

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21420

(13) С1

(46) 2017.10.30

(51) МПК

C 22C 38/02 (2006.01)

C 22C 38/04 (2006.01)

C 22C 38/22 (2006.01)

C 22C 38/24 (2006.01)

(54)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ

(21) Номер заявки: а 20140677

(22) 2014.12.05

(43) 2016.08.30

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

(72) Автор: Федулов Владимир Николаевич (ВУ)

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

(56) ГЕЛЛЕР Ю.А. Инструментальные стали. - М.: Металлургия, 1983. - С. 16.

ВУ 12313 С1, 2009.

ВУ 17311 С1, 2013.

ВУ 8655 С1, 2006.

US 5207843 А, 1993.

EP 0395477 А1, 1990.

RU 2041968 С1, 1995.

(57)

Инструментальная сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, вольфрам и железо, отличающаяся тем, что дополнительно содержит ванадий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|----------|------------|
| углерод | 0,4-0,5 |
| кремний | 0,90-1,25 |
| марганец | 0,15-0,40 |
| хром | 2,0-3,5 |
| вольфрам | 2,5-3,5 |
| ванадий | 0,5-1,1 |
| железо | остальное. |

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей штампов горячей высадки стального крепежа с потайной головкой под шестигранный ключ более 12 мм.

Известна инструментальная сталь ХВ4 [1] состава (мас. %): углерод - 1,25-1,45, кремний - 0,15-0,35, марганец - 0,15 - 0,4, хром - 0,4-0,7, вольфрам - 3,5-4,3, ванадий - 0,15-0,3, железо - остальное.

Данная сталь имеет низкую теплостойкость, и используется для изготовления инструмента холодной обработки металлов, и не применяется для изготовления штампов горячего формообразования из-за низкой теплостойкости.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по химическому составу и достигаемому эффекту является инструментальная сталь 5ХВ2С [2] состава (мас. %): углерод - 0,45-0,55, кремний - 0,55-0,8, марганец - 0,15-0,40, хром - 1,0-1,3, вольфрам - 2,0-2,5, железо - остальное.

ВУ 21420 С1 2017.10.30

ВУ 21420 С1 2017.10.30

Указанная сталь после закалки с 850 °С в масло и отпуска используется для инструмента холодной обработки металлов и не применяется при изготовлении штампов горячего прессования из-за недостаточной теплостойкости.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является повышение теплостойкости стали для повышения износостойкости штампов при высадке стальных крепежа, когда разогрев поверхности рабочих частей при эксплуатации составляет 650 °С и кратковременно до 675 °С.

Решение задачи достигается тем, что инструментальная сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, хром, вольфрам и железо, дополнительно содержит ванадий при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|----------|------------|
| углерод | 0,4-0,5 |
| кремний | 0,9-1,25 |
| марганец | 0,15-0,40 |
| хром | 2,0-3,5 |
| вольфрам | 2,5-3,5 |
| ванадий | 0,5-1,1 |
| железо | остальное. |

В табл. 1 приведены химические составы сталей, полученных в результате выплавки опытных образцов при проведении исследований, а в табл. 2 - результаты испытаний механических свойств заготовок Ø 38×125 мм всех этих сталей после термического упрочнения: закалка с нагревом при 1140 °С, выдержка 1,5 ч, охлаждение в масле + отпуск, в той же последовательности.

Таблица 1

| №№ п.п. | Содержание легирующих элементов, мас.% | | | | | | |
|--------------|--|------|------|-----|-----|-----|-------|
| | C | Si | Mn | Cr | W | V | Fe |
| 1 (прототип) | 0,55 | 0,55 | 0,35 | 1,2 | 2,3 | - | 95,05 |
| 2 | 0,45 | 0,90 | 0,35 | 3,5 | 2,9 | 0,5 | 91,40 |
| 3 | 0,50 | 1,06 | 0,40 | 2,5 | 3,5 | 1,1 | 90,94 |
| 4 | 0,40 | 1,25 | 0,15 | 2,0 | 2,5 | 0,7 | 93,00 |
| 5 | 0,35 | 1,35 | 0,10 | 1,7 | 4,0 | 0,4 | 92,10 |
| 6 | 0,61 | 0,56 | 0,53 | 3,9 | 2,0 | 1,2 | 91,20 |

Таблица 2

| №№ п.п. | Значения механических свойств | | |
|---------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | после отпуска 650 °С, 2 ч | | после отпуска, 675 °С, 2 ч |
| | твердость, HRC (замер на поверхности) | ударная вязкость KCU, МДж/м ² (не менее) | твердость, HRC (замер на поверхности) |
| 1 | 46-48 | 0,45 | 42-43 |
| 2 | 50-51 | 0,38 | 46-47 |
| 3 | 50-51 | 0,42 | 45,5-46,5 |
| 4 | 49-50 | 0,43 | 45,5-46 |
| 5 | 48-49 | 0,48 | 45-46 |
| 6 | 47-48 | 0,40 | 44-45 |

Увеличение по сравнению с прототипом в составе стали содержания хрома, вольфрама и кремния, а также одновременное введение ванадия и лимитирование содержания углерода способствует получению после закалки и повышения температуры высокого отпуска до 650 °С в течение 2 ч инструмента с требуемой структурой стали, обеспечивающей выигрыш в свойствах, разгаростойкости и теплостойкости. Закалка с температурой нагрева 1140 °С (выдержка в течение 0,5-1 ч в зависимости от толщины сечения) и

ВУ 21420 С1 2017.10.30

охлаждение в масле позволяют получить в структуре стали после окончательного отпуска при 650 °С достаточно теплостойкий перлит и высокотвердые за счет установленного содержания хрома, вольфрама, ванадия и кремния в указанном диапазоне вторичные карбиды (все вместе - высоколегированная матрица) с равномерно распределенными в матрице (без присутствия по границам зерен) первичными карбидами типа МС и М₆С, сохранившимися после нагрева под закалку и охлаждения в масле и легированными в достаточном количестве вольфрамом, хромом и ванадием, что и обеспечивает повышение теплостойкости.

Общим итогом создания заявляемого состава инструментальной стали явилось повышение стойкости штампов для горячей высадки стального крепежа за счет повышения теплостойкости структуры. Видно, что дополнительное легирование стали, взятой в качестве прототипа (пример 1) хромом, вольфрамом и кремнием и введение ванадия с одновременным лимитированием содержания углерода (примеры 2, 3, 4) позволило при сохранении высокой твердости значительно повысить теплостойкость структуры стали заявляемого состава при температуре последнего отпуска 650 °С в течение 2 ч и даже 675 °С в течение 2 ч.

Штампы, изготовленные из стали заявленного состава, в результате проведения сравнительных испытаний показали возможность их длительного использования при горячей высадке потайной головки стального крепежа под шестигранный ключ размером выше 12 мм и превзошли результаты использования стали - прототипа более чем в 3 раза.

Источники информации:

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. 5 изд. - М.: Металлургия, 1983. - С. 15.
2. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. 5 изд. - М.: Металлургия, 1983. - С. 16.