

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛИ 07X16H6

Толстошеев В.А.,

научный руководитель канд. техн. наук Токмин А.М.

Сибирский федеральный университет

В данной работе было проведено исследование микротвердости зубчатых колес из стали 07X16H6 после термической обработки.

Сталь 07X16H6 применяется для изделий, работающих в атмосферных условиях, агрессивных средах, глубоком вакууме и для криогенной техники; сталь аустенитно - мартенситного класса.

Химический состав стали 07X16H6 по ГОСТ 5632-72 указан в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав стали 07X16H6

Марка стали	C	Si	Mn	Ni	P	Cr	S	Mo	V
07X16H6	0.05- 0.09	≥0.80	≥0.80	5.00- 8.00	≥0.035	15.5 - 17.5	≥0.020	-	-

Механические свойства стали во многом определяются типом продукции и видом термической обработки (табл. 2).

Таблица 2

Механические свойства стали 07X16H6 при T=20°C

Сортамент	s_b	s_T	d_5	y	KCU	Термообработка
-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Прутки, ГОСТ 5949-75	1080	880	12	50	690	
Поковки, ГОСТ 25054-81	1176	980	12-13	50	690	
Лист толстый, ГОСТ 7350-77	1180	390	15			Нормализация 1030 - 1050°C, охлаждение воздух.
Лист тонкий, ГОСТ 5582-75	1180		20			Закалка 1030 - 1070°C, охлаждение вода.
Твердость 07X16H6 ,Поковки ГОСТ 25054-81					HV 10 ⁻¹ = 341 - 415 МПа	

Стали аустенитно-мартенситного (переходного) класса имеют структуру аустенита и мартенсита, количество которых может меняться в широких пределах. После закалки структура сталей переходного класса в основном аустенитная. Однако этот аустенит неустойчив при охлаждении до отрицательных температур либо при пластической деформации, сравнительно легко превращается в мартенсит.

Фазовый состав стали, определенный рентгенографическим способом зависит от вида предшествующей термической обработки.

Возникновение фазовых напряжений для аустенитно-мартенситных сталей (07X16H6) при закалке, когда аустенит превращается в мартенсит, обусловлено тем, что мартенсит имеет значительно больший объем, чем аустенит.

Мартенситное превращение реализуется в интервале температур Мн-Мк и зависит от количества углерода в аустените стали и наличия легирующих элементов. Для стали 07X16H6 - это интервал температур от +60°C до -80°C. Твердость стали тем ниже и пластичность тем выше, чем больше остаточного аустенита.

Для устранения напряжений необходимо нагреть изделие до высоких температур, но охлаждение на воздухе приводит к возникновению термических напряжений. Наиболее полное снятие напряжений достигается при проведении отжига (выполнить смягчающую промежуточную термическую обработку) с последующим медленным охлаждением, что нежелательно для стали 07X16H6, так как ухудшаются ее механические свойства.

В связи с тем, что протекание процесса перехода аустенита в мартенсит значительно замедляется в изотермических условиях, а для развития процесса необходимо непрерывное охлаждение, была использована следующая схема нагрева и охлаждения деталей, представленная в патенте РФ № 2499842 от 26.09.2012:

- рекристаллизационный отжиг для снятия напряжений при 1050°C (в стали 07X16H6 при нагреве до 1040°C фазовые превращения отсутствуют, происходит растворение карбидов);
- охлаждение на воздухе до 100°C (в процессе резкого охлаждения карбиды не выделяются, получается однородная структура аустенита, сталь приобретает высокую пластичность и коррозионную стойкость);
- помещение изделия в печь, нагретую до 90°C;
- охлаждение изделия совместно с печью со скоростью 6-7°C/мин до комнатной температуры (для стабилизации аустенита и уменьшения количества мартенсита).

Металлографические исследования аустенитно-мартенситной микроструктуры указывают на достаточно однородное строение (рис. 1).

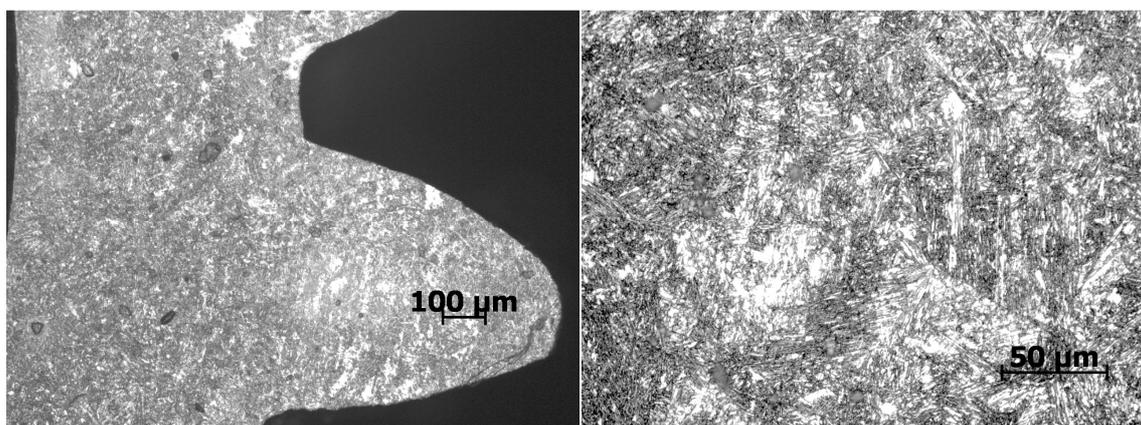


Рисунок 1 - Микроструктура образцов

Измерения проводились на микротвердомере ПМТ-3М с нагрузкой 200 г, по сечениям указанным на рисунке 2.

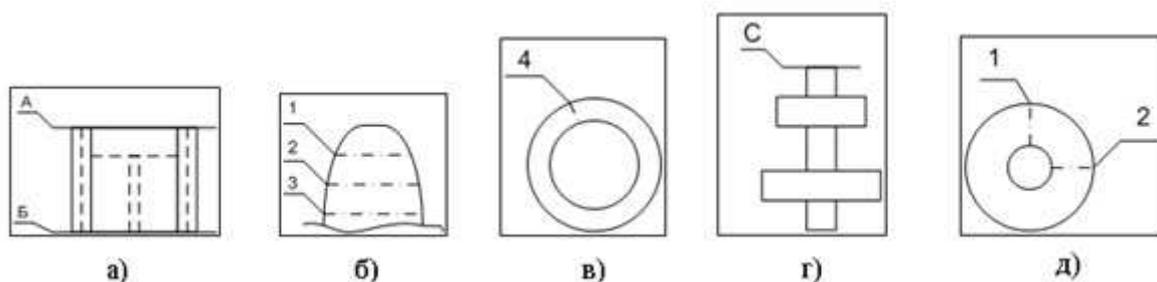


Рисунок 2 – Расположение сечений (а,б,в – образец 1, г,д – образцы 2 и 3)

Результаты измерений микротвердости по сечениям представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты измерений

Образец №1						Образец №2			Образец №3		
Плоскость А			Плоскость В			Плоскость С					
Ряд 1											
Рез. Изм.	Тв., HV	Тв., МПа	Рез. Изм.	Тв., HV	Тв., МПа	Рез. Изм.	Тв., HV	Тв., МПа	Рез. Изм.	Тв., HV	Тв., МПа
89	520	5202	91	498	4975	92	487	4868	92	487	4868
91	498	4975	94	466	4663	91	498	4975	93	476	4764
91	498	4975	92	487	4868	94	466	4663	91	498	4975
Ряд 2											
92	487	4868	93	476	4764	90	509	5087	91	498	4975
91	498	4975	92	487	4868	92	487	4868	92	487	4868
93	476	4764	92	487	4868	91	498	4975	92	487	4868
93	476	4764	91	498	4975	HV ср 487. HRC ср 47.					
Ряд 3											
90	509	5087	92	487	4868						
91	498	4975	92	487	4868						
91	498	4975	92	487	4868	HV ср 487. HRC ср 47.					
93	476	4764	92	487	4868						
Ряд 4											
93	476	4764	93	476	4764						
94	466	4663	92	487	4868						
94	466	4663	94	466	4663						

Выполненные исследования указывают на правильный режим термической обработки, выполненный для всех зубчатых колес.