

УДК 621.791.92

## **Исследование фазового состава быстрорежущей стали после нитроцементации**

Студенты гр. 104513 Шахно А.А., Холод А.Г.

Научный руководитель - Стефанович А.В.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Целью данной работы является исследование фазового состава отходов быстрорежущей стали (ОБС) после нитроцементации.

ОБС толщиной 10...50 мкм и линейными размерами 100...400 мкм подвергали нитроцементации в порошковых смесях на основе угля и азотосодержащих солей при температурах 550, 600, 860°С в течении 1,4 часов. Насыщение при температуре 550°С обеспечивает преимущественное насыщение азотом; 600°С приблизительно равное насыщение азотом и углеродом; 860°С преимущественное насыщение углеродом. ОБС после нитроцементации подвергали размолу с целью устранения влияния поверхностного слоя на результаты исследования. Так после нитроцементации при температуре 550°С на поверхности образуется

белая фаза (рис. 1а), которая может исказить результаты исследования. При нитроцементации 860 С происходит сквозное насыщение ОБС и структура по сечению стружки практически одинаковая (рис. 1б).

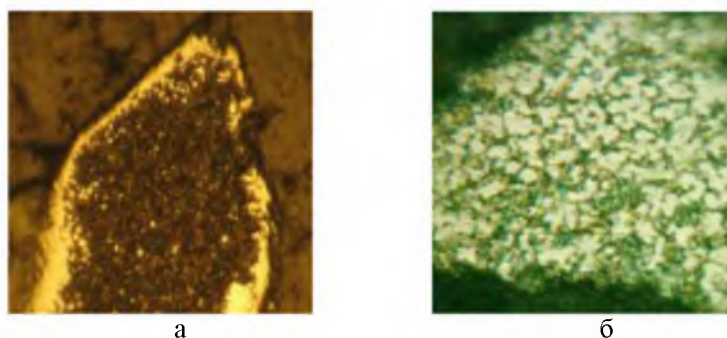


Рисунок 1 – Микроструктура ОБС после нитроцементации 550 С (а) и 860 С (б) x500

Рентгеноструктурный анализ проводили на аппарате ДРОН-3 с медным излучением. Съемку проводили под углами 23...90°. Расшифровку рентгенограмм проводили по общепринятой методике [1] используя каталог Power diffraction file Compiled by the JCPDS. Считали, что фаза присутствует в структуре, если на рентгенограммах присутствовало не менее трех линий с максимальной интенсивностью.

В результате расшифровки рентгенограмм были определены следующие фазы (рис 2). В ОБС не подвергнутых химико-термической обработке обнаружены фазы  $\alpha$ -Fe и карбидов  $M_6C$ . После нитроцементации 860 С в течении 1 часа дополнительно к линиям  $\alpha$ -Fe и  $M_6C$  появляются линии с низкой интенсивностью цементита  $Fe_3C$  соответствующие углам  $2\theta = 45,065^\circ$ ;  $2\theta = 45,872^\circ$ ;  $2\theta = 49,271^\circ$  (рис. 2). Увеличение времени насыщения до 4 часов при 860 С приводит к появлению нитридной фазы  $(Cr,Fe)_2N_{1-x}$  (линии соответствующие углам  $2\theta=39,917^\circ$ ;  $2\theta=42,885^\circ$ ;  $2\theta=74,225^\circ$ ). Снижение температуры нитроцементации до 600 С приводит к появлению линий фазы  $Fe_3N$  соответствующих углам  $2\theta=37,673^\circ$ ;  $2\theta=43,288^\circ$ ;  $2\theta=57,007^\circ$ . Наиболее сильно изменяется фазовый состав ОБС после насыщения азотом и углеродом при 550 С в течении 1 часа. Интенсивность линий  $\alpha$ -Fe и карбидов  $M_6C$  сильно снижается, а интенсивность линий  $Fe_3N$ ,  $Fe_3C$  и  $(Cr,Fe)_2N_{1-x}$  увеличивается. Фиксируются линии карбонитридных фаз  $Cr_{0,63}$ ,  $Cr_{0,35}$ ,  $M_1(C,N)$ .

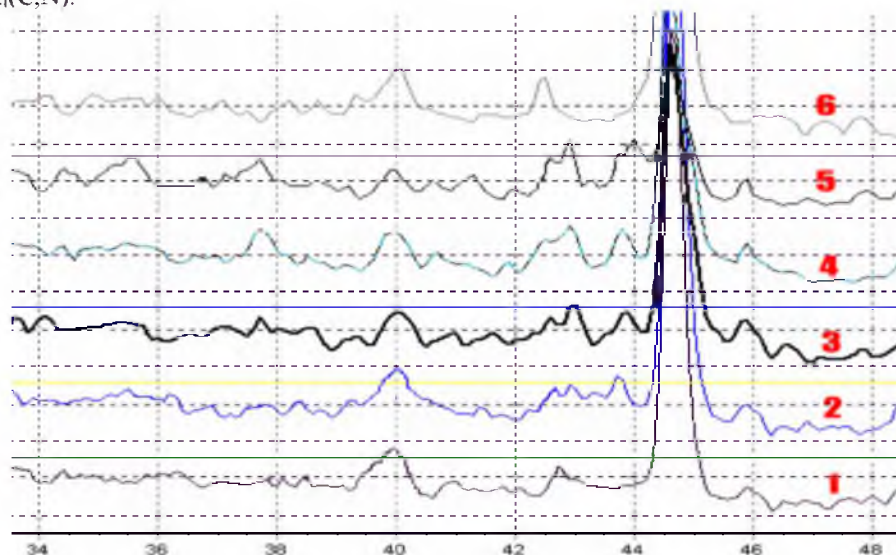


Рисунок 2 – Рентгенограммы ОБС после нитроцементации: 1 -  $t=860^\circ C$   $\tau=1$  ч; 2 -  $t=860^\circ C$   $\tau=4$  ч; 3 -  $t=600^\circ C$   $\tau=1$  ч; 4 -  $t=600^\circ C$   $\tau=4$  ч; 5 -  $t=550^\circ C$   $\tau=1$  ч; 6 – без ХТО

Таким образом в результате исследований фазового состава ОБС после нитроцементации установлено, что в стружке появляется цементит, нитридные и карбонитридные фазы. В качестве металла в нитридных и карбидных фазах выступают железо и хром. Сильные карбидообразующие элементы в быстрорежущих сталях такие как V, W, Mo практически полностью связаны в первичные и вторичные карбиды, которые при температурах насыщения не растворяются. Поэтому в образовании новых фаз в процессе нитроцементации участвуют элементы входящие в феррит. По данным [1] феррит после отжига содержит 1,9%Cr; 0,8%W; 0,5%V остальное железо.

#### Литература

1. Миркин. Л.И. Рентгеноструктурный анализ. М. Наука, 1976, 327с.
2. Геллер Ю.М. Инструментальные стали. М. Металлургия, 1983, 527с.