

## ОБРАБОТКА ХОЛОДОМ НИТРОЦЕМЕНТИРОВАННОЙ СТАЛИ 25ХГТ

Наличие в поверхностном слое нитроцементированной стали значительного количества остаточного аустенита (ОА) оказывает существенное влияние на ее твердость, износостойкость и усталостную прочность /1-4/.

В данной работе исследовалось влияние количества ОА в нитроцементированной стали 25ХГТ на твердость, распределение остаточных напряжений, износостойкость и усталостную прочность. Уменьшение содержания ОА достигалось охлаждением в область отрицательных температур.

Образцы размером 55x10x10 мм предварительно нормализовались при температуре 930°C. Насыщение проводилось в безмуфельном агрегате при 860±10°C 16 часов. Закалку осуществляли из агрегата от 820°C в масло с температурой 180°C. Обработка холодом выполнялась при -20, -40 и -60°C. Отпуск велся при 180°C, продолжительность отпуска 6 часов. Глубина нитроцементированного слоя составляла 1,0-1,1 мм.

Распределение углерода и азота по глубине нитроцементированного образца приведено в таблице I.

Т а б л и ц а I

Расстояние от поверхности, мм																			
0,025		0,050		0,075		0,10		0,15		0,20		0,35		0,45		0,55		0,65	
%C	%N	%C	%N	%C	%N	%C	%N	%C	%N	%C	%N	%C	%N	%C	%N	%C	%N	%C	%N
0,96	0,36	0,93		0,91		0,86		0,82	0,78	0,7	0,65	0,6	0,54						
			0,35			0,27	0,22	0,13	0,12	0,09		-	-						

Распределение ОА по глубине исследовалось на установке УРС-50М при последовательном удалении слоя химическим травлением. Остаточные напряжения были определены с помощью тензодатчиков электросопротивления /5/.

Изменение твердости поверхности и сердцевины в результате обработки холодом приведено в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Марка стали	Место определения твердости	HRC после закалики и отпуска	HRC после закалики + обработки холодом + отпуска		
			- 20°C	- 40°C	- 60°C
25ХГТ	Поверхность	59,0	62,5	62,5	64,0
	Сердцевина	44,0	45,5	48,0	49,0

Распределение ОА по глубине нитроцементированного слоя имеет вид кривой с максимумом на расстоянии 0,05-0,07 мм от поверхности и последующим плавным снижением по глубине (рис. I).

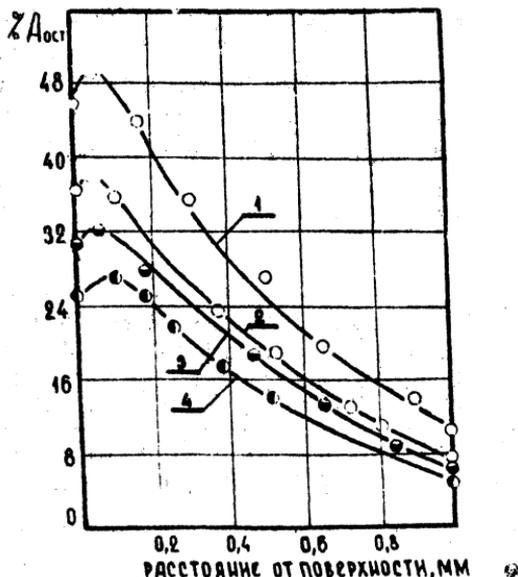


Рис. I. Распределение остаточного аустенита по глубине нитроцементированного слоя:  
 1- закалка+отпуск; 2-закалка+(-20°C)+отпуск;  
 3-закалка+ (-40°C)+отпуск; 4-закалка+(-60°C)+отпуск

Содержание ОА на поверхности после закалки и отпуска составляет около 50%. Обработка холодом при температурах  $-20$ ,  $-40$  и  $-60^{\circ}\text{C}$  приводит к снижению ОА на поверхности до 36, 29 и 25% соответственно. При этом имеет место и некоторое повышение твердости поверхности и сердцевины (табл.2).

Количественно уменьшение ОА в нитроцементированном слое в зависимости от температуры обработки холодом можно оценить площадью под кривой распределения ОА по глубине слоя. Из графика видно, что в нитроцементированном слое стали 25ХГТ уменьшение ОА с понижением температуры обработки холодом носит почти линейный характер, и с температурой  $-60^{\circ}\text{C}$  его количество уменьшается более чем на 30%.

Распределение остаточных напряжений в нитроцементированном слое приведено на рис.2.

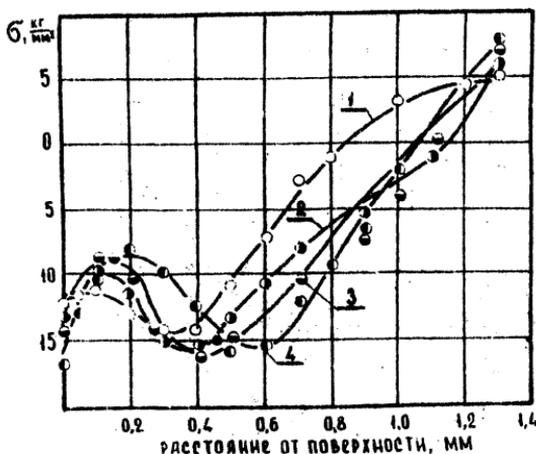


Рис.2. Распределение остаточных напряжений в нитроцементированном слое:

1 - закалка + отпуск; 2 - закалка +  $(-20^{\circ}\text{C})$  + отпуск; 3 - закалка +  $(-40^{\circ}\text{C})$  + отпуск; 4 - закалка +  $(-60^{\circ}\text{C})$  + отпуск

После закалки и отпуска остаточные напряжения (ОН) в поверхностном слое на глубине, соответствующей окончанию нитроцементированного слоя (1,0-1,1 мм), из сжимающих переходят в растягивающие. На расстоянии 0,1-0,2 мм от поверхности располагается область минимальных ОН сжатия.

Обработка холодом в исследованном интервале температур, несмотря на значительное уменьшение количества ОА, мало изменяет величину ОН, однако заметно некоторое уменьшение величины минимальных напряжений по мере снижения температуры обработки холодом. Можно предположить, что при превращении А—М ОА в мартенсит в этих условиях удельный объем увеличивается заметно меньше, чем при более высоких температурах, в силу значительного сопротивления, оказываемого ранее образовавшимся мартенситом. При этом, по-видимому, должны значительно возрастать напряжения II рода.

Влияние обработки холодом нитроцементированной стали 25ХГТ на износостойкость графически показано на рис.3. Испытания проводились на машине Шкода-Савина с использованием в качестве контртела победитового диска. Видно, что с понижением температуры обработки холодом износостойкость повышается.

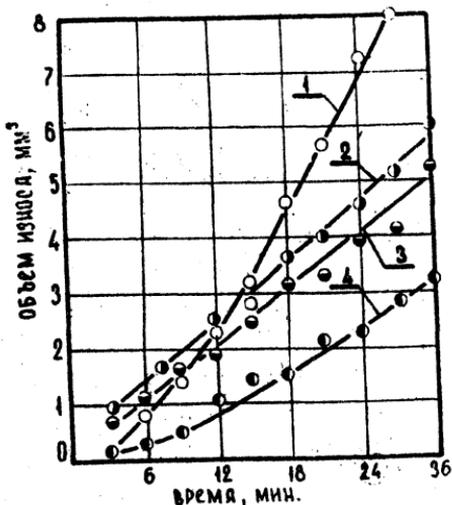


Рис.3. Влияние обработки холодом на износостойкость:  
 1 - закалка + отпуск; 2 - закалка + (-20°C) + отпуск;  
 3 - закалка + (-40°C) + отпуск; 4 - закалка + (-60°C) + отпуск

Несколько меньший износ в начальный момент испытания образцов без обработки холодом, по-видимому, объясняется наделом

остаточного аустенита. Однако после 24 минут испытания объем износа образцов после обработки с температурой  $-60^{\circ}\text{C}$  уменьшился по сравнению с образцами без обработки холодом в 3 раза.

Испытание усталостной прочности проводилось на машине МУИ-6000 при базе 3 МЛН циклов, на круглых образцах усталостная прочность зубьев шестерен испытывалась на пульсаторе согласно методике /6/.

Данные по результатам испытаний круглых образцов и зубьев шестерен приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Марка стали	Предел усталости, кг/мм <sup>2</sup>			
	круглые образцы		зуб шестерни	
	без обработки холодом	с обработкой холодом	без обработки холодом	с обработкой холодом
Сталь 25ХГТ	97,0	81,0	70,5	63,1

Из данных таблицы видно, что обработка холодом приводит к понижению предела усталости круглых образцов и зубьев шестерен.

#### Л и т е р а т у р а

1. П р ж е н о с и л Б. Нитроцементация. "Машиностроение", 1969.
2. А р х и л о в И. Я. , К а н н у н и к о в а В. А. МИТОМ, № 11, 1970.
3. Н а х и м о в Д. М. , Н о в и к о в А. Я. МИТОМ, № 7, 1968.
4. Б и р г е р И. А. Остаточные напряжения. М., Машгиз, 1963.
5. Б а б у ш к и н Б. В. и др. В сб. "Новое в технологии машиностроения", ч.2, Минск, 1967.
6. Р е т и П. "Расстояние характеристик выносливости и построение кривых усталости", в сб. "Вопросы механической усталости", "Машиностроение", 1964.