

Повышение износостойкости деталей сельскохозяйственного машиностроения методом термоциклической обработки

Студент гр. 74-18 Муродов А.С.

Научный руководитель Юсупов А.А.

Ташкентский государственный технический университет,

Узбекистан, г. Ташкент

Современное сельскохозяйственное машиностроение Республики Узбекистан существенно расширяет выпуск хлопкоуборочных машин. В процессе эксплуатации хлопкоуборочных машин из-за износа выходит из строя большое количество различных типа деталей шестерен и вал-шестерен.

Работоспособности шестерен определяется по долговечности зуба. Обычно шестерни изготавливаются из низкоуглеродистой стали (содержание углерода 0,1-0,25%), после заключительной термической обработки - цементации, закалки и низкого отпуска. Увеличение скорости цементации достигается применением цементации в газовых средах.

В настоящей работе делается попытка повысить износостойкости сталей, циклической закалкой с индукционным нагревом токами высокой частоты (ТВЧ). Циклическая закалка заключается в многократном воздействии на металлы и сплавы изменений температуры при нагревах и охлаждениях с целью формирования структуры и получения необходимых механических свойств [1].

Для сравнение производственных данных выбранные образцы из стали 18ХГТ подвергали цементации в шахтных печах вместе с садкой из шестерен в цеховых условиях завода АО «Агрегатный завод».

Для получения предварительных данных использовали образцы стали 65Г. Химический состав исследуемой стали приведен в табл. 1. Образцы для исследования нагревали на различные температуры: 450°, 570°, 700°С, количество повторяемости циклов равнялось до 7 раз. Температуры нагрева были выбраны исходя из существующих режимов термоциклической обработки. После каждого нагрева проводилось охлаждение на воздухе под вытяжкой (ожидаемый способ охлаждения при разработке промышленной технологии). После последнего нагрева 950°С проводили закалку в масло и отпуск 180°С. Образцы имели размеры 20x20x7 мм. В целях регистрации структурных изменений при циклировании часть образцов исследовалась без окончательной закалки и отпуска. Для термической обработки использованы более современные установки индукционного нагрева ВЧГ2-100/066 (100 кВт, 66 кГц).

Для обеспечения равномерного прогрева образцов скорость нагрева при циклировании ограничивалась 110-120°/с. Для оценки температурно-временного фактора при проведении циклической закалки к образцу припаивалась термопара, подсоединенная к быстродействующему потенциометру для регистрации температуры.

Таблица 1 - Химический состав исследуемой стали

Марка стали	Содержание элемента, % масс.				
	С	Mn	Si	S	P
65Г	0,65	1,05	0,2	0,035	0,035

Испытания на изнашивание проводили при трении скольжения по незакрепленному абразивному материалу на установке ПВ - 7 в соответствии по методике [2].

Относительную износостойкость определяли, как сравнение потерь массы эталонного образца (индукционная закалка с 900° + отпуск 180°С). До и после испытаний образец взвешивали на аналитических весах ВЛА - 200М с точностью до 0,1 мг, повторяемость опытов равнялась 5. Оценка параметров структуры проводилась методами количественной металлографии, рентгеноструктурного анализа по известным методикам [3].

Циклический нагрев образцов стали 65Г с последующим охлаждением на воздухе способствует сфероидизации исходно пластинчатой структуры стали. Особенно четко эта картина наблюдается при нагреве стали в субкритической области температуры 450°, 570° и 700°С.

Уровень дефектности кристаллического строения стали 65Г после циклической обработки в интервале докритических температур мало зависит от температуры циклирования и количества циклов. Только нагрев выше критической температуры A_{c1} с последующим охлаждением на воздухе формировали менее равновесные структуру и повышенную дефектность кристаллического строения.

Циклическая термическая обработка стали 65Г может создать структуру с более высоким уровнем плотности дефектов кристаллического строения. Оптимальным вариантом следует считать режим, включающий предварительное циклирование с нагревом 450°С. Циклическая термическая обработка по оптимальным режимам стали 65Г может обеспечить повышения износостойкости около 30%, по сравнению обычного индукционного нагрева до 900°С и 2 раза больше абразивной износостойкости сталей стандартной закалки.

Высокая износостойкость стали 65Г после циклической закалки и низкого отпуска является следствием максимального использования возможностей закаленной стали в повышении износостойкости (максимальная твердость и повышенная плотность дефектов кристаллического строения). Преимущество термоциклической обработки заключается в экономии большого количества электроэнергии и газообразного углеводорода, обеспечении долговечности деталей шестерен и вал-шестерен для хлопкоуборочных машин.

Несколько иные результаты имеют место при проведении окончательной индукционной закалки и низкого отпуска. Образцы после различных вариантов термической обработки имели одинаковую микроструктуру, величину зерна и твердость (59-60 HRC), отличие имелось в уровне дефектности кристаллического строения, обнаружилось некоторые преимущества при проведении 2-х-5 циклов при 450°С. При других температурах предварительной циклической обработки уровень дефектности кристаллического строения получается либо ниже, либо этот эффект не стабилен (например, при 550° и 700°С).

Циклическая термическая обработка стали 65Г может создать структуру с более высоким уровнем плотности дефектов кристаллического строения. Оптимальным вариантом следует считать режим, включающий предварительное циклирование с нагревом 450°С. Циклическая термическая обработка по оптимальным режимам стали 65Г может обеспечить повышения износостойкости около 30%, по сравнению с обычным индукционным нагревом до 900°С и 2 раза больше абразивной износостойкости сталей стандартной закалки.

Высокая износостойкость стали 65Г после циклической закалки и низкого отпуска является следствием максимального использования возможностей закаленной стали в повышении износостойкости (максимальная твердость и повышенная плотность дефектов кристаллического строения). Преимущество термоциклической обработки заключается в экономии большого количества электроэнергии и газообразного углеводорода, обеспечении долговечности деталей шестерен и вал-шестерен для хлопкоуборочных машин.

Библиографический список

1. Бердиев Д.М. Повышение абразивной износостойкости сталей // Техника и технологии машиностроения // VI международная конференция, г. Омск. 20-21 апреля 2017. С. 3 - 8.
2. Тененбаум М.М. Сопrotивление абразивному изнашиванию – М.: Машиностроение, 1976. - 267 с.
3. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ - М.: МИСИС, 1994. - 328 с.