

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 14887

(13) С1

(46) 2011.10.30

(51) МПК

F 16B 35/00 (2006.01)

(54)

## БОЛТ (ВАРИАНТЫ)

(21) Номер заявки: а 20091117

(22) 2009.07.23

(43) 2011.02.28

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

(72) Авторы: Константинов Валерий Михайлович; Ткаченко Глеб Александрович; Сушко Иван Сергеевич; Казак Михаил Михайлович (ВУ)

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

(56) ГОСТ 1759.4-87. Болты, винты и шпильки.

JP 63157818 A, 1988.

RU 2032114 C1, 1995.

JP2003239041 A, 2003.

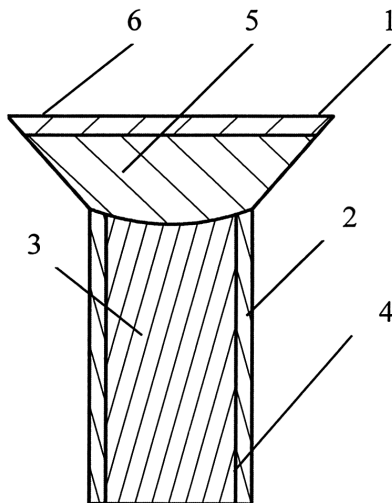
JP 2001348618 A, 2001.

SU 1427094 A1, 1988.

(57)

1. Болт, включающий цилиндрический стержень с головкой на одном конце и с внешней резьбой на другом конце, выполненный из конструкционной стали с содержанием углерода 0,1-0,5 мас. %, отличающийся тем, что поверхностный слой головки имеет структуру мартенсита отпуска, легированного азотом, сердцевина головки - структуру мартенсита отпуска, поверхностный слой и сердцевина резьбовой части стержня имеют структуру перлита и феррита или троостита, или сорбита.

2. Болт, включающий цилиндрический стержень с головкой на одном конце и с внешней резьбой на другом конце, выполненный из конструкционной стали с содержанием углерода 0,1-0,5 мас. %, отличающийся тем, что головка имеет структуру мартенсита отпуска, поверхностный слой и сердцевина резьбовой части стержня имеют структуру перлита и феррита или троостита, или сорбита.



Фиг. 1

# BY 14887 C1 2011.10.30

Изобретение относится к крепежным изделиям, в частности к болтам, и может применяться в резьбовых соединениях для крепления деталей почвообрабатывающей техники: лемехов, долот, полевых досок, грудей отвала и др., а также для других деталей, где требуется высокая износостойкость крепежных изделий.

Известен болт [1], включающий цилиндрический стержень с головкой на одном конце и с внешней резьбой на другом конце, выполненный из конструкционной стали с содержанием углерода 0,1-0,5 мас. %.

Однако болт предназначенный для крепления деталей почвообрабатывающей машины, имеет низкий ресурс эксплуатации в полевых условиях из-за следующих недостатков:

болт выполнен из конструкционной углеродистой стали марки 20, после холодной высадки без закалки и отпуска имеет низкую твердость 190-250 HV на головке и на резьбовой части со структурой феррита и перлита, которая не обеспечивает достаточной износостойкости при эксплуатации головки болта в абразивной среде. Однако такая структура является оптимальной для придания прочности резьбовой части болта;

болт выполнен из конструкционной легированной стали марки 40X, после горячей высадки с закалкой и отпуском при температуре 380-450 °С имеет твердость 320-435 HV на головке и резьбовой части со структурой троостита или сорбита, которые не обеспечивают достаточной износостойкости при эксплуатации головки болта в абразивной среде. Однако такие структуры являются оптимальными для придания прочности резьбовой части болта;

болт, выполненный из конструкционной легированной стали марки 40X, после горячей высадки с закалкой и отпуском при 200 °С имеет твердость 500-600 HV на головке и резьбовой части со структурой мартенсита отпуска и остаточного аустенита, которая обеспечивает высокую износостойкость при эксплуатации головки болта в абразивной среде. Однако такая структура является нежелательной для резьбовой части болта, так как обладает малой ударной вязкостью, что может привести к хрупкому разрушению болта по резьбовой части или в месте ее соединения с головкой в процессе эксплуатации;

известный крепежный элемент не обеспечивает согласованного ресурса эксплуатации узла деталь - болт из-за того, что происходит преждевременный износ головки болта, приводящий к отрыву детали от корпуса плуга.

Задачей, решаемой изобретением, является увеличение износостойкости головки болта, устранение хрупкого разрушения во время эксплуатации в полевых условиях, обеспечение согласованного ресурса эксплуатации узла деталь - болт и сохранение прочности крепежного изделия.

Поставленная задача по первому варианту достигается тем, что в болте, включающем цилиндрический стержень с головкой на одном конце и с внешней резьбой на другом конце, выполненном из конструкционной стали с содержанием углерода 0,1-0,5 мас. %, поверхностный слой головки имеет структуру мартенсита отпуска, легированного азотом, сердцевина головки - структуру мартенсита отпуска, поверхностный слой и сердцевина резьбовой части стержня имеют структуру перлита и феррита или троостита, или сорбита.

Среди существенных признаков, характеризующих предложенный болт, выполненный по первому варианту, отличительными являются:

изготовление болта с головкой, содержащей поверхностный слой со структурой мартенсита отпуска, легированного азотом. При этом легированный азотом мартенсит отпуска обеспечивает высокую износостойкость, твердость 900 HV, обеспечивая меньшее внедрение и резание абразивных частиц почвы, значение твердости которых сопоставимо с твердостью поверхности головки болта 900-1500 HV;

изготовление болта с головкой, содержащей сердцевину со структурой мартенсита отпуска. При этом мартенсит отпуска обеспечивает высокую твердость 500-600 HV, тем самым обеспечивая длительность работы головки болта после изнашивания поверхностного слоя из мартенсита отпуска, легированного азотом;

## ВУ 14887 С1 2011.10.30

кроме того, поверхностный слой и сердцевина резьбовой части стержня имеют структуру перлита и феррита или троостита, или сорбита, что обеспечивает прочность болта.

Поставленная задача по второму варианту достигается тем, что в болте, включающем цилиндрический стержень с головкой на одном конце и с внешней резьбой на другом конце, выполненном из конструкционной стали с содержанием углерода 0,1-0,5 мас. %, головка имеет структуру мартенсита отпуска, поверхностный слой и сердцевина резьбовой части стержня имеют структуру перлита и феррита или троостита, или сорбита.

Среди существенных признаков, характеризующих предложенный болт, выполненный по второму варианту, отличительными являются:

изготовление болта с головкой, имеющей структуру мартенсита отпуска. При этом мартенсит отпуска имеет высокую твердость 500-600 HV, тем самым обеспечивая хорошую износостойкость головки болта в условиях абразивного изнашивания;

кроме того, поверхностный слой и сердцевина резьбовой части стержня имеют структуру перлита и феррита или троостита, или сорбита, что обеспечивает прочность болта.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1, 2 показаны конструкции крепежных изделий. Болт содержит головку 1, резьбовую часть 2, включающую сердцевину 3 и поверхностный слой 4.

По первому варианту головка 1 болта содержит сердцевину 5 со структурой мартенсита отпуска и остаточного аустенита и поверхностный слой 6 со структурой износостойкого легированного азотом мартенсита отпуска. Резьбовая часть 2 болта содержит сердцевину 3 и поверхностный слой 4 со структурой феррита и перлита или троостита, или сорбита. Головка 1 болта подвергнута локальному поверхностному легированию азотом и поверхностному упрочнению - закалке и отпуску.

По второму варианту головка 1 болта имеет структуру мартенсита отпуска и остаточного аустенита. Резьбовая часть 2 болта содержит сердцевину 3 и поверхностный слой 4 со структурой феррита и перлита или троостита, или сорбита. Головка 1 болта подвергнута поверхностному упрочнению - закалке и отпуску.

Крепежное изделие (по первому варианту), изготовленное из конструкционной стали с содержанием углерода 0,1-0,5 мас. %, подвергается локальному поверхностному легированию азотом и поверхностной закалке с отпуском. Крепежное изделие (по второму варианту), изготовленное из конструкционной стали с содержанием углерода 0,1-0,5 мас. %, подвергается поверхностной закалке с отпуском. Что позволяет изменить однородную (гомогенную) структуру головки болта на неоднородную (макрогетерогенную) структуру поверхности, сердцевины головки со структурой феррита и перлита или троостита, или сорбита резьбовой части болта, придав высокую твердость головке, сохранив прочность. После операции диффузионного легирования и термической обработки конструкция болта представляет собой макрогетерогенную структуру.

По первому варианту головка 1 болта состоит из двух износостойких слоев с разными характеристиками:

сердцевина 5 с износостойкой структурой мартенсита отпуска и остаточного аустенита величиной минимум 5 мм с твердостью 350-600 HV;

поверхностный слой 6 имеет износостойкую мартенситную структуру отпуска, легированную азотом, и остаточный аустенит величиной 0,1 до 0,6 мм с твердостью 900 HV. Содержание легирующего элемента - азота - 0,1-0,8 мас. %.

По второму варианту головка 1 болта имеет структуру износостойкого мартенсита отпуска величиной минимум 5 мм с твердостью 500-600 HV.

Таким образом, сформированная макрогетерогенная структура обеспечивает увеличение износостойкости головки болта, устранение хрупкого разрушения во время эксплуатации в полевых условиях, согласованный ресурс эксплуатации узла деталь - болт и сохранение прочности крепежного изделия.

## ВУ 14887 С1 2011.10.30

Характеристики износостойкости и механической прочности предлагаемого изобретения были подтверждены ресурсными испытаниями в полевых условиях, а также механическими испытаниями на разрыв. Характеристики крепежных изделий - болтов с высотой головки 8 мм - представлены в таблице.

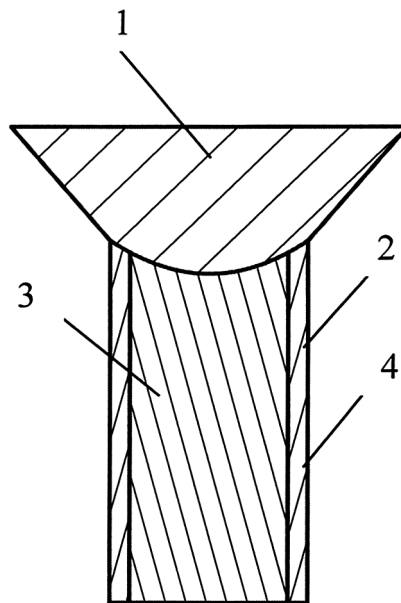
Сталь конструкционная	Обработка	Структура по сечению болта		Слой, мм	Твердость, НV	Предел прочности болта $\sigma_b$ , МПа	Относительное удлинение после разрыва $\delta$ , %
		Резьбовая часть	Головка				
Углеродистая (10, 20 и др.)	холодная высадка	феррит и перлит	феррит и перлит		190-250	600	14
Углеродистая (10, 20 и др.)	холодная высадка, диффузионное легирование, поверхностная закалка и отпуск	феррит и перлит	легированный азотом мартенсит	0,1-0,6	900	600	16
			мартенсит	min 5	350-600		
Легированная (40X и др.)	горячая высадка, закалка и отпуск	сорбит или троостит	сорбит или троостит		320-435	800	10
Легированная (40X и др.)	горячая высадка, закалка и отпуск, поверхностная закалка и отпуск	сорбит или троостит	мартенсит	min 5	500-600	1200	10,5

Износостойкость крепежных изделий, выполненных по первому и второму варианту, оказалась выше серийно выпускаемых в 1,5-1,8 раз.

Эксплуатация предложенного болта является стандартной. Однако, за счет сформированной макрогетерогенной структуры, болт обладает более высокими показателями эксплуатационных характеристик, так как в нем сочетается высокая износостойкость головки и механическая прочность и отсутствует хрупкое разрушение. Это значительно отличает его от известных крепежных изделий, используемых для крепления деталей почвообрабатывающих машин.

Источники информации:

1 Болты, винты, шпильки и гайки. Механические свойства и методы испытаний. ГОСТ 1759.4 - 87. - С. 3, 27.



Фиг. 2