

Повышение абразивной износостойкости малоуглеродистых сталей термической обработкой с двойной фазовой перекристаллизацией

Студенты гр. 100М-17 Ташматов Р.К., Муродов А.С.

Научный руководитель Бердиев Д.М.

Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент

Одним из самых разрушительных является абразивное изнашивание. Детали работающие в условиях абразивного изнашивания изготавливают из средне- и высокоуглеродистых сталей типа 40Г, 65Г, 70Г, Л53, Л65 и др., термически обработанных на высокую твердость. Даже в этом случае правильный выбор материала и способа упрочнения не гарантируется [1]. Положение усугубляется в ремонтном производстве, когда из-за недостатка необходимых сталей их замена другими сталями дает непредсказуемые результаты в части износостойкости изделия.

В данной работе сделана попытка повысить абразивную износостойкость малоуглеродистой стали Ст3Гпс (0,28% С) термической обработкой с введением операций предварительной подготовки структуры.

В данном случае предварительная обработка заключалась в нормализации с температуры нагрева от $A_{c3} + (30 \div 50)^\circ\text{C}$ до 1200°C . Завершающая термическая обработка включала закалку с обычно принятых для каждой марки стали температур нагрева и отпуск при 200°C .

Параметры структуры определяли методами световой микроскопии, электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа. В частности, состояние тонкой структуры оценивали по плотности дислокаций, определяемой по физической ширине рентгеновской линии интерференции (220) [2]. Лабораторные испытания на изнашивание проводили при трении скольжения о незакрепленные абразивные частицы кварца на установке ПВ-7 [3].

Результаты исследований показали, что с повышением температуры при нормализации наблюдается рост аустенитного зерна, но состояние тонкой структуры меняется по экстремальной зависимости. Максимум плотности дислокаций в α -фазе наблюдается, если температура нагрева при нормализации была 1100°C (таблица). В наших предыдущих работах [4] было установлено, что при температуре нагрева около 1100°C начинается растворение тугоплавких примесных фаз в аустените. Это в основном кислород и азотсодержащие фазы, для начала растворения которых характерна химическая микронеоднородность твердого раствора. В этом случае при $\gamma - \alpha$ -превращении плотность дислокаций повышается. Нагрев до температуры 1200°C во время нормализации способствует гомогенизации аустенита, а при охлаждении после $\gamma - \alpha$ -превращения плотность дислокаций снижается.

После завершающей термической обработки происходит измельчение аустенитного зерна, плотность дислокаций остается разной. Происходит наследование элементов исходного субмикростроения, так как положение экстремума плотности дислокаций сохраняется. Это достаточно сильно влияет на абразивную износостойкость при трении скольжения о незакрепленные абразивные частицы [5].

В наших опытах часть образцов из стали Ст3Гпс после завершающей закалки не подвергали отпуску, а часть образцов закаливали с разных температур и также без отпуска. Износ стали Ст3Гпс после закалки без отпуска заметно уменьшился (до 30%). Таким образом, предварительная подготовка структуры проведением нормализации с экстремальной температуры нагрева после завершающей термической обработки обеспечивает повышение абразивной износостойкости до 40%. Закалка по экстремальным режимам без отпуска дополнительно повышает износостойкость.

Таблица 1 - Влияние температуры предварительной нормализации на параметры структуры и величину износа стали СтЗГпс после повторной закалки с температуры $A_{c3} + 30 \div 50^{\circ}\text{C}$ и отпуска при температуре 200°C

Температура предварительной нормализации, $^{\circ}\text{C}$	Твердость HRC	Плотность дисл. $\rho \cdot 10^{11} \text{ 1/см}^2$	Среднеариф. износ Q, мг	Средний диаметр аустен. зерна D_{cp} , мм	№ балла
Закалка, отпуск 200°C					
950	36-37	0.82	2.2	0.051	6
1000	37-38	0.87	2.1	0.046	6
1100	37	1.34	1.8	0.059	5
1150	37	1.15	1.9	0.058	5
1200	38	0.87	2.0	0.048	6
Закалка, без отпуска					
950	40-41	1.24	1.5	0.051	6
1000	40	1.35	1.4	0.046	6
1100	40	1.45	1.3	0.059	5
1150	40	1.41	1.4	0.058	5
1200	41	1.15	1.6	0.048	6
Прямая закалка с указанных температур, без отпуска					
950	40-41	1.24	1.7	0.0018	7
1000	40-41	1.35	1.5	0.0027	6
1100	40-41	1.45	1.3	0.0059	5
1150	40-41	1.41	1.5	0.0086	4
1200	40-41	1.15	1.6	0.0089	4

Таким образом, наследственность элементов исходной субструктуры при термической обработке с двойной фазовой перекристаллизацией позволяет формировать при окончательной термической обработке максимум плотности дислокаций. Максимальный уровень плотности дислокаций формируется, если первая фазовая перекристаллизация проводится с нагревом до экстремальной температуры (1100°C).

Закалка малоуглеродистой стали СтЗГпс без отпуска может дополнительно снизить величину износа до 30%, что объясняется протеканием динамического старения стали на трущиеся поверхности.

Список литературы

1. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1971. – 264 с.
2. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. – М.: Металлургия, 1982. – 632 с.
3. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Гаврелюк В.С. Триботехника. – Москва. Кнорус, 2015. – 402 с.
4. Бердиев Д.М. Мухамедов А.А. Повышение абразивной износостойкости сталей термической обработкой с предварительной подготовкой структуры // Вестник машиностроения. – Москва, 2018. – №9. – С. 57-59,
5. Berdiyev D.M., Yusupov A.A., Umarova M.A. Increase of abrasive wear resistance of steels by thermal processing // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 5, Issue 9, September 2018. P 6851-6854