

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 6034

(13) С1

(51)⁷ С 22С 38/50

(54)

ЛИТАЯ ШТАМПОВАЯ СТАЛЬ

(21) Номер заявки: а 19990666

(22) 1999.07.06

(46) 2004.03.30

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

(72) Авторы: Клещенак Геннадий Иванович; Цейгер Елена Николаевна; Ливенцев Владимир Евгеньевич (ВУ)

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

(57)

Литая штамповая сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, молибден, ванадий, никель, титан, кальций и железо, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит азот и церий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

углерод	0,40-0,50
кремний	0,15-0,40
марганец	0,50-0,80
хром	1,50-2,00
молибден	0,60-1,00
ванадий	0,20-0,40
никель	1,50-2,00
титан	0,05-0,15
кальций	0,03-0,10
азот	0,01-0,07
церий	0,02-0,15
железо	остальное.

(56)

ВУ 719 С1, 1995.

SU 1164307 А, 1985.

SU 1671726 А1, 1991.

SU 1167234 А, 1985.

ВУ 729 С1, 1995.

DE 4334062 А1, 1994.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления литых штампов горячего деформирования.

Известна штамповая сталь [1] состава (мас. %): углерод 0,46-0,53, кремний 0,20-0,40, марганец 0,40-0,70, хром 1,50-2,00, молибден 0,80-1,20, ванадий 0,30-0,50, никель 1,20-1,60, железо - остальное.

ВУ 6034 С1

Данная сталь не обеспечивает высокую эксплуатационную стойкость штампового инструмента при ударных нагрузках.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому эффекту является штамповая сталь [2] (мас. %): углерод 0,46-0,54, кремний 0,17-0,37, марганец 0,37-0,76, хром 0,78-1,18, молибден 0,54-1,12, никель 1,26-1,86, ванадий 0,17-0,28, титан 0,01-0,05, алюминий 0,02-0,05, бор 0,002-0,006, кальций 0,005-0,03, железо - остальное.

Недостатком известной стали в литом состоянии является ее низкая пластичность и ударная вязкость, что приводит к преждевременному выходу из строя штампового инструмента.

Задачей, решаемой изобретением, является повышение пластичности, ударной вязкости и теплостойкости литой штамповой стали при сохранении необходимого уровня прочностных характеристик.

Решение задачи достигается тем, что сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, молибден, ванадий, никель, титан, кальций и железо, дополнительно содержит азот и церий при следующем соотношении компонентов (мас. %):

углерод	0,40-0,50
кремний	0,15-0,40
марганец	0,50-0,80
хром	1,50-2,00
молибден	0,60-1,00
ванадий	0,20-0,40
никель	1,50-2,00
титан	0,05-0,15
кальций	0,03-0,10
азот	0,01-0,07
церий	0,02-0,15
железо	остальное.

Введение азота в сталь способствует формированию в жидком металле тонкодисперсных нитридов и карбонитридов, которые служат центрами кристаллизации, что приводит к измельчению дендритной неоднородности литой стали. При этом ограничивается развитие карбидной неоднородности литой структуры, что в свою очередь повышает прочность, ударную вязкость и пластичность стали. Модифицирование литой стали церием уменьшает длину и толщину осей дендритов, снижает содержание вредных примесей в металле, увеличивает плотность отливок, что способствует повышению прочности, пластичности и ударной вязкости.

Опытные плавки сталей проводили в индукционной печи типа ИСТ-006 с использованием установки электрошлакового кокильного литья типа УШ-159. Выплавленные стали с помощью специального ковша переливались в кристаллизатор установки УШ-159, где под слоем шлака осуществлялся процесс охлаждения отливок. Из полученных отливок после отжига при температуре 810-830 °С, 3 часа, охлаждение с печью до 630-640 °С, выдержка 5 часов, охлаждение с печью до 500 °С, далее на воздухе изготавливали образцы для исследования свойств сталей. Окончательная термическая обработка образцов сталей: закалка от 950-980 °С, охлаждение в масле, отпуск при 560 °С 2 часа. Теплостойкость стали оценивали по значению твердости после дополнительного отпуска при температуре 600 °С, 4 часа (T^{600}).

В табл. 1 приведены составы выплавленных сталей, включающих опытные стали и сталь состава б (прототип). В табл. 2 приведены механические свойства металла плавков.

ВУ 6034 С1

Таблица 1

Химический состав опытных сталей

№ плавки	Содержание легирующих элементов, мас. %												
	C	Si	Mn	Cr	V	Mo	Ni	Ti	Ce	N ₂	Ca	Fe	B
1	0,40	0,15	0,80	2,00	0,20	0,75	1,50	0,15	0,090	0,070	0,030	93,860	-
2	0,50	0,25	0,65	1,50	0,40	1,00	1,70	0,12	0,15	0,050	0,10	93,580	-
3	0,45	0,40	0,50	1,60	0,25	0,60	2,00	0,050	0,020	0,010	0,050	94,070	-
4	0,30	0,12	0,43	1,35	0,16	0,48	1,40	0,010	0,015	0,005	0,020	95,710	-
5	0,55	0,47	0,95	2,10	0,50	1,17	2,05	0,20	0,17	0,090	0,12	91,630	-
6 прото- тип	0,50	0,30	0,55	0,80	0,22	0,95	1,55	0,03	-	-	0,02	95,076	0,004

Таблица 2

Механические свойства выплавленных сталей

№ плавки	σ_8 , МПа	σ_{02} , МПа	δ , %	KCU, кДж/м ²	HRC	T ⁶⁰⁰ , HRC
1	1480	1370	18	370	44	42
2	1490	1350	16	350	46	43
3	1475	1340	20	380	42	40
4	1320	1290	15	400	38	36
5	1510	1440	10	300	43	42
6	1420	1300	12	310	39	36

ВУ 6034 С1

Введение легирующих добавок азота, титана, церия и кальция прежде всего влияют на пластичность, ударную вязкость и теплостойкость: стали состава 1, 2, 3 показали значительно более высокие характеристики этих свойств в сравнении со свойствами стали 6 (прототип). Уменьшение содержания легирующих элементов и вводимых добавок ниже заявленного уровня (сталь 4) приводит к существенному снижению прочности, твердости и теплостойкости литой стали, что обусловлено снижением эффекта упрочнения нитридами и карбонитридами повышенной теплостойкости. К тому же в этой стали значительно снижается положительное влияние модифицирующих добавок церия и кальция, что проявляется в увеличении неоднородности структуры. Повышение содержания всех легирующих элементов выше заявленного уровня способствует увеличению прочности и твердости литой стали после упрочняющей термообработки. Но характеристики пластичности и ударной вязкости падают до величин, близких к величинам, показанным для стали состава 6 (прототип), что связано с образованием укрупненных пластинчатых включений карбидных и карбонитридных фаз.

Таким образом, комплекс механических свойств предлагаемой стали значительно выше, чем известной. Особое значение для литых штамповых сталей имеет сочетание повышенной пластичности, ударной вязкости и теплостойкости при необходимом уровне для сталей этого класса прочности.

Источники информации:

1. Позняк Л.А., Скрынченко Ю.М., Тишаев С.И. Штамповые стали. - М.: Metallurgia, 1980. - С. 15-23, 135-147.
2. Патент ВУ 719 С1.