

Рабочая часть 2 органа состоит из двух износостойких слоев с разными характеристиками:

поверхностный слой 5 имеет износостойкую структуру легированного азотом мартенсита отпуска и остаточного аустенита величиной от 0,7-1,0 мм с твердостью 900-1100 HV и пределом прочности 2200-2700 МПа. Содержание легирующего элемента - азота 0,1-0,8 мас. %;

сердцевина 6 с износостойкой структурой мартенсита отпуска и остаточного аустенита с твердостью 550-660 HV, с пределом прочности 2000-2500 МПа.

Тело 1 рабочего органа состоит из следующих структурных составляющих:

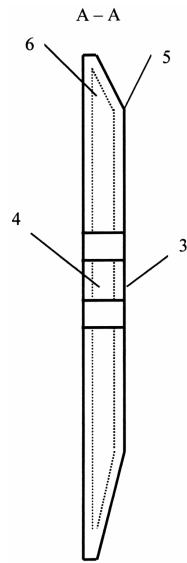
поверхностный слой 3 имеет легированную азотом троостомартенситную или трооститную и сорбитную структуру с твердостью 330-510 HV, с пределом прочности 1500-2000 МПа. Содержание легирующего элемента - азота 0,1 - 0,8 мас. %;

сердцевина 4 представляет собой трооститную и сорбитную структуры с твердостью 330-460 HV, с пределом прочности 1100-1500 МПа.

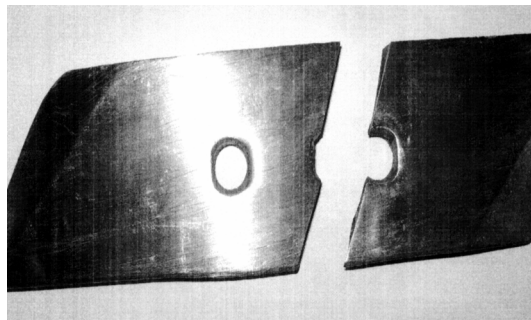
Таким образом, сформированная макрогетерогенная структура обеспечивает высокую износостойкость и прочность рабочей части органа, а телу рабочего органа придает высокую ударную вязкость, что позволяет устранять хрупкое разрушение рабочего органа в процессе эксплуатации по крепежным отверстиям. Характеристики деталей с сечением 12 мм представлены в таблице.

Стали	Обработка	Структура рабочей части органа	Слой, мм	Твердость, HV
Углеродистая конструкционная (65Г, 40Х и др.)	Диффузионное легирование и термическая обработка	Легированный азотом мартенсит отпуска + остаточный аустенит	1,0	900-1100
		Мартенсит отпуска + остаточный аустенит	10	550-660
Углеродистая конструкционная пониженной прокаливаемости (60ПП и др.)	Термическая обработка с самоотпуском	Мартенсит отпуска + остаточный аустенит	3	600-700
		Троостит и сорбит	6	330-460

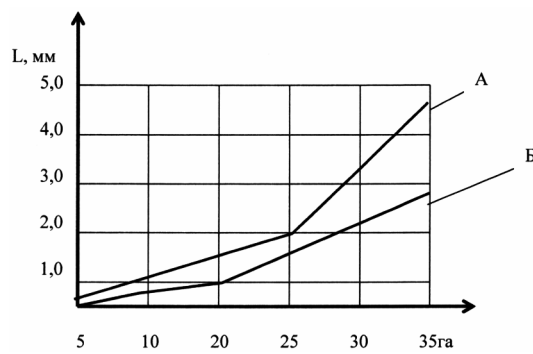
Эксплуатация предложенного рабочего органа почвообрабатывающей машины является стандартной. Однако, за счет сформированной макрогетерогенной структуры, рабочий орган обладает более высокими показателями эксплуатационных характеристик на любых типах почв, так как в нем сочетаются высокая износостойкость рабочей части и отсутствие хрупкого разрушения тела по крепежным отверстиям. Это значительно отличает его от известных рабочих органов почвообрабатывающих машин.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4