

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **4588**  
(13) **C1**  
(51)<sup>7</sup> **C 23C 8/00,**  
**C 23C 8/22**

(54) **СПОСОБ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ  
ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ**

(21) Номер заявки: а 19980716  
(22) 1998.07.27  
(46) 2002.09.30

(71) Заявитель: Гомельский государственный  
технический университет им.П.О. Сухого (ВУ)  
(72) Авторы: Кенько В.М; Степанкин И.Н.; Гузов  
С.Н.; Бобиков В.И.; Пинчуков В.Ф.; Выгляд  
В.М. (ВУ)  
(73) Патентообладатель: Гомельский государ-  
ственный технический университет им.  
П.О.Сухого (ВУ)

(56)  
БЕЛЬСКИЙ Е.И. и др. Химико-термическая обработка инструментальных материалов. -Наука и техника. 1986. - С. 15, RU 2016135 C1, 1994, RU 2087550 C1, 1997, RU 2025537 C1, 1994, RU 2037556 C1, 1995, SU 986964, 1979, EP 0532386 A1, 1993, JP 01015357 A, 1989.

(57)  
1. Способ упрочняющей обработки изделий из быстрорежущей стали, включающий трехступенчатую термообработку путем последовательного проведения предварительного подогрева, аустенизации и окончательного нагрева под закалку, закалку и трехкратный отпуск при температуре дисперсионного твердения, **отличающийся** тем, что в процессе осуществления аустенизации проводят газовую цементацию в среде природного газа.  
2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что газовую цементацию проводят в диапазоне 900-1000 °С в течение 8-10 часов.  
3. Способ по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что окончательный нагрев под закалку проводят до возникновения в стали 10-12 балла действительного зерна аустенита.

Изобретение относится к металлургии, а более конкретно - к способам упрочняющей обработки изделий из быстрорежущих сталей, и может быть использовано для повышения износостойкости работающего в условиях высоких контактных нагрузок инструмента посредством химико-термической обработки.

Известен способ обработки инструмента из быстрорежущих сталей, заключающийся в проведении трехступенчатой термообработки путем последовательного осуществления предварительного подогрева, аустенизации и окончательного нагрева под закалку, собственно закалки и трехкратного отпуска при температуре дисперсионного твердения [1, стр. 331, стр. 403].

Недостатком данного способа является неудовлетворительная износостойкость, а также пониженная контактная и объемная усталость металла в условиях высоких нормальных пульсирующих напряжений, возникающих в инструменте для холодной обработки металлов давлением.

Наиболее близким к заявляемому способу упрочняющей обработки быстрорежущей стали является известный способ газовой цементации, согласно которому проводят науглероживание поверхности при 950 °С в течение 15 часов и последующую закалку с температуры насыщения, с последующим однократным отпуском при температуре 200 °С [2]. После обработки в структуре поверхностного слоя содержится достаточно большое количество карбидов округлой формы. Глубина науглероженного слоя превышает 1,5 мм.

Недостатком данного способа является неудовлетворительная жесткость металла, обусловленная пониженной прочностью хрупкого упрочненного слоя толщиной более 1,5 мм и твердостью 62-64HRC, расположенного на подложке твердостью 52-54HRC, которая не может эффективно противостоять контактному смятию, что приводит к деформации сердцевины металла и растрескиванию поверхностного слоя.

# ВУ 4588 С1

Причина неудовлетворительной жесткости сердцевины заключается в ее низкой твердости, обусловленной тем, что в описанном режиме не задействован механизм дисперсионного твердения, основанный на максимальном растворении карбидных частиц в аустените при нагреве под закалку на 10...12 балл зерна, и последующем дисперсионном твердении при температуре отпуска 550-560 °С [1, стр. 323].

Задачей настоящего изобретения является обеспечение повышения износостойкости изделий из быстрорежущей стали, например инструмента для холодной высадки и выдавливания, с достижением высокой контактной и объемной усталости за счет формирования в поверхностном слое мелкодисперсной карбидной фазы. Концентрация указанной фазы плавно изменяется от поверхности к подложке, а толщина упрочненного слоя в готовом изделии, как правило, не превышает 0,4-0,6 мм при получении сердцевины, обладающей оптимальной жесткостью и прочностью.

Данная задача решается тем, что в известном способе, включающем трехступенчатую термообработку стали путем последовательного проведения предварительного подогрева, аустенизации и окончательного нагрева - под закалку, собственно закалку и трехкратный отпуск при температуре дисперсионного твердения, согласно изобретению, в процессе осуществления аустенизации, проводят газовую цементацию стали в среде природного газа, при этом газовую цементацию ведут в диапазоне температур 900-1000 °С в течение 8-10 часов, а окончательный нагрев стали под закалку осуществляют до возникновения в ней 10-12 балла действительного зерна аустенита.

Благодаря проведению газовой цементации в процессе аустенизации достигается увеличение износостойкости вследствие создания условий для формирования в поверхностном слое повышенной концентрации карбидной фазы, обладающей высокой твердостью, а также предела выносливости, что обусловлено созданием в наружном слое остаточных напряжений сжатия.

В результате проведения газовой цементации при температурах 900...1000 °С в течение 8...10 часов обеспечивается достижение толщины науглероженного слоя в пределах 0,5...0,8 мм. Осуществление окончательного нагрева стали под закалку до возникновения в ней 10-12 балла действительного зерна аустенита позволяет достичь твердости поверхностного слоя HRC65-66 и сердцевины HRC55-63, обладающей за счет этого повышенной жесткостью.

Таким образом, обработка по предлагаемому способу обеспечивает плавное изменение твердости от поверхности к сердцевине, твердость которой достигает значений, позволяющих получить удовлетворительное сопротивление пластической деформации при сохранении высокой прочности, а свойства поверхности не оказывают существенного влияния на прочность металла за счет невысокой толщины (0,4-0,6 мм) упрочненного слоя в готовом изделии.

## **Пример 1.**

Проводили упрочняющую обработку партии обесечных пуансонов для обрубки облоя с головки болтов рельсовых креплений M22×70 и M22×140, изготовленных из стали P6M5. Пуансоны подвергали трехступенчатой термообработке путем последовательного проведения предварительного подогрева до температуры 400-450 °С в камерной печи, после чего помещали в герметично закрытую шахтную печь, где одновременно с аустенизацией проводили цементацию при температуре 950 °С. По истечении 9-ти часового науглероживания проводили нагрев под закалку в соляной ванне и закалку. Трехкратный отпуск проводили при температуре 550-560 °С с началом первого отпуска не позднее чем через 0,5 часа после полного охлаждения при закалке. Очистку поверхности металла после упрочнения проводили пескоструйной обработкой, после чего осуществляли окончательную доводку рабочей поверхности инструмента тонкой шлифовкой, снимая не более 0,2 мм металла.

Для получения сравнительных данных аналогичные партии обесечных пуансонов обрабатывали по стандартной технологии и по известному способу. Далее каждая партия пуансонов подвергалась испытаниям на стойкость, которую определяли при высадке болтов на холодновысадочном автомате BV-6 фирмы NEDSHROEF HERENTALS. О стойкости судили по количеству болтов, обесеченных одним пуансоном. Данные испытаний сведены в таблицу.

# BY 4588 C1

Способ обработки	Температура аустенизации, °С	Балл зерна, получаемый окончательным нагревом под закалку.	Количество болтов, обработанных одним пуансоном, шт.	Толщина упрочненного слоя в готовом изделии, мм.	Твердость, HRC	
					поверхности	сердцевины
Обработка по стандартной технологии	840-850	10	1000-5000	-	62-63	62-63
Обработка по прототипу Обработка по предлагаемому способу	950	-	4000-4500	>1,5	62-64	52-54
	950	10	5500	0,4...0,6	65-66	62-63
	950	11	6000-6500	0,4...0,6	65-66	60-61
	950	12	4000-5000	0,4...0,6	65-66	55-57

Анализ данных таблицы показал, что при испытании пуансонов, обработанных по заявляемому способу, по сравнению с пуансонами, обработанными по стандартной технологии и известному способу, имеет место наибольшее увеличение стойкости для пуансонов, сердцевина которых имеет 11 балл зерна и твердость HRC 60-61 с упрочненным слоем толщиной 0,4-0,6 мм и твердостью HRC 65-66. В среднем это увеличение составляет в 1,8 раза.

## Пример 2.

Проводили упрочняющую обработку изготовленных из стали 11P3AM3Ф2А пуансонов для обратного выдавливания ниппеля шлангового держателя Н 036.83.002. Обработку пуансонов проводили по стандартной технологии, по известному способу и по предлагаемому способу. При этом стойкость пуансонов, обработанных по известному способу, оказалась в два раза меньшей, чем у пуансонов, закаленных по стандартной технологии на твердость HRC62...63.

В то же время пуансоны, обработанные по предлагаемому способу (упрочненный слой толщиной 0,4...0,6 мм, твердость HRC64...65, твердость сердцевины HRC61...62), обладали стойкостью в 1,15-1,2 раза большей, чем пуансоны, обработанные по стандартной технологии.

Таким образом заявляемый способ по сравнению с известными способами обеспечивает увеличение износостойкости быстрорежущих сталей и, как следствие, повышение стойкости изготовленных из них инструментов.

Источники информации:

1. Геллер Ю.А. Инструментальные стали: Справочник. - М.: Металлургия, 1984. - С. 323, 331, 403.
2. Бельский Е.И., Ситкевич М.В., Понкратин Е.И., Стефанович В.А. Химико-термическая обработка инструментальных материалов. - Мн.: Наука и техника, 1986. - С. 15.