

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21358

(13) С1

(46) 2017.10.30

(51) МПК

C 22C 38/02 (2006.01)

C 22C 38/04 (2006.01)

C 22C 38/24 (2006.01)

(54)

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ

(21) Номер заявки: а 20140493

(22) 2014.09.18

(43) 2016.04.30

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

(72) Автор: Федулов Владимир Николаевич (ВУ)

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

(56) ПОЗНЯК Л.А. и др. Штамповые стали. - М.: Metallurgia, 1980. - С. 21.

ФЕДУЛОВ В.Н. Литье и металлургия. - 2012. - № 4. - С. 156-159.

ВУ 17307 С1, 2013.

SU 583196, 1977.

RU 2041968 С1, 1995.

RU 2327803 С1, 2008.

JP 2000-282179 А.

(57)

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

углерод	0,65-0,85
кремний	0,6-1,2
марганец	0,3-0,9
хром	4,5-5,5
молибден	0,7-1,5
ванадий	0,3-0,5
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления штампов холодного деформирования латунных корпусов наручных часов, когда эксплуатация происходит под воздействием значительных деформаций сжатия и разогрева поверхности.

Известна инструментальная сталь 6ХЗФС [1] состава (мас. %): углерод - 0,56-0,62, кремний - 0,35-0,65, марганец - 0,15-0,45, хром - 2,6-3,3, молибден - 0,2-0,5, ванадий - 0,20-0,35, железо - остальное.

Данная сталь имеет после нагрева при 900 °С охлаждения в масло и отпуска при 250 °С недостаточную твердость, что часто приводит к повышенному износу в виде смятия гравюры инструмента при холодной штамповке латунных корпусов наручных часов.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по химическому составу и достигаемому эффекту является сталь 6Х4М2ФС [2] состава (мас. %): углерод - 0,57-0,65, кремний

# BY 21358 C1 2017.10.30

- 0,6-0,9, марганец - 0,15-0,40, хром - 3,8-4,4, молибден - 2,0-2,4, ванадий - 0,6-0,9 и железо - остальное.

Указанная сталь после закалки в масло с 1020 °С и отпуска при 250 °С имеет недостаточную ударную вязкость, что приводит к растрескиванию рабочих поверхностей штампов холодного деформирования при получении латунных корпусов наручных часов.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является повышение твердости стали при получении удовлетворительных значений ударной вязкости с целью повышения износостойкости инструмента в сложных условиях эксплуатации и сокращение расхода дорогостоящих легирующих компонентов.

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

углерод	0,65-0,85
кремний	0,6-1,2
марганец	0,3-0,9
хром	4,5-5,5
молибден	0,7-1,5
ванадий	0,3-0,5
железо	остальное.

В табл. 1 приведены результаты выплавки апробированных сталей при проведении исследований, а в табл. 2 - механических свойства заготовок Ø 60×100 мм сталей после термического упрочнения: закалка с предварительным подогревом при 850 °С в течение 0,5 ч, затем подъем температуры до 1000 °С, выдержка 1 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	Mo	V	Fe
1 (прототип)	0,63	0,6	0,33	4,06	2,0	0,65	91,73
2	0,76	0,86	0,76	4,98	1,28	0,38	90,98
3	0,85	0,6	0,90	4,5	0,7	0,5	91,95
4	0,65	1,2	0,30	5,5	1,5	0,3	90,55
5	0,60	1,35	0,96	5,73	1,66	0,14	89,56
6	0,92	0,35	0,26	4,05	0,77	0,6	93,05

Таблица 2

№ п/п	Значение механических свойств после отпуска		
	150 °С, 2 ч		250 °С, 2 ч
	Твердость, HRC (замер на поверхности)	Ударная вязкость КСУ, МДЖ/м <sup>2</sup>	Твердость, HRC (замер на поверхности)
1	59-60	0,15-0,22	56-57
2	61-62	0,24-0,28	59-60
3	62-63	0,23-0,25	59,5-60
4	61-62	0,28-0,32	59-60
5	58-60	0,30-0,36	57-59
6	63-64	0,18-0,22	60-61

Легирование стали, взятой в качестве прототипа, дополнительным количеством углерода, марганца и хрома при оптимизации содержания молибдена и ванадия позволило значительно повысить твердость при удовлетворительном значении ударной вязкости.

Следовательно, удалось повысить износостойкость стали заявляемого состава и сделало возможным ее использование для изготовления инструмента холодного формообразования корпусов часов из латуни с применением низкого отпуска при 250 °С и сократить расход дорогостоящих молибдена и ванадия по сравнению с использованием прототипа.

Проведенная корректировка химического состава инструментальной стали способствует получению после закалки и отпуска инструмента требуемой структуры, обеспечивающей выигрыш в износостойкости. Закалка с температурой нагрева 1000 °С (выдержка в течение 1,5 ч) и охлаждением в масле позволяют получить в поверхностном слое стали мелкозернистую структуру, что является заслугой присутствия ванадия. Она состоит на достаточной глубине из тонкодисперсного теплостойкого мартенсита (заслуга легирования в нужных пропорциях стали углеродом, хромом, кремнием, молибденом и марганцем) и равномерно распределенных износостойких первичных карбидов типа МС. После закалки в структуре также имеется большое количество отпускостойчивых карбидов типа М<sub>6</sub>С и М<sub>3</sub>С<sub>7</sub> по сравнению с прототипом (заслуга повышения содержания углерода). Карбиды типа МС, М<sub>6</sub>С и М<sub>3</sub>С<sub>7</sub> легированы в достаточном количестве хромом, молибденом и ванадием, присутствуют в большем количестве и более равномерно распределены в структуре по сравнению с прототипом. В структуре также присутствует в количестве до 8-10 % остаточный аустенит за счет повышения содержания марганца, что способствует повышению ударной вязкости. Молибден в количестве 0,7-1,5 % при закалке устраняет выделение охрупчивающих структуру карбидов по границам зерен и способствует необходимому легированию мартенсита хромом, а также образованию высоколегированных твердых карбидов. Отпуск в течение 2 ч при 150 °С стабилизирует закаленную структуру и сохраняет высокую твердость, теплостойкость и ударную вязкость за счет присутствия износостойких первичных и вторичных карбидов, остаточного аустенита и теплостойкого высоколегированного мартенсита отпуска. Отпуск при 250 °С в течение 2 ч из-за наличия значительного количества кремния в составе мартенсита способствует замедлению его распада, сохранению высокой твердости и повышению теплостойкости структуры стали в целом и тем самым способствует использованию инструмента во время разогрева поверхности инструмента. Это все явилось результатом рационального введения в состав стали дополнительного количества углерода, марганца и хрома при сохранении остальных элементов в оптимизированном количестве.

Общим итогом создания заявляемого состава инструментальной стали явилась возможность изготовления инструмента с использованием низкого отпуска, например, при холодном формообразовании корпусов часов из латуни за счет значительного повышения твердости и сохранения ударной вязкости на достаточном уровне. Проведение сравнительных испытаний показало, что стойкость инструмента из стали заявленного состава при испытании оказалась в 1,3-1,5 раза выше, чем у стали-прототипа.

Источники информации:

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. - 5 изд. - М.: Металлургия, 1983. - С. 20.
2. Позняк Л.А., Скрынченко Ю.М., Тишаев С.И. Штамповые стали. - М.: Металлургия, 1980. - С. 21.