

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **031666**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2019.02.28**

(51) Int. Cl. **C22C 38/46 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**201650076**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.10.25**

---

(54) **ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ**

---

(43) **2018.05.31**

(56) JP-A-2015221941  
JP-A-2016128609  
JPН-A-11106868  
JP-A-2001123247  
JP-A-2015193867  
JPН-A-0760314

(96) **2016/ЕА/0085 (ВУ) 2016.10.25**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ВУ)**

(72) Изобретатель:  
**Федулов Владимир Николаевич (ВУ)**

---

(57) Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей пресс-форм литья алюминиевых изделий сложной формы, когда их эксплуатация происходит под воздействием температуры нагрева поверхности до 700°C. Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является сохранение твердости и повышение теплостойкости стали с целью увеличения стойкости инструмента в сложных условиях эксплуатации. Решение задачи достигается тем, что инструментальная сталь, содержащая в своем составе углерод, кремний, марганец, хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий и железо, содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: углерод - 0,4-0,5, кремний - 0,6-1,2, марганец - 0,3-0,8, хром - 1,5-2,0, никель - 1,5-3,0, вольфрам - 3,5-4,5, молибден - 0,2-0,5, ванадий - 0,5-1,0, железо - остальное.

**В1**

**031666**

**031666**  
**В1**

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей пресс-форм литья алюминиевых изделий сложной формы, когда их эксплуатация происходит под воздействием температуры нагрева поверхности до 700°C.

Известна инструментальная сталь 4X4BMФС [1] следующего состава (мас.%): углерод - 0,37-0,44, кремний - 0,6-1,0, марганец - 0,2-0,5, хром - 3,2-4,0, никель - не более 0,25, вольфрам - 0,8-1,2, молибден - 1,2-1,5, ванадий - 0,6-0,9, железо - остальное.

Данная сталь имеет после нагрева под закалку при 1060°C, охлаждения в масле и отпуска при 640-650°C недостаточную теплостойкость, что часто приводит к повышенному износу рабочих частей пресс-форм при горячем формообразовании изделий из алюминиевых сплавов при разогреве поверхности уже до 650°C.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по химическому составу и достигаемому эффекту является сталь 4X2B2MФС [2] следующего состава (мас.%): углерод - 0,42-0,5, кремний - 0,3-0,6, марганец - 0,3-0,6, хром - 2,0-2,5, никель - не более 0,25, вольфрам - 1,8-2,4, молибден - 0,8-1,1, ванадий - 0,6-0,9, железо - остальное.

Указанная сталь после закалки в масло с 1080-1100°C и отпуска при 645-655°C имеет все же недостаточную теплостойкость, что приводит к быстрому выходу из строя рабочих частей пресс-форм при горячем формообразовании изделий сложной формы из алюминиевых сплавов с разогревом поверхности до 650°C и выше.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является сохранение твердости и повышение теплостойкости стали с целью увеличения стойкости инструмента в сложных условиях эксплуатации.

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

углерод	0,4 – 0,5
кремний	0,6 – 1,2
марганец	0,3 – 0,8
хром	1,5 – 2,0
никель	1,5 – 3,0
вольфрам	3,5 – 4,5
молибден	0,2 – 0,5
ванадий	0,5 – 1,0
железо	остальное.

В табл. 1 приведены результаты выплавки апробированных сталей при проведении исследований, а в табл. 2 - механических свойств заготовок Ø 90×100 мм новых сталей в той же последовательности после термического упрочнения: закалка с предварительным нагревом при 850°C в течение 0,5 ч, затем подъем температуры до 1220°C, выдержка 1 ч, охлаждение в масле и отпуск при температуре 700°C.

Таблица 1

№№ п. п.	Содержание легирующих элементов, мас.%								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Mo	V	Fe
1(прототип)	0,42	0,6	0,3	2,0	0,25	2,4	1,0	0,8	92,23
2	0,40	1,2	0,60	2,0	1,5	4,5	0,2	1,0	88,60
3	0,46	0,9	0,80	1,65	2,0	4,0	0,3	0,65	89,24
4	0,50	0,6	0,30	1,5	3,0	3,5	0,5	0,5	89,60
5	0,55	1,35	0,95	1,3	3,5	3,0	0,6	0,3	88,45
6	0,35	0,4	0,16	2,25	1,25	5,0	0,1	1,3	89,19

Таблица 2

№№ п/п	Значение твердости после закалки с 1220°C в масло и отпуска при 700°C, 1,5 ч, HRC (замер у поверхности)
1	44-46*
2	45-46
3	46-47
4	47-48
5	44-46
6	44-44,5

\* для стали № 1 - закалка с 1090°C, отпуск - при 645-655°C.

Легирующие стали, взятой в качестве прототипа, с дополнительным количеством кремния, марганца, вольфрама и никеля при снижении содержания молибдена (до 0,2-0,5%) и хрома (до 1,5-2%) позволи-

ло повысить температуру нагрева при закалке до 1200°C и температуру отпуска до 700°C. За счет этого повысилась теплостойкость, а, следовательно, удалось увеличить износостойкость стали заявляемого состава. Стало возможным использовать её для изготовления высоконагруженного инструмента горячего формообразования изделий сложной формы из алюминиевых сплавов с разогревом их поверхности до 700°C.

Проведенная корректировка химического состава инструментальной стали способствует получению после закалки и отпуска инструмента требуемой структуры, обеспечивающей выигрыш его в стойкости. Закалка с температурой нагрева 1200°C вместо 1090°C у прототипа и охлаждением в масле позволяют получить в поверхностном слое стали мелкозернистую структуру, состоящую на достаточной глубине из тонкодисперсного теплостойкого мартенсита и равномерно распределенных износостойких первичных карбидов типа MC.

При этом заслуга одновременного увеличения содержания вольфрама, кремния, марганца и никеля в составе состоит в повышении закаливаемости стали. После закалки образовалась супер структура, содержащая большее количество отпускостойчивых карбидов типа MC, M<sub>6</sub>C и M<sub>3</sub>C<sub>7</sub>, равномерно распределенных в пределах микрзерна, и пластичная основа в виде сложно-легированного мартенсита закалки. Отпуск в течение 1,5 ч при 700°C обеспечивает эффективное упрочнение закаленной структуры и, соответственно, повышает теплостойкость стали за счет образования твердого и пластичного мартенсита отпуска. Высокие значения твердости и теплостойкости структуры стали в целом способствуют использованию инструмента во время горячего формообразования изделий из алюминиевых сплавов сложной формы.

Общим итогом создания заявляемого состава инструментальной стали явилось повышение стойкости инструмента. Проведение сравнительных испытаний показало, что стойкость инструмента из стали заявленного состава при указанном выше испытании в 1,5-2 раза выше, чем у стали-прототипа.

Источники информации, использованные при оформлении изобретения.

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.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Инструментальная сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий и железо, отличающаяся тем, что содержит компоненты в следующем соотношении, мас. %: углерод - 0,4-0,5, кремний - 0,6-1,2, марганец - 0,3-0,8, хром - 1,5-2,0, никель - 1,5-3,0, вольфрам - 3,5-4,5, молибден - 0,2-0,5, ванадий - 0,5-1,0, железо - остальное.

