

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 12313

(13) С1

(46) 2009.08.30

(51) МПК (2006)
С 22С 38/46

(54)

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СТАЛЬ

(21) Номер заявки: а 20080461

(22) 2008.04.10

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

(72) Автор: Федулов Владимир Николаевич (ВУ)

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

(56) Марочник сталей и сплавов.- М.: Машиностроение, 1989.- С. 411.

JP 01062444 А, 1989.

ВУ 8655 С1, 2006.

RU 2287603, 2006.

SU 1583461 А1, 1990.

SU 1122742 А, 1984.

JP 03075330 А, 1991.

(57)

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

| | |
|----------|------------|
| углерод | 0,35-0,55 |
| кремний | 0,4-1,2 |
| марганец | 0,4-0,8 |
| хром | 2,0-3,5 |
| никель | 0,65-1,50 |
| молибден | 0,35-1,20 |
| ванадий | 0,3-0,5 |
| железо | остальное. |

Изобретение относится к области металлургии, в частности к инструментальным сталям, используемым для изготовления рабочих частей штампов горячей обработки металлов, а также другого инструмента, работающего в условиях разогрева рабочей поверхности до температуры 600 °С и воздействия ударных нагрузок.

Известна штамповая сталь 5ХНМ [1] состава (мас. %): углерод 0,5-0,6; кремний - 0,1-0,4; марганец - 0,5-0,8; хром - 0,5-0,8; никель - 1,4-1,8; молибден - 0,15-0,3; железо - остальное.

Данная сталь имеет низкую износостойкость при работе штампов с разогревом рабочей поверхности выше 500 °С из-за смятия гравюры и возникновения разгарных трещин по причине низкой твердости и теплостойкости (табл. 1 и 2, п. 1).

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению по химическому составу и достигаемому эффекту является инструментальная сталь 27Х2Н2М1Ф [2] состава (мас. %): углерод - 0,25-0,3; кремний - 0,17-0,37; марганец - 0,50-0,80; хром - 2,0-2,5; никель - 1,4-1,8; молибден - 0,80-1,0; ванадий - 0,2-0,3; железо - остальное.

ВУ 12313 С1 2009.08.30

Указанная сталь после закалки в масло и высокого отпуска имеет все же недостаточный уровень твердости из-за малого содержания углерода и хрома в ее составе, что не позволяет достигнуть нужной стойкости штампов горячей деформации по причине смятия гравюры, так как в структуре образуется мало вторичных карбидов.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является значительное возрастание твердости и теплостойкости стали при одновременном сохранении необходимой ударной вязкости для повышения износостойкости штампов горячего формообразования металлических изделий или другого инструмента.

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

| | |
|----------|------------|
| углерод | 0,35-0,55 |
| кремний | 0,4-1,2 |
| марганец | 0,4-0,8 |
| хром | 2,0-3,5 |
| никель | 0,65-1,5 |
| молибден | 0,35-1,2 |
| ванадий | 0,3-0,5 |
| железо | остальное. |

В табл. 1 приведены результаты выплавки апробированных сталей при проведении исследований (аналог № 1, прототип № 2, заявляемые составы стали № 3, 4, 5 и составы стали, выходящие за пределы заявляемых рамок, № 6 и 7), а в табл. 2 - уже результаты испытаний всех этих сталей в той же последовательности.

Таблица 1

Химический состав исследуемых сталей

| № п/п | Содержание легирующих элементов, мас. % | | | | | | | |
|-------|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | V | Fe |
| 1 | 0,52 | 0,19 | 0,63 | 0,71 | 1,5 | 0,16 | - | 96,29 |
| 2 | 0,28 | 0,22 | 0,65 | 2,1 | 1,6 | 0,82 | 0,15 | 94,18 |
| 3 | 0,35 | 1,2 | 0,6 | 2,2 | 1,5 | 1,2 | 0,3 | 92,65 |
| 4 | 0,55 | 0,4 | 0,4 | 3,5 | 0,65 | 0,35 | 0,42 | 93,73 |
| 5 | 0,44 | 0,83 | 0,8 | 2,9 | 1,09 | 0,79 | 0,5 | 92,65 |
| 6 | 0,32 | 1,35 | 0,36 | 3,7 | 0,55 | 1,31 | 0,24 | 92,17 |
| 7 | 0,61 | 0,36 | 0,93 | 2,0 | 1,59 | 0,3 | 0,61 | 93,60 |

Таблица 2

Механические свойства сталей после термического упрочнения (закалка: 950 °С, выдержка 1,5 ч, охлаждение в масле + отпуск) заготовок Ø 135x125 мм. Замер твердости на поверхности

| № п/п | Значения механических свойств | | | |
|-------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | После отпуска 550 °С, 2 ч | | После отпуска 600 °С, 2 ч | |
| | Твердость, HRC ₃ | KCU, МДж/м ² | Твердость, HRC ₃ | Примечание |
| 1 | 38-40 | 0,42-0,59 | 27-28 | закалка с нагревом при 850 °С |
| 2 | 42-43 | 0,40-0,54 | 38-39 | - |
| 3 | 47-48 | 0,41-0,46 | 43-44 | - |
| 4 | 47-48 | 0,42-0,50 | 43-44 | - |
| 5 | 46-48 | 0,40-0,48 | 43 | - |
| 6 | 48-49 | 0,35-0,42 | 44 | - |
| 7 | 46 | 0,43-0,55 | 42 | - |

ВУ 12313 С1 2009.08.30

Увеличение содержания хрома, ванадия и углерода в составе стали при сохранении достаточного количества никеля, молибдена, марганца и кремния способствует получению после закалки и высокого отпуска инструмента с требуемой структурой стали. Закалка с температурой нагрева 920-980 °С (выдержка в течение 1,5-2 ч) и охлаждением в масле позволяет получить в структуре стали троостит или бейнит и достаточное количество равномерно распределенных износостойких первичных карбидов типа МС, легированных кроме хрома еще молибденом и ванадием. Высокий отпуск, сохраняя в структуре первичные карбиды, способствует образованию износостойкого легированного перлита, состоящего из вторичных теплостойких карбидов типа M_3C , содержащих дополнительно молибден, ванадий и кремний, и легированного теплостойкого феррита с присутствием в его составе никеля, молибдена, ванадия и кремния [3]. Общим итогом создания заявляемого состава инструментальной стали явилось значительное повышение стойкости штампов горячего формообразования за счет повышения твердости и теплостойкости и сохранения ударной вязкости на необходимом уровне, что позволило использовать ее для изготовления как прессовых, так и молотовых штампов, разогреваемых в процессе эксплуатации до 600 °С.

Видно, что дополнительное легирование стали, взятой в качестве прототипа, углеродом и хромом позволило значительно повысить твердость и теплостойкость, а следовательно, и износостойкость стали заявляемого состава, при сохранении ударной вязкости в нужном пределе.

Штампы, изготовленные из стали заявленного состава, при горячей штамповке металлоизделий в результате проведения сравнительных испытаний показали стойкость в 1,5-2 раза выше, чем штампы из стали-прототипа.

Источники информации:

1. Марочник стали и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина.- М.: Машиностроение, 1989.- С. 397-399.
2. Марочник стали и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина.- М.: Машиностроение, 1989.- С. 411-412.
3. Геллер Ю.А. Инструментальные стали.- М.: Metallurgia, 1983.- С. 63-67.