



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 908918

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 13.02.80 (21) 2916417/22-02

с присоединением заявки № \_

(23) Приоритет -

Опубликовано 28.02.82. Бюллетень № 8

Дата опубликования описания 28.02.82

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

С 22 С 38/34

(53) УДК 669.15-  
-194 (088.8)

(72) Авторы  
изобретения

М.В.Ситкевич, Е.И.Бельский и Н.С.Траймак

(71) Заявитель

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени  
политехнический институт

(54) ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ

1

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано при изготовлении инструмента, работающего в условиях интенсивного истирания.

Известна инструментальная сталь [1], содержащая, вес. %:

Углерод	0,15 - 0,5
Кремний	1,0 - 3,0
Марганец	≤ 1,2
Хром	0,5 - 3,0
Молибден	0,01 - 1,5
Ванадий	0,01 - 1,0
Алюминий	1,0 - 1,7
Железо	Остальное

Кроме того, сталь может содержать один из элементов:

Вольфрам	≤ 0,5
Цирконий	≤ 0,5
Ниобий	≤ 0,5

Однако при использовании стали с нижними пределами содержания углерода, хрома, молибдена, ванадия данный материал не может быть при-

2

менен для изготовления инструмента, так как низкое содержание углерода и карбидообразующих элементов не обеспечит необходимого уровня механических свойств. При максимальном же содержании хрома, молибдена, ванадия затрудняется диффузия бора в железо при борировании стали, в результате чего сталь имеет низкую износостойкость.

Цель изобретения - повышение износостойкости стали после борирования.

Поставленная цель достигается тем, что сталь, содержащая углерод, марганец, кремний, хром, молибден, ванадий, алюминий, железо, дополнительно содержит медь при следующем соотношении компонентов, вес. %:

Углерод	0,4 - 0,6
Марганец	0,4 - 0,6
Кремний	1,6 - 2,3
Хром	2,0 - 2,5
Молибден	0,4 - 0,7

Ванадий 0,3 - 0,6  
 Алюминий 0,7 - 1,2  
 Медь 0,3 - 1,0  
 Железо Остальное

Наличие в стали меди снижает хрупкость борированного слоя.

Предлагаемая сталь после окончательной термической обработки, включающей закалку 1000°C и отпуск 600°C в течение 1,5-2 ч имеет следующие показатели механических свойств:

Предел прочности  $\sigma_B$ , кгс/мм<sup>2</sup> 174 - 178  
 Относительное удлинение  $\sigma$ , % 7,0 - 7,2

Ударная вязкость 3,9 - 4,0  
 Твердость HRC 46 - 48

Пример. Проводят исследование борированных сталей. Стали выплавляют в индукционной печи с кислой футеровкой по общепринятой технологии с использованием широко применяемых шихтовых материалов. Из выплавляемых сталей изготавливают образцы, которые подвергают химическому анализу и испытанию механических свойств.

Химический состав опытных плавок сталей с различным содержанием легирующих элементов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Сталь	Состав, вес. %								
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Al	Cu	Fe
Предлагаемая 1	0,4	0,4	1,6	2,0	0,4	0,3	0,7	0,3	Остальное
2	0,5	0,5	2,0	2,2	0,5	0,5	1,0	0,5	То же
3	0,6	0,6	2,3	2,5	0,7	0,6	1,2	1,0	"-
Известная	0,5	1,0	2,0	3,0	1,5	1,0	1,0	-	"-

Для исследования взяты образцы из известной стали следующего состава, вес. %: C 0,5; Si 2; Mn 1; Mo 1,5; Cr 3; Al 1; V 1; Fe - остальное.

Диффузионное борирование образцов проводят в смеси следующего сос-

тава: B<sub>4</sub>C 60%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5%, NaF 5%, каолина 30% при 950°C в течение 4ч.

Износные испытания проводят при скорости скольжения 0,42 м/с и удельном давлении 150 кгс/см<sup>2</sup>.

Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Таблица 2

Толщина борированного слоя, мкм	Износ неборированных сталей на пути трения 1 км, г/см <sup>2</sup>	Путь трения до разрушения борированного слоя, км	Износ борированных сталей на пути трения 1 км, г/см <sup>2</sup>	Износ борированных сталей на пути трения 10 км, г/см <sup>2</sup>	Показатель хрупкости борированного слоя
Предлагаемая					
180	0,350	9,0	0,049	0,685	0,008
175	0,325	8,8	0,050	0,720	0,009
165	0,310	8,3	0,049	0,858	0,008
Известная					
135	0,315	6,0	0,059	1,505	0,013

Представленные в табл. 2 данные говорят о том, что толщина борированного слоя у известной стали с верхними пределами карбидообразующих элементов С, У, Мо значительно меньше, чем у предлагаемой. В связи с этим у известной стали значительно сокращается путь трения, а следовательно, и время до полного разрушения износостойкого борированного слоя. При этом уменьшение износостойкости известной стали (более чем в 2 раза) особенно заметно скачивается при длительных износных испытаниях (на пути трения 10 км и более), когда износ захватывает слои большие, чем борированные. В тех случаях, когда износ происходит в пределах борированного слоя (путь трения 1 км) износостойкость предлагаемых сталей в 1,2 раза выше, за счет уменьшения доли хрупкого выкрашивания боридов в процессе трения. Износостойкость же небориро-

ванных закаленных образцов более чем в 5 раз ниже, чем борированных.

#### Формула изобретения

5	Инструментальная сталь, содержащая углерод, марганец, кремний, хром, молибден, ванадий, алюминий, железо, отличающаяся тем, что, с целью повышения износостойкости стали после борирования, она
10	дополнительно содержит медь при следующем соотношении компонентов, вес. %:
	Углерод 0,4 - 0,6
	Марганец 0,4 - 0,6
	Кремний 1,6 - 2,3
15	Хром 2,0 - 2,5
	Молибден 0,4 - 0,7
	Ванадий 0,3 - 0,6
	Алюминий 0,7 - 1,2
	Медь 0,3 - 1,0
20	Железо Остальное

#### Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Патент Японии № 14885, кл. 10У172, опублик. 1966.

Составитель Т. Платицина

Редактор Н. Ковалева Техред И. Гайду Корректор М. Пожо

Заказ 763/33

Тираж 657

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4