

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 17311

(13) С1

(46) 2013.06.30

(51) МПК

C 22C 38/24 (2006.01)

(54)

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ

(21) Номер заявки: а 20110843

(22) 2011.06.16

(43) 2013.02.28

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

(72) Авторы: Федулов Владимир Николаевич; Сазоненко Игорь Олегович (ВУ)

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

(56) ПОЗНЯК Л.А. и др. Штамповые стали. – М.: Металлургия, 1980. - С. 17.

RU 2232201 С1, 2004.

RU 2409695 С2, 2011.

RU 2417271 С1, 2011.

SU 1135794 А1, 1985.

ВУ 2555 С1, 1998.

JP 2000-282179 А.

US 6280685 В1, 2001.

(57)

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

углерод	0,40-0,55
кремний	0,5-1,0
марганец	0,4-0,8
хром	1,00-1,75
вольфрам	1,5-2,8
молибден	1,5-2,2
ванадий	0,5-0,9
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей пресс-форм для литья медных сплавов или штампов горячей обработки никелевых сплавов и других высокопрочных материалов.

Известна инструментальная сталь 4ХМФС [1] состава (мас. %): углерод - 0,37-0,45, кремний - 0,5-0,8, марганец - 0,5-0,8, хром - 1,5-1,8, молибден - 0,9-1,2, ванадий - 0,3-0,5, железо - остальное.

Данная сталь имеет низкую теплостойкость и используется в штампах с разогревом во время прессования стальных изделий до 550 °С и характеризуется неглубокой прокаливаемостью и чувствительностью к концентрации напряжений. Поэтому ее используют для штампов простой формы диаметром (стороной) до 350 мм.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по химическому составу и достигаемому эффекту является инструментальная сталь 4Х2В2МФС [2] состава (мас. %): углерод -

# ВУ 17311 С1 2013.06.30

0,42-0,50, кремний - 0,3-0,6, марганец - 0,3-0,6, хром - 2,0-2,5, вольфрам - 1,8-2,4, молибден - 0,8-1,1, ванадий - 0,6-0,9, железо - остальное.

Указанная сталь после закалки в масло и высокого отпуска используется для инструментов с температурой разогрева рабочей поверхности до 600 °С и кратковременно до 640 °С, что является недостаточным при изготовлении пресс-форм литья медных сплавов или штампов прессования, например, никелевых сплавов и характеризуется недостаточной стойкостью.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является повышение теплостойкости стали для повышения износостойкости штампов и пресс-форм при получении изделий, когда разогрев поверхности рабочих частей при эксплуатации составляет 650 °С и кратковременно до 690 °С.

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

углерод	0,4-0,55
кремний	0,5-1,0
марганец	0,4-0,8
хром	1,00-1,75
вольфрам	1,5-2,8
молибден	1,5-2,2
ванадий	0,5-0,9
железо	остальное.

В табл. 1 приведены химические составы сталей, полученных в результате выплавки опытных образцов при проведении исследований, а в табл. 2 - результаты испытаний механических свойств заготовок Ø70×125 мм всех этих сталей после термического упрочнения: закалка с нагревом при 1080 °С, выдержка 1,5 ч, охлаждение в масле + отпуск, в той же последовательности.

Таблица 1

№ п/п	Содержание легирующих элементов, мас. %							
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	Fe
1 (прототип)	0,45	0,5	0,35	2,1	2,18	1,11	0,65	92,66
2	0,55	0,5	0,8	1,75	1,5	1,85	0,7	92,35
3	0,5	0,82	0,4	1,41	2,2	1,5	0,9	92,27
4	0,4	1,0	0,6	1,00	2,8	2,2	0,5	91,50
5	0,35	1,35	0,3	1,87	1,2	1,1	0,4	93,43
6	0,6	0,36	0,93	0,8	2,39	2,38	1,04	91,50

Таблица 2

№ п/п	Значения механических свойств		
	после отпуска, 620 °С, 2 ч		после отпуска, 650 °С, 2 ч
	твёрдость, HRC (замер твёрдости на поверхности)	ударная вязкость KCU, МДж/м <sup>2</sup> (не менее)	твёрдость, HRC (замер твёрдости на поверхности)
1	51-52*	0,25	46-48
2	53-54	0,35	50-52
3	53-55	0,32	50-53
4	51-54	0,38	48-52
5	50-51	0,40	46-48
6	53-56	0,28	51-54

\* - для п. 1 - температура отпуска 600 °С.

## ВУ 17311 С1 2013.06.30

Увеличение по сравнению с прототипом в составе стали содержания молибдена, а также одновременное лимитирование содержания вольфрама, хрома, ванадия и кремния в составе стали способствует получению после закалки и повышения температуры высокого отпуска до 650 °С в течение 2 ч инструмента с требуемой структурой стали, обеспечивающей выигрыш в свойствах и теплостойкости. Закалка с температурой нагрева 1080 °С (выдержка в течение 1-2 ч в зависимости от толщины сечения) и охлаждение в масле позволяют получить в структуре стали после окончательного отпуска при 650 °С достаточно теплостойкий перлит отпуска и высокотвердые за счет увеличения содержания молибдена вторичные карбиды (все вместе - высоколегированная матрица) с одновременно распределенными равномерно в матрице (без присутствия по границам зерен) первичными карбидами типа МС, сохранившимися после нагрева под закалку и охлаждения в масле и легированными в достаточном количестве вольфрамом, хромом, молибденом и ванадием.

Общим итогом создания заявляемого состава инструментальной стали явилось повышение стойкости штампов горячего формообразования за счет повышения теплостойкости структуры до 650 °С и кратковременно до 690 °С. Видно, что дополнительное легирование стали, взятой в качестве прототипа (пример 1), молибденом и лимитирование содержания вольфрама, хрома и ванадия (примеры 2, 3, 4), позволило при сохранении примерно одной и той же твердости значительно повысить теплостойкость структуры стали заявляемого состава за счет изменения температуры последнего отпуска до 650 °С в течение 2 ч вместо температуры отпуска 600 °С 2 ч в предыдущем случае.

Штампы для горячего формообразования изделий из никелевых сплавов, изготовленные из стали заявленного состава, выплавленной из инструментального стального лома (сталь Р6М5 в количестве 40 % + сталь 45 в количестве 60 %), в результате проведения сравнительных испытаний показали стойкость в 1,5 раза выше, чем штампы, изготовленные из стали-прототипа.

### Источники информации:

1. Позняк Л.А., Скрынченко Ю.М., Тишаев С.И. Штамповые стали. - М.: Metallurgy, 1980. - С. 17.
2. Позняк Л.А., Скрынченко Ю.М., Тишаев С.И. Штамповые стали. - М.: Metallurgy, 1980. - С. 17.