

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **7513**

(13) **С1**

(46) **2005.12.30**

(51)⁷ **С 22С 38/02, 38/04,
38/06, 38/12**

(54)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ

(21) Номер заявки: а 20030131

(22) 2003.02.18

(43) 2004.09.30

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

(72) Авторы: Федулов Владимир Николаевич; Ливенцев Владимир Евгеньевич (ВУ)

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

(56) SU 1735428 A1, 1992.

SU 1696566 A1, 1991.

SU 1397533 A1, 1988.

(57)

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

углерод	0,76-0,83
кремний	0,80-1,20
марганец	0,45-0,80
молибден	0,75-1,20
ванадий	0,06-0,12
алюминий	0,01-0,04
железо	остальное.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей штампов холодной обработки металлов, а также другого инструмента, работающего в условиях резки металлов по механизму сдвига или точения.

Известна инструментальная сталь У8А [1] состава (мас. %): углерод 0,76-0,83, марганец - 0,17-0,28, кремний - 0,17-0,33, сера - не более 0,018, фосфор - не более 0,25, хром - не более 0,20, никель - не более 0,20, медь - не более 0,20, железо - остальное.

Данная сталь имеет низкую прокаливаемость, несмотря на сложный вид охлаждения "вода-масло" при закалке, а также низкий уровень износостойкости и ударной вязкости.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому эффекту является инструментальная сталь 78ГМФС [2] состава (мас. %): углерод - 0,70-0,85, марганец - 0,30-0,56, кремний - 0,50-0,80, молибден - 0,20-0,50, ванадий - 0,02-0,12, железо - остальное.

Указанная сталь после закалки по схеме "вода-масло" и отпуска имеет достаточно высокий уровень механических свойств и прокаливаемости. Однако при закалке в масло, что необходимо для инструмента с различными по толщине сечениями (от 5 до 100 мм) или фигурного вида, прокаливаемость этой стали резко снижается (табл. 1, 2), что приводит к

ВУ 7513 С1 2005.12.30

снижению стойкости инструмента, а применение закалки по схеме "вода-масло" часто приводит к образованию трещин на поверхности тонких сечений, что является недопустимым дефектом.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является значительное повышение прокаливаемости стали при одновременном улучшении общего комплекса механических свойств и износостойкости инструмента.

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

углерод	0,76-0,83,
кремний	0,80-1,20,
марганец	0,45-0,80,
молибден	0,75-1,20,
ванадий	0,06-0,12,
алюминий	0,01-0,04,
железо	остальное.

Увеличение содержания кремния и молибдена в составе стали способствует получению после прокатки структуры, состоящей из легированного перлита и равномерно распределенных первичных карбидов, легированных молибденом, ванадием и кремнием. При нагреве под закалку до температуры 920 °С и выдержке в течение 0,5-1 ч первичные карбиды частично (до 70 %) растворяются в аустените, формируя равновесную для этой температуры нагрета структуру, состоящую из аустенита (90-95 %) и первичных карбидов (5-10 %) (состав карбидов типа Fe_3Mo_3C с присутствием ванадия и кремния), весьма износостойких. При последующем охлаждении в масле скорость охлаждения в сечениях от 5 до 100 мм обеспечивает интенсивный переход легированного кремнием и молибденом аустенита с образованием однородной структуры, состоящей из мартенсита или троостита, где феррит выполняют роль матричного компонента, а мелкие, равномерно распределенные в нем вторичные карбиды типа M_2C и Me_7C_3 [3], легированные молибденом и кремнием, имеют высокую твердость и износостойкость. Вся структура стали после закалки, состоящая из троостита или мартенсита и первичных карбидов обеспечивает получение структуры стали, отвечающей требованиям, предъявляемым к механическим свойствам деталей режущих частей инструмента. Последующий отпуск при температуре 150-250 °С способствует снятию напряжений и стабилизации структуры, повышению ее пластичности и фактической пригодности к работе инструмента.

В таблице 1 приведены составы апробированных сталей при проведенных исследованиях, а в таблице 2 - результаты испытаний этих сталей.

Таблица 1

Химический состав испытанных сталей

№№ п.п.	Содержание легирующих элементов, мас. %						
	C	Mn	Si	Mo	V	Al	Fe
1. Аналог	0,81	0,25	0,31	-	-	-	98,63
2. Прототип	0,80	0,33	0,75	0,30	0,10	0,02	97,30
3	0,76	0,45	0,80	0,75	0,06	0,01	97,17
4	0,80	0,65	0,98	1,00	0,10	0,03	96,44
5	0,83	0,80	1,20	1,20	0,12	0,04	95,81
6	0,72	0,40	0,70	0,60	0,03	-	97,55
7	0,86	0,84	1,32	1,40	0,15	0,06	95,37

BY 7513 C1 2005.12.30

Таблица 2

Механические свойства сталей после термического упрочнения (920 °С, масло + отпуск, 3 часа) в заготовках 15×15×60 мм (в числителе) и Ø 135×125 мм (в знаменателе). Замер твердости на поверхности

№№ п.п.	Значение механических свойств			
	После отпуска 150 °С		После отпуска 250 °С	
	Твердость, HRC ₃	KCU, МДж/м ²	Твердость, HRC ₃	KCU, МДж/м ²
1	37	0,40 – 0,43	34	0,60 – 0,63
	24 – 26	0,80 – 0,85	22 – 24	0,78 – 0,86
2	49 – 50	0,26 – 0,30	47 – 48	0,32 – 0,36
	34 – 43	0,40 – 0,53	33 – 40	0,48 – 0,56
3	63 – 64	0,18 – 0,21	60	0,25
	60 – 61	0,22 – 0,25	58 – 59	0,25 – 0,27
4	63	0,18 – 0,23	60	0,23 – 0,25
	60	0,25	59,5 – 60	0,23
5	63	0,18 – 0,20	60	0,20 – 0,23
	60	0,22	60	0,21
6	63 – 64	0,15 – 0,18	59	0,25 – 0,28
	59	0,25	57 – 58	0,25 – 0,30
7	62 – 63	0,15 – 0,18	59 – 60	0,15
	59	0,18	58 – 59	0,15 – 0,18

Видно, что дополнительное легирование молибденом и кремнием стали с содержащими примесями: сера - не более 0,020, фосфор - не более 0,025, хром - не более 0,25, никель - не более 0,25, медь - не более 0,25, взятой в качестве прототипа, позволило значительно повысить прокаливаемость и износостойкость новой стали при сохранении остальных характеристик механических свойств (твердость, ударная вязкость).

Инструмент, изготовленный из новой стали, в результате проведенных испытаний показал стойкость при вырубке в штампе заготовок из листа толщиной 1,2 мм стали 08 кп в 1,5 раза выше, чем инструмент, изготовленный из стали - прототипа. Одновременно, снизился на 15-20 % брак при проведении закалки инструмента из-за изменения режима охлаждения "вода-масло" на "масло".

Источники информации:

1. Марочник стали и сплавов // Под редакцией Сорокина В.Г. - М.: Машиностроение, 1989. - С. 366-368.
2. Патент RU 2041968, C1 // Бюл. № 24, 2000.
3. Ю.А. Геллер. Инструментальные стали. - М.: Metallurgia, 1983. - С. 152-163.