

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18512

(13) С1

(46) 2014.08.30

(51) МПК

C 22C 38/22 (2006.01)

C 22C 38/24 (2006.01)

(54)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ

(21) Номер заявки: а 20120422

(22) 2012.03.23

(43) 2013.10.30

(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 2250929 С2, 2005.

RU 2103411 С1, 1998.

ВУ 2555 С1, 1998.

ВУ 8647 С1, 2006.

ВУ 8655 С1, 2006.

JP 62027551 А, 1987.

JP 59107065 А, 1984.

US 6280685 В1, 2001.

(57)

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

углерод	0,42-0,57
кремний	1,2-2,0
марганец	0,5-0,8
хром	0,85-1,35
вольфрам	0,95-1,38
молибден	0,65-1,15
ванадий	0,3-0,5
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей пресс-форм для литья алюминиевых сплавов или штампов горячего формообразования изделий из конструкционных легированных сталей с разогревом поверхности рабочих частей до 600 °С и кратковременно до 620 °С.

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, 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, и эта сталь характеризуется для заявляемого случая недостаточной износостойкостью.

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

ВУ 18512 С1 2014.08.30

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 и высокого отпуска используется для инструментов с температурой разогрева рабочей поверхности до 580 °С и кратковременно до 600 °С, что является недостаточным при изготовлении пресс-форм литья алюминиевых сплавов или штампов при штамповке изделий из конструкционных легированных сталей и характеризуется в данном случае также недостаточной износостойкостью.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является повышение теплостойкости стали для повышения ее износостойкости и стойкости пресс-форм и штампов при получении изделий из сталей и сплавов, когда разогрев рабочих поверхностей при эксплуатации составляет 600 °С и кратковременно до 620 °С.

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

углерод	0,42-0,57
кремний	1,2-2,0
марганец	0,5-0,8
хром	0,85-1,35
вольфрам	0,95-1,38
молибден	0,65-1,15
ванадий	0,3-0,5
железо	остальное.

В табл. 1 приведены химические составы сталей, полученных в результате выплавки опытных образцов при проведении исследований и их переделе, а в табл. 2 - результаты испытаний механических свойств заготовок Ø 70 × 125 мм всех этих сталей после термического упрочнения: закалка с нагревом при 950 °С, выдержка 1 ч, охлаждение в масле + отпуск в приведенной последовательности.

Таблица 1

№ п/п	Содержание легирующих элементов, мас. %							
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	Fe
1 (прототип)	0,55	0,5	0,45	1,1	2,2	0,41	0,15	94,64
2	0,57	1,6	0,5	0,85	1,23	0,85	0,37	94,03
3	0,51	2,0	0,57	0,91	0,95	0,78	0,3	93,98
4	0,42	1,2	0,8	1,35	1,38	1,15	0,5	93,20
5	0,35	2,35	0,35	1,47	0,8	0,61	0,22	93,85
6	0,62	0,96	0,93	0,8	1,49	1,26	0,61	93,33

Таблица 2

№ п/п	Значения механических свойств			Теплостойкость (твердость, HRC на поверхности) при температуре	
	после отпуска 520 °С, 2 ч	после отпуска 600 °С, 2 ч		625 °С, 2 ч	650 °С, 1 ч
	твердость, HRC (замер на поверхности)	твердость, HRC (замер на поверхности)	ударная вязкость (не менее), МДж/м ²		
1	51-52	47-47,5	0,35	42-43	-
2	53,5-54,5	51,5-52	0,35	46,5-47	42,5-43
3	53-54,5	51-51,5	0,37	46-46,5	42-42,5
4	52-53,5	50,5-51	0,38	47-47,5	42,5-43
5	51-52	49-49,5	0,40	45-46	41,5-42
6	55-56	52-52,5	0,30	47-48	43-43,5

ВУ 18512 С1 2014.08.30

Увеличение по сравнению с прототипом в составе стали содержания кремния, марганца, молибдена и ванадия, а также одновременное лимитирование содержания вольфрама и хрома в составе стали способствует получению после закалки с 950 °С в масле и повышения температуры высокого отпуска до 600 °С в течение 2 ч требуемой структуры стали, обеспечивающей выигрыш в свойствах и теплостойкости по сравнению с прототипом. Закалка с температурой нагрева 950 °С (выдержка в течение 1-2 ч в зависимости от толщины сечения) и охлаждением в масле позволяют получить в структуре стали после окончательного отпуска при 600 °С теплостойкий перлит отпуска (за счет повышения содержания кремния, марганца и молибдена увеличивается теплостойкость α -твердого раствора) и высокотвердые (за счет увеличения содержания молибдена и ванадия) вторичные карбиды. Все вместе это обеспечивает получение высоколегированной матрицы с равномерно распределенными в матрице (без присутствия по границам зерен) первичными карбидами типа МС (повышение теплостойкости за счет увеличения содержания молибдена и ванадия, а также присутствия кремния), сохранившимися после нагрева под закалку и охлаждения в масле и легированными в достаточном количестве вольфрамом, хромом, молибденом и ванадием. По всей видимости, на увеличение теплостойкости интенсивно влияет также повышение содержания в составе стали кремния.

Общим итогом создания заявляемого состава инструментальной стали явилось повышение стойкости штампов горячего формообразования за счет повышения теплостойкости структуры до 600 °С и кратковременно до 620 °С. Видно, что дополнительное легирование стали, взятой в качестве прототипа (пример 1), кремнием, марганцем, молибденом и ванадием, а также лимитирование содержания вольфрама и хрома (примеры 2, 3, 4) позволили при повышении твердости значительно повысить теплостойкость до 620 °С в течение 2 ч и даже при 650 °С в течение 1 ч. Температуру отпуска можно поднимать до 600 °С, 2 ч и тем самым значительно повышать износостойкость структуры стали заявляемого состава.

Штампы для горячего формообразования изделий из конструкционных легированных сталей были изготовлены из заготовок инструментальной стали заявленного состава, выплавленных методом электрошлакового литья из инструментального стального лома (сталь Р6М5 в количестве 20 % + сталь 45 в количестве 80 %) с последующей доводкой по содержанию углерода, кремния, марганца и хрома. В результате проведения сравнительных испытаний они 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.: Металлургия, 1980. - С. 17.
2. Патент RU 2232201, МПК С 22С 38/24, 2004.