

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **19874**

(13) **С1**

(46) **2016.02.28**

(51) МПК

**C 22C 38/24** (2006.01)

**C 22C 38/22** (2006.01)

(54)

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ**

(21) Номер заявки: а 20121600

(22) 2012.11.21

(43) 2014.06.30

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

(72) Автор: Федулов Владимир Николаевич (ВУ)

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

(56) RU 2232201 C1, 2004.

ВУ 2555 C1, 1998.

SU 623903, 1978.

US 5207843 A, 1993.

JP 01104750 A, 1989.

EP 395477 A1, 1990.

(57)

Инструментальная сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, вольфрам, молибден, ванадий и железо, **отличающаяся** тем, что содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %:

углерод	0,6-0,7
кремний	0,8-1,2
марганец	0,6-0,9
хром	1,4-2,2
вольфрам	2,15-2,50
молибден	1,1-1,5
ванадий	0,30-0,55
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей ножей для рубки сортового проката из легированных конструкционных сталей и толстолистового стального проката, а также стального и чугунного лома, когда эксплуатация происходит под воздействием деформаций сжатия и в условиях трения, ударных нагрузок и разогрева режущих кромок.

Известна инструментальная сталь 5ХВ2С [1] состава (мас. %): углерод - 0,45-0,55, кремний - 0,8-1,1, марганец - 0,15-0,45, хром - 0,9-1,2, вольфрам - 1,8-2,3, молибден - 0,05-0,3, железо - остальное.

Данная сталь имеет после закалки с нагревом при 880 °С в масле и отпуска при 250 °С недостаточную твердость, что часто приводит к скалыванию, схватыванию и задиру режущих поверхностей и повышенному износу инструмента при рубке стального сортового проката.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по химическому составу и достигаемому эффекту является сталь 5ХВ2МФС [2] состава (мас. %): углерод - 0,5-0,6, кремний -

# ВУ 19874 С1 2016.02.28

0,5-0,8, марганец - 0,4-0,6, хром - 1,0-1,3, вольфрам - 2,2-2,7, молибден - 0,35-0,5, ванадий - 0,1-0,2 и железо - остальное.

Указанная сталь после закалки в масло с 900 °С и отпуска при 250 °С имеет все же недостаточную твердость, что приводит к смятию рабочих кромок режущих частей инструмента при рубке стального толстолистового проката.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является повышение твердости стали при сохранении требуемой ударной вязкости с целью повышения стойкости инструмента в сложных условиях эксплуатации.

Решение задачи достигается тем, что инструментальная сталь, содержащая в своем составе углерод, кремний, марганец, хром, вольфрам, молибден, ванадий и железо, содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %:

углерод	0,6-0,7
кремний	0,8-1,2
марганец	0,6-0,9
хром	1,4-2,2
вольфрам	2,15-2,5
молибден	1,1-1,5
ванадий	0,3-0,55
железо	остальное.

В табл. 1 приведены результаты выплавки апробированных сталей при проведении исследований, а в табл. 2 - механических свойства заготовок  $\varnothing 60 \times 100$  мм сталей после термического упрочнения: закалка с предварительным нагревом при 750 °С в течение 0,5 ч, затем подъем температуры до 1050 °С, выдержка 1,5 ч, охлаждение в масле + отпуск всех этих сталей при температуре 150 и 250 °С в той же последовательности.

Таблица 1

№ № пп.	Содержание легирующих элементов, мас. %							
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	Fe
1 (прототип)	0,55	0,65	0,53	1,06	2,2	0,4	0,15	94,46
2	0,60	1,20	0,60	1,68	2,3	1,5	0,30	91,82
3	0,64	1,03	0,74	1,4	2,5	1,1	0,38	92,21
4	0,70	0,8	0,90	2,2	2,15	1,28	0,55	91,42
5	0,55	1,25	0,96	1,3	1,9	1,6	0,60	91,84
6	0,75	0,65	0,55	2,35	2,65	0,97	0,20	91,88

Таблица 2

№ № п/п	Значение механических свойств после отпуска		
	150 °С, 2,5 ч		250 °С, 2 ч
	Твердость, HRC (замер у поверхности)	Ударная вязкость KCU, МДЖ/м <sup>2</sup>	Твердость, HRC (замер у поверхности)
1	60-61	0,28-0,32	54-55
2	61,5-62	0,30-0,35	59-60
3	62-63	0,29-0,34	59,5-60
4	62-63	0,28-0,33	60-60,5
5	60-61	0,30-0,36	58-58,5
6	62,5-63	0,23-0,30	60-60,5

Видно из данных табл. 1 и 2, что легирование стали, взятой в качестве прототипа, дополнительным количеством углерода, кремния, марганца, молибдена и ванадия при фактическом сохранении содержания вольфрама позволило повысить твердость при высокой ударной вязкости. Следовательно, повысилась износостойкость стали заявляемого состава

# BY 19874 C1 2016.02.28

и стало возможным использование ее при изготовлении инструмента для рубки стального легированного сортового и толстолистового проката, а также стального и чугунного лома.

Проведенная корректировка химического состава инструментальной стали способствует получению после закалки и отпуска инструмента требуемой структуры, обеспечивающей выигрыш в повышении стойкости. Закалка с температурой нагрева 1050 °С (выдержка в течение 1,5 ч) и охлаждением в масле позволяют получить в поверхностном слое стали мелкозернистую структуру (заслуга присутствия ванадия). Она состоит на достаточной глубине из тонкодисперсного теплостойкого мартенсита, что является заслугой легирования в нужных пропорциях стали углеродом, хромом, кремнием, марганцем, вольфрамом, молибденом и ванадием, и равномерно распределенных износостойких первичных карбидов типа MC, легированных хромом, вольфрамом, молибденом и ванадием, а также содержит до 5-10 % остаточного аустенита (за счет повышения содержания марганца).

Получение такой структуры в закаленном состоянии явилось, таким образом, результатом рационального легирования стали оптимизированным количеством углерода, кремния, марганца, хрома, вольфрама, молибдена и ванадия. Молибден при закалке одновременно устраняет выделение охрупчивающих структуру вторичных карбидов по границам зерен и способствует дополнительному легированию мартенсита хромом, а также образованию высоколегированных твердых карбидов различного типа. Отпуск в течение 2,5 ч при 150 °С стабилизирует закаленную структуру и сохраняет высокую твердость, теплостойкость и ударную вязкость за счет присутствия износостойких первичных карбидов, остаточного аустенита и теплостойкого высоколегированного мартенсита отпуска. Из-за наличия значительного количества кремния в составе мартенсита отпуск при 250 °С в течение 2 ч способствует замедлению его распада, сохранению высокой твердости и повышению теплостойкости структуры стали в целом и тем самым расширяет спектр проводимых с помощью инструмента работ.

Общим итогом создания заявляемого состава инструментальной стали явилось повышение стойкости инструмента, например, при рубке стального лома за счет повышения твердости структуры при одновременном сохранении ударной вязкости и теплостойкости на требуемом уровне. Проведение сравнительных испытаний показало, что стойкость инструмента из стали заявленного состава при таком испытании в 1,5-2 раза выше, чем у стали - прототипа.

## Источники информации:

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. - 5 изд. - М.: Металлургия, 1983. - С. 16.
2. Патент RU 2232201, МПК С 22С 38/24, 2004.