



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4917230/02
(22) 05.03.91
(46) 15.01.93. Бюл. № 2
(71) Белорусский политехнический институт
(72) Ф.И.Рудницкий, Ю.П.Хараев, Е.И.Бельский, Р.Л.Тофпенец, В.В.Дубленский и В.В.Филипович
(56) Авторское свидетельство СССР № 1122743, кл. С 22 С 38/50, 1982.
(54) БЫСТРОРЕЖУЩАЯ СТАЛЬ
(57) Изобретение относится к металлургии, в частности к литой быстрорежущей стали.

С целью повышения ударной вязкости, стойкости и теплостойкости, сталь дополнительно содержит барий, магний, кальций при следующем соотношении компонентов, мас. %: углерод 0,81-0,89; хром 3,7-4,3; вольфрам 5,1-6,2; молибден 4,7-5,6; ванадий 1,72-2,05; кремний 0,3-0,7; марганец 0,1-0,4; никель 0,1-0,4; титан 0,02-0,08; барий 0,002-0,08; кальций 0,004-0,06; магний 0,003-0,04; железо - остальное. 3 табл.

Изобретение относится к инструментальному производству и может быть использовано в механических цехах промышленных предприятий.

Известна сталь Р6М5К5 (ГОСТ 19265-73), следующего состава, мас. %:

Углерод	0,80-0,88
Хром	3,8-4,3
Вольфрам	6,0-7,0
Молибден	4,8-5,8
Ванадий	1,7-2,2
Кремний	0,4
Марганец	0,4
Кобальт	4,8-5,3
Никель	0,4
Железо	Остальное

Данная сталь относится к группе сталей повышенной теплостойкости. Благодаря присутствию в ее составе такого элемента, как кобальт, она имеет высокие показатели твердости и теплостойкости, что дает возможность применять ее для обработки высокопрочных сталей и сплавов. Однако из-за повышенной хрупкости применение

стали Р6М5К5 ограничено, особенно для изготовления литого инструмента.

Известна быстрорежущая сталь Р6М5 (ГОСТ 19265-73), содержащая следующие элементы, мас. %:

Углерод	0,80-0,88
Хром	3,8-4,4
Вольфрам	5,5-6,5
Молибден	5,0-5,5
Ванадий	1,7-2,1
Кремний	≤ 0,4
Марганец	≤ 0,4
Никель	≤ 0,4
Железо	Остальное

Данная сталь не содержит кобальта, способствующего охрупчиванию, и наиболее широко используется в деформированном состоянии для изготовления режущего инструмента самого различного назначения. Однако в литом состоянии и эта сталь из-за неудовлетворительной ударной вязкости может быть использована лишь для изготовления инструмента, эксплуатируемого в условиях минимальных динамических воздействий.

Известна также быстрорежущая сталь, обладающая более высокой ударной вязкостью и содержащая следующие элементы, мас. %:

Углерод	0,85–0,88
Хром	3,5–4,2
Вольфрам	5,0–6,0
Молибден	5,0–5,3
Ванадий	1,6–2,0
Кремний	0,2–0,3
Марганец	0,3–0,4
Никель	0,2–0,4
Титан	0,05–0,15
Висмут	0,002–0,005
Железо	Остальное

Данная сталь вследствие наличия в ее составе титана и висмута обладает относительно высокими значениями ударной вязкости. Недостатком этой стали является пониженная теплостойкость и невысокие режущие свойства, что не дает возможность применять ее для изготовления литого инструмента, обрабатывающего высокопрочные стали и сплавы.

Целью изобретения является повышение теплостойкости и режущих свойств литой быстрорежущей стали при сохранении на высоком уровне ударной вязкости для повышения эксплуатационной надежности литого металлорежущего инструмента и расширения области его применения.

Поставленная цель достигается тем, что сталь, содержащая углерод, хром, вольфрам, молибден, ванадий, кремний, марганец, никель, фосфор, серу, железо, титан, дополнительно содержит барий, кальций, магний при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	0,81–0,89
Хром	3,7–4,3
Вольфрам	5,1–6,2
Молибден	4,7–5,6
Ванадий	1,72–2,05
Кремний	0,3–0,7
Марганец	0,1–0,4
Никель	0,1–0,4
Титан	0,02–0,08
Барий	0,002–0,08
Кальций	0,004–0,06
Магний	0,003–0,04
Железо	Остальное

Присутствующий в стали титан способствует измельчению зерен твердого раствора вследствие образования тугоплавких карбидов и карбонитридов титана, которые первые выделяются из жидкости в процессе кристаллизации и служат дополнительными центрами образования кристаллов. Барий и магний являются сильными поверхностно-активными элементами, располагаются на

границе образующийся кристалл – жидкость и препятствуют росту кристаллов твердого раствора и первичных карбидов. Кальций является универсальным модифицирующим элементом, т.е. оказывает как инокулирующее, так и поверхностно-активное влияние на процесс кристаллизации. Магний распределяется в структуре литой стали преимущественно по границам зерен. Кальций присутствует как по границам зерен, так и внутри них. Барий, кальций и магний оказывают сильное рафинирующее влияние на сталь, уменьшая количество неметаллических включений и способствуя их переводу в устойчивую глобулярную форму. Наличие карбидов (карбонитридов) титана способствует повышению износостойкости стали. Такое же влияние, но за счет смазывающих эффектов, оказывают в сочетании барий, кальций и магний. При совместном введении барий, кальций, магний и титан повышают легированность твердого раствора стали (табл.1), что способствует значительному улучшению теплостойкости и режущих свойств инструмента.

Пример. Стали выплавляли в индукционной электрической печи с кислой футеровкой. Раскисление проводили ферромарганцем, ферросилицием и алюминием. Необходимые легирующие элементы вводили в печь перед разливкой в виде ферросплавов, барий в виде ферробария, магний и кальций в виде лигатуры ЖКМК-5 вводились непосредственно в ковш под струю металла. Стали заливали в песчаные жидкостекольные формы. После выбивки отливки подвергали изотермическому отжигу и затем из них вырезали образцы для исследования свойств. Данные образцы проходили термообработку по следующему режиму: температура нагрева под закалку 1220°C, охлаждение в соляной ванне при 600°C, далее на воздухе. Отпуск при температуре 560°C три раза по одному часу. Образцы из базовой стали (P6M5) и стали прототипа подвергали аналогичной термообработке.

Химический состав и результаты исследования образцов предложенных и известных сталей представлены в табл.2,3.

Теплостойкость определяли измерением твердости (HRC) после дополнительного нагрева при 620°C в течение 4 ч.

Ударную вязкость определяли на образцах без надреза размерами 10x10x55 мм на маятниковом копре с энергией удара 50 кДж.

Стойкостные испытания инструмента из известных и предлагаемой сталей производили при фрезеровании (встречном) усту-

на при следующих режимах обработки: скорость резания 50 м/мин; подача 0,21 мм/зуб.

Исследования показали, что предлагаемая сталь превосходит известную (прототип) по стойкости в 1,3–1,6 раза, теплостойкости при практически равной ударной вязкости.

Формула изобретения 10

Быстрорежущая сталь, содержащая углерод, хром, вольфрам, молибден, ванадий, кремний, марганец, никель, титан, железо, отличающаяся тем, что, с целью повышения ударной вязкости, стойкости и

теплостойкости, она дополнительно содержит барий, магний и кальций при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Углерод	0,81–0,89
Хром	3,7–4,3
Вольфрам	5,1–6,2
Молибден	4,7–5,6
Ванадий	1,72–2,05
Кремний	0,3–0,7
Марганец	0,1–0,4
Никель	0,1–0,4
Титан	0,02–0,08
Барий	0,002–0,08
Кальций	0,004–0,06
Магний	0,003–0,04
Железо	Остальное

Таблица 1

Химический состав твердого раствора исследуемых сталей

Сталь	Содержание элементов, мас. %		
	вольфрам	молибден	хром
Модифицированная титаном и висмутом (известная)	3,16	2,08	3,89
Модифицированная титаном, барием, кальцием, магнием (предлагаемая)	3,64	2,94	5,12

Таблица 2

Сталь	Химический состав известных и предлагаемой сталей															
	Содержание легирующих элементов, мас. %															
	C	Cr	W	Mo	V	Si	Mn	Ni	Ti	B	Ba	Ca	Mg	S	P	Fe
Предлагаемая																
1	0,81	3,7	5,1	4,7	1,72	0,3	0,10	0,10	0,02	-	0,002	0,004	0,003	0,01	0,01	ост.
2	0,85	4,0	5,9	4,8	1,96	0,5	0,20	0,32	0,06	-	0,01	0,02	0,009	0,02	0,01	ост.
3	0,89	4,3	6,2	5,6	2,05	0,7	0,40	0,40	0,08	-	0,08	0,06	0,04	0,03	0,03	ост.
4	0,80	3,7	5,0	4,8	1,71	0,2	0,16	0,14	0,01	-	0,001	0,002	0,001	0,01	0,01	ост.
5	0,89	4,4	6,4	5,5	2,12	0,8	0,42	0,44	0,13	-	0,11	0,09	0,08	0,03	0,03	ост.
Известная (прототип)																
6	0,86	3,9	5,8	5,7	1,86	0,25	0,34	0,31	0,11	0,004	-	-	-	0,02	0,02	ост.
Базовый состав																
7	0,84	4,2	5,6	5,1	1,91	0,32	0,36	0,30	-	-	-	-	-	0,03	0,02	ост.

Таблица 3

Свойства известных и предлагаемой сталей

Сталь	Свойства		
	Ударная вязкость КС, кДж/м ²	Теплостойкость, 620°С, 4 ч, НРС ₃	Стойкость, мин
Предлагаемая			
1	140	59,0	130
2	170	60,5	142
3	210	61,0	160
4	105	58,5	102
5	90	60,5	116
Известная (прототип)			
6	180	58,5	95
Базовый состав			
7	90	59,5	86

Редактор

Составитель Ф.Рудницкий

Техред М.Моргентал

Корректор И.Шмакова

Заказ 52

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101