

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 10629

(13) С1

(46) 2008.06.30

(51) МПК (2006)

С 22С 38/24

(54)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ

(21) Номер заявки: а 20060638

(22) 2006.06.27

(43) 2008.02.28

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

(72) Автор: Федулов Владимир Николаевич (ВУ)

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

(56) ВУ а20040575, 2005.
SU 1723188 А1, 1992.
ВУ а20040160, 2005.
SU 1122742 А, 1984.
US 5207843 А, 1993.

(57)

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

| | |
|----------|------------|
| углерод | 0,60-0,70 |
| марганец | 0,6-0,9 |
| кремний | 0,8-1,1 |
| хром | 2,5-3,5 |
| ванадий | 0,1-0,2 |
| молибден | 0,5-0,9 |
| железо | остальное. |

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления режущих частей штампов холодной вырубке изделий, работающих в условиях высоких скоростей с разогревом до 350 °С и при наличии ударных нагрузок, а также для резки металлов в различном оборудовании, в том числе для рубки листового материала и прутков.

Известна сталь 7ХЗ [1] состава, мас. %: углерод - 0,65-0,75; марганец - 0,15-0,40; кремний - 0,15-0,35; хром - 3,2-3,8; остальное - железо.

Данная сталь имеет низкую ударную вязкость при твердости 59 НRC и выше, что приводит к выкрашиванию металла на режущих кромках инструмента в условиях эксплуатации, указанных выше, и выбраковке его из-за непригодности к дальнейшему использованию.

Наиболее близкой к предполагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому эффекту является сталь 6ХЗФС [2] следующего состава (мас. %): углерод - 0,56-0,62; марганец - 0,15-0,40; кремний - 0,35-0,65; хром - 2,6-3,3; ванадий - 0,2-0,35; молибден - 0,2-0,5; железо - остальное.

Указанная сталь имеет более высокую ударную вязкость из-за введения в ее состав дополнительно ванадия и молибдена, что измельчает зерно, но обеспечивает твердость только в пределах 58-59 НRC, после отпуска при 170-180 °С и к тому же при нагреве до 350-400 °С в ней развивается необратимая отпускная хрупкость I рода [3].

ВУ 10629 С1 2008.06.30

Задачей, решаемой изобретением, является повышение твердости и теплоустойчивости стали при нагреве до 350 °С при одновременном сохранении ударной вязкости и исключении развития необратимой отпускной хрупкости I рода, что необходимо для рабочих частей вырубных штампов автоматических высокоскоростных прессов, а также различного оборудования для рубки металлопроката в целях повышения производительности труда.

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

| | |
|----------|------------|
| углерод | 0,60-0,70 |
| марганец | 0,6-0,9 |
| кремний | 0,8-1,1 |
| хром | 2,5-3,5 |
| ванадий | 0,1-0,2 |
| молибден | 0,5-0,9 |
| железо | остальное. |

По сравнению с прототипом повышение содержания молибдена (0,5-0,9 %), марганца (0,6-0,9 %), кремния (0,8-1,1 %) и углерода (0,60-0,70 %), а также установление предела введения ванадия (0,1-0,2 %) способствуют в целом повышению ударной вязкости стали, ее структурной теплоустойчивости и исключают в полной мере возникновению необратимой отпускной хрупкости. Совместное влияние хрома (2,5-3,5 %) и ванадия (0,1-0,2 %) в известной степени сохраняет мелкое зерно в стали в процессе ее передела. Кремний (0,8-1,1 %) улучшает прокаливаемость и закаливаемость стали и сохраняет пластичность α -твердого раствора в мартенсите и бейните и способствует повышению отпускостойчивости структуры. Марганец при его содержании в составе эвтектоидной стали до 0,6-0,9 % повышает количество остаточного аустенита в структуре в результате закалки и уменьшает объемные изменения в результате повышения температуры нагрева до 950 °С, которая позволяет выполнить основные требования к структуре хромистых сталей: сокращение доли и размеров избыточных карбидов в основном в виде МС (а не M_7C_3 или M_6C , которые при большом содержании резко снижают ударную вязкость), чему одновременно содействует ограничение по содержанию в составе хрома. Содержание в составе стали молибдена в количестве 0,5-0,9 %, благодаря его положительному влиянию на состояние приграничных слоев зерна, значительно повышает вязкость структуры из-за подавления образования карбидов хрома на стыке зерен во время отпуска и одновременно способствует повышению теплоустойчивости составляющих компонентов структуры наряду с наличием в составе стали ванадия и хрома. Для получения необходимых свойств термоупрочненной стали допускается в ее составе наличие следующих примесей: никель - не более 0,25 %, медь - не более 0,25 %, сера и фосфор - не более 0,25 % каждого.

В общем случае закалка с температуры нагрева 950 °С в масло новой стали обеспечивает получение твердости в пределах 59-60 HRC после отпуска при 180 °С, 2 ч, ударную вязкость - 0,30-0,40 МДж/м² и твердость после отпуска при 350 °С в пределах 56-57 HRC, а ударную вязкость - 0,35-0,42 МДж/м².

В табл. 1 приведены примеры конкретного выполнения заявляемой инструментальной стали, аналога и прототипа, а также сталей, по химическому составу выходящих за рамки заявляемого. В табл. 2 приведены результаты определения механических свойств (твердость, ударная вязкость) и теплостойкости после нагрева при 350 °С в течение 2 ч.

Для новой стали характерно значительное повышение твердости при сохранении ударной вязкости на уровне прототипа и значительно выше аналога (после отпуска при 180 °С), а также значительный выигрыш в свойствах после дополнительного нагрева при 350 °С в течение 2 ч, в частности и сохранение высокой ударной вязкости в сочетании с необходимой твердостью по сравнению с прототипом и аналогом. Одновременно рабочие части высокоскоростных штампов по вырубке деталей из латунной ленты (марка ЛБ3) по-

ВУ 10629 С1 2008.06.30

казали более высокую (в 1,3-1,5 раза) по сравнению с такими же, но изготовленными из стали аналога и прототипа.

Таблица 1

Химический состав сталей

| № № п/п | Содержание легирующих элементов, % мас. | | | | | | Содержание железа, мас. % |
|---------------|-----------------------------------------|------|------|-----|------|------|------------------------------|
| | С | Mn | Si | Cr | V | Mo | |
| 1 аналог | 0,68 | 0,24 | 0,18 | 3,5 | - | - | 95,4 |
| 2 прототип | 0,58 | 0,3 | 0,55 | 2,9 | 0,25 | 0,4 | 95,02 |
| 3 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 3,5 | 0,1 | 0,5 | 93,90 |
| 4 | 0,65 | 0,76 | 0,93 | 3,0 | 0,15 | 0,71 | 93,74 |
| 5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 2,5 | 0,2 | 0,9 | 93,70 |
| 6 | 0,55 | 0,56 | 0,5 | 4,0 | 0,05 | 0,15 | 94,19 |
| 7 | 0,75 | 1,1 | 1,5 | 2,0 | 0,35 | 1,0 | 93,30 |

Таблица 2

Механические свойства сталей у образцов размерами 150×50×150 мм

| № № п/п | Значения механических свойств после термического упрочнения: 950 °С, 1,5 ч, масло + отпуск 180 °С, 2,5 ч | | Теплостойкость после дополнительного нагрева 350 °С, 2 ч |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| | Твердость, HRC | Ударная вязкость, МДж/м ² | Твердость, HRC ударная вязкость, МДж/м ² |
| 1 | 58-59 | 0,10-0,14 | <u>57</u> 0,10 – 0,13 |
| 2 | 58 | 0,30-0,35 | <u>56</u> 0,10 – 0,23 |
| 3 | 58,5-59,5 | 0,32-0,38 | <u>56,5 – 57</u> 0,35 – 0,38 |
| 4 | 59-59,5 | 0,34-0,40 | <u>57</u> 0,36 – 0,4 |
| 5 | 59-60 | 0,3-0,35 | <u>57</u> 0,32 – 0,36 |
| 6 | 57-57,5 | 0,35-0,38 | <u>56</u> 0,14 – 0,28 |
| 7 | 58-59 | 0,32-0,34 | <u>56 – 57</u> 0,38 – 0,42 |

Таким образом показано, что механические и эксплуатационные свойства стали предлагаемого химического состава выше, чем у аналога и прототипа.

Использование предполагаемого состава штамповой стали позволяет решить поставленную цель в полном объеме.

ВУ 10629 С1 2008.06.30

Источники информации:

1. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Металлургия, 1989. - С. 394.
2. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. - М.: Металлургия, 1983. - С. 16.
3. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. - М.: Металлургия, 1983. - С. 283.