

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Кенько В.М., Степанкин И.Н.

*Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого*

Повышение эксплуатационных свойств инструмента, рабочая поверхность которого работает в условиях циклических нагрузок и контактного трения, возможно за счет модифицирования поверхностных рабочих слоев. Одним из путей является диффузионное упрочнение рабочих поверхностей, которое позволяет повысить выносливость и износостойкость материала.

Эффективным способом повышения стойкости холодновысадочной оснастки является науглероживание рабочей поверхности штампа [1, 2]. Цементованный слой толщиной порядка 1 мм, сформированный над сердцевиной повышенной вязкости и прочности, обеспечивает повышение усталостной долговечности до величин сравнимых с таковыми при карбонитридном упрочнении на глубину до 0,4 мм и более [3]. С увеличением содержания легирующих элементов в инструментальных сталях повышается износостойкость и твердость цементованного слоя, что особенно благоприятно сказывается на работоспособности инструмента эксплуатируемого в условиях контактного и абразивного трения, [1]. Так, науглероживание пуансонов обратного выдавливания из стали Р6М5 на глубину 1,5 мм, их последующая закалка с температуры насыщения (900-1000°C) и отпуск при температуре 200°C обеспечили возникновение упрочненного слоя твердостью до 64 HRC<sub>э</sub> [2]. Твердость сердцевины составила 52-54 HRC<sub>э</sub>. В результате значительно повышена стойкость инструмента за счет снижения интенсивности износа рабочего пояса пуансонов без поломок самого пуансона. Однако следует отметить, что наибольший эффект при упрочнении по данной технологии отмечается при определенном сочетании толщины упрочненного слоя с размерами самой детали. В случаях, когда эквивалентные напряжения в рабочих слоях инструмента достигали величины 2000 МПа и более происходило разрушение хрупкого упрочненного слоя толщиной 1,5 мм и твердостью 63-64 HRC<sub>э</sub> из-за пластической деформации сердцевины, которая при твердости 52-54 HRC<sub>э</sub> не может эффективно противостоять контактному смятию. Причина недостаточной жесткости сердцевины заключается в её 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, обеспечивающий рост действительного зерна аустенита до размеров, соответствующих 10-12 баллу и последующее дисперсионное твердение при температуре отпуска [4].

Для повышения твердости и жесткости сердцевины были внесены изменения в описанный выше способ цементации [5]. Инструмент подвергали предварительному подогреву в камерной печи при температуре 425 + 10 °С. Аустенизацию (второй подогрев) совмещали с газовой цементацией, проводимой в среде природного газа при температуре 950 °С в течение 8-10 часов. Сразу после окончания насыщения

инструмент нагревали под закалку до образования в нем зерна размером соответствующим 10-12 баллу. После закалки и трех отпусков при температуре 550-560 °С твердость сердцевин составляла 55-63 HRCэ в зависимости от температуры нагрева под закалку (табл. 1). Параметры упрочненного слоя и стойкость обесечных пуансонов для удаления облоя с головок болтов железнодорожного крепежа М22С70, М22С140 приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние способа обработки обесечных пуансонов на их стойкость

| Способ обработки                    | Температура аустенизации, °С | Балл зерна, получаемый окончательным нагревом под закалку. | Количество болтов обработанных одним пуансоном, шт. | Толщина упрочнённого слоя в готовом изделии, мм | Твёрдость, HRC |            |
|-------------------------------------|------------------------------|--|---|---|----------------|------------|
|                                     |                              |  |   |   | Поверхности    | Сердцевины |
| Обработка по стандартной технологии | 840-850                      | 10   | 1000-5000   | -   | 62-63          | 62-63      |
| Обработка по прототипу              | 950                          | -  | 4000-4500   | >1,5  | 62-64          | 52-54      |
| Обработка по предлагаемому способу  | 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      |

Производственные испытания проведены на примере обесечных пуансонов для удаления облоя с головок болтов железнодорожного крепежа М22С70, М22С140 (рис. 1 а) и пуансонов обратного выдавливания ниппеля шлангового держателя (рис. 1 б). В первом случае использовали быстрорежущую сталь Р6М5, во втором – 11 РЗАМЗФ2А.



Рис. 1 Холодновысадочная оснастка: обесечной пуансон (а) и пуансон обратного выдавливания ниппеля шлангового держателя (б).

Сравнивали стойкость трех партий инструмента: первая – без упрочнения, вторая – упрочненная по технологии предложенной в [1], третья по способу предложенному авторами.

В итоге, при испытании обесечных пуансонов (табл.1), обработанных по предлагаемому способу, по сравнению с другими образцами, имеет место наибольшее увеличение стойкости инструмента, сердцевина которого имеет 11 балл зерна и твердость HRCэ 60-61 с упрочненным слоем толщиной 0,4-0,6 мм и твердостью HRCэ 65-66. В среднем это увеличение составляет в 1,8 раза.

Пуансоны обратного выдавливания ниппеля шлангового держателя, обработанные по технологии предложенной в [1], показали более низкую стойкость на всех испытанных деталях данного класса (табл.2).

Таблица 2  
Влияние способа обработки пуансонов обратного выдавливания на их стойкость

| Способ обработки                    | Температура аустенизации, °С | Балл зерна, получаемый окончательным нагревом под закалку | Относительная стойкость | Толщина упрочнённого слоя в готовом изделии, мм | Твёрдость, HRC |            |
|-------------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|---|----------------|------------|
|                                     |                              |   |                         |   | Поверхности    | Сердцевины |
| Обработка по стандартной технологии | 840-850                      | 10  | 1,0                     | -   | 62 – 63        | 62 – 63    |
| Обработка по способу [1]            | 950                          | -   | 0,5-0,6                 | >1,5  | 62 – 64        | 52 – 54    |
| Обработка по предлагаемому способу  | 950                          | 10  | 1,0 – 1,1               | 0,4...0,6                                       | 65 – 66        | 62 – 63    |
|                                     | 950                          | 11  | 1,2 – 1,3               | 0,4...0,6                                       | 65 – 66        | 60 – 61    |
|                                     | 950                          | 12  | 0,8 – 1,0               | 0,4...0,6                                       | 65 – 66        | 55 – 57    |

Пуансоны, обработанные по предлагаемому способу (упрочнённый слой толщиной 0,4...0,6 мм, твёрдость HRC64...65, твёрдость сердцевины HRC61...62), обладали стойкостью в 1,15-1,2 раза выше, чем пуансоны, обработанные по стандартной технологии.

Инструмент, упрочненный науглероживанием, имеет жесткий поверхностный слой, состоящий из большого количества мелких и твердых глобулярных карбидных частиц (рис. 2). Суммарная площадь поверхности включений, вовлеченных во взаимодействие с заготовкой возрастает, что способствует повышению износостойкости инструмента.

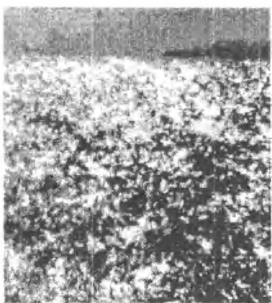


Рис. 2. Микроструктура стали Р6М5, упрочнённой посредством науглероживания поверхности на глубину 0,4-0,5 мм (×100).

#### Литература

1. Химико-термическая обработка инструментальных материалов / Е.И.Бельский, М.В.Ситкович, Н.И.Понкратии, В.А.Стефанович.– Минск: Наука и техника, 1986.– 247 с.
2. Лахтин Ю.М., Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов.– М.: Металлургия, 1985.– 256 с.
3. Богумил П. Нитроцементация.– Ленинград: Машиностроение, 1969.– 212 с.
4. Геллер Ю.А. Инструментальные стали: Справочник.– М.: Металлургия, 1984.– 584 с.
5. Патент РБ № 4581 МПК С23С 8/00. Способ упрочняющей обработки быстрорежущей стали / В.М.Кенько, И.Н.Степанкин, С.Н.Гузов, В.И.Бобиков, В.Ф.Пинчуков, В.М.Выгляд.– № а 19980716; Заявл. 27.07.1998; Опубл. 30.09.2002 // Афіцыйны бюлетэнь Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь.– 2002.– № 3