

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18511

(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 20120189

(22) 2012.02.10

(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 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	0,40-0,55
кремний	0,9-1,6
марганец	0,5-0,8
хром	2,8-3,5
вольфрам	1,1-1,8
молибден	1,0-1,3
ванадий	0,3-0,7
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей пресс-форм для литья алюминиевых сплавов.

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 только для изготовления оснастки простой формы сечением до 350 мм.

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

ВУ 18511 С1 2014.08.30

ВУ 18511 С1 2014.08.30

Указанная сталь после закалки в масло и высокого отпуска имеет недостаточную теплостойкость и ударную вязкость и поэтому практически не используется для изготовления пресс-форм литья алюминиевых сплавов сложной формы, когда разогрев рабочих частей превышает температуру 600 °С.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является повышение теплостойкости и ударной вязкости стали для повышения стойкости пресс-форм литья алюминиевых сплавов при получении изделий, когда разогрев поверхности рабочих частей при эксплуатации составляет 620 °С и кратковременно до 660 °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	0,9-1,6
марганец	0,5-0,8
хром	2,8-3,5
вольфрам	1,1-1,8
молибден	1,0-1,3
ванадий	0,3-0,7
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 Ø 70×125 мм всех этих сталей после термического упрочнения: закалка с нагревом при 1050 °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	0,9	0,8	3,5	1,1	1,0	0,7	91,45
3	0,5	1,2	0,64	3,2	1,5	1,23	0,5	91,23
4	0,4	1,6	0,5	2,8	1,8	1,3	0,3	91,30
5	0,35	1,75	0,3	3,87	1,0	0,9	0,2	91,63
6	0,6	0,66	0,93	2,5	1,95	1,38	0,8	91,18

Таблица 2

№ п/п	Значения механических свойств		
	после отпуска 620 °С, 2 ч		после отпуска, 660 °С, 1 ч
	твердость, HRC (замер на поверхности)	ударная вязкость KCU, МДж/м ² (не менее)	твердость, HRC (замер на поверхности)
1	49-50	0,25	47-48
2	52-54	0,38	49-50
3	53-55	0,35	49-50
4	52-53	0,41	48-50
5	50-51	0,43	47-48
6	53-54	0,32	50-52

Увеличение по сравнению с прототипом в составе стали содержания углерода, марганца, хрома (значительное), молибдена и кремния (значительное), а также одновременное лимитирование содержания вольфрама, ванадия в составе стали способствует получению

BY 18511 C1 2014.08.30

после закалки и повышения температуры высокого отпуска до 620 °С в течение 2 ч инструмента с требуемой структурой стали, обеспечивающей выигрыш в свойствах (особенно ударная вязкость) и теплостойкости. Закалка с температурой нагрева 1050 °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 620 °С достаточно теплостойкий перлит отпуска и высокотвердые и мелкодисперсные, за счет увеличения содержания хрома, кремния и молибдена и сохранения в большом количестве ванадия, вторичные карбиды (все вместе - высоколегированная матрица) с равномерно распределенными в матрице первичными карбидами типа МС без присутствия их по границам зерен из-за уменьшения содержания вольфрама и доведения содержания хрома лишь до 3,5 %, сохранившимися после нагрева под закалку и охлаждения в масле и легированными в достаточном количестве вольфрамом, хромом, молибденом и ванадием. Поэтому повышается теплостойкость и еще более значительно ударная вязкость стали. Отсутствие первичных карбидов по границам зерен способствует снижению склонности структуры к образованию разгарных трещин при эксплуатации и обеспечивает устойчивость к происходящим тепловым процессам - сменам периодических нагревов при заливке металла и охлаждений деталей матрицы и пуансона при извлечении изделия из формы.

Общим итогом создания заявляемого состава инструментальной стали явилось повышение стойкости пресс-форм горячего формообразования за счет повышения теплостойкости структуры до 620 °С и кратковременно до 660 °С. Видно, что дополнительное легирование стали, взятой в качестве прототипа (пример 1), марганцем, хромом (значительное), молибденом и кремнием (значительное) и лимитирование содержания вольфрама и ванадия (примеры 2, 3, 4) при предложенном режиме нагрева под закалку позволило повысить твердость и, значительно, ударную вязкость и теплостойкость.

Пресс-формы для литья алюминиевых сплавов в результате проведения сравнительных испытаний показали стойкость в 1,5 раза выше, чем пресс-формы, изготовленные из стали-прототипа.

Источники информации:

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

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