

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ ПРУЖИННЫХ СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКОРОСТНОГО НАГРЕВА

А.В. Прохоров

Архангельский государственный технический университет, г. Архангельск, Россия

Высокие эксплуатационные свойства упругих элементов в значительной степени определяются комплексом "пружинных" свойств материала, из которого они изготовлены. К этим свойствам можно отнести предел упругости, релаксационную стойкость и предел выносливости. Традиционные методы термообработки пружинных сталей – закалка и отпуск с нагревом в печи и соляных ваннах не позволяют повысить достигнутый в настоящее время уровень этих свойств. Однако существует метод скоростного нагрева, использование которого при закалке и отпуске позволяет создать особое структурное состояние стали, реализующее значительно более высокие показатели упругих свойств по сравнению с достигнутыми при традиционной термообработке, что показано в работе [1]. Анализ особенностей структуры пружинных сталей после скоростной закалки показывает, что возможно ещё более значимое повышение пружинных свойств, если взамен обычного или скоростного отпуска использовать так называемое динамическое старение или отпуск под нагрузкой [2]. Существуют перспективы применения в этом случае скоростного нагрева, дающего возможность в большей степени реализовать преимущества предшествующей скоростной закалки, однако возможности такой комбинации операций термообработок (скоростная закалка и последующее скоростное динамическое старение), а также диапазон оптимальных режимов не изучен. Целью предлагаемой методики является решение именно таких задач. Для её реализации использовали экспериментальную установку для скоростной термообработки, разработанную в Архангельском государственном техническом университете с рядом оригинальных доработок, позволяющих применить её для проведения динамического старения при значительных растягивающих усилиях – до 2000Н.

Предлагаемая методика предполагает сравнение ряда механических и физических свойств пружинных сталей, предварительно подвергнутых обычной или скоростной закалке и последующим различным видам отпуска: динамическое старение с использованием скоростного нагрева, отпуск под нагрузкой в

печи, и традиционный отпуск. Каждым способом обрабатывается группа образцов из стали 60С2А.

Экспериментальные образцы изготавливаются из листа стали. В дальнейшем заготовки подвергаются резке, также шлифуется по ширине для устранения разноширинности.

В течение эксперимента для каждого режима поддерживаются следующие параметры нагрева:

для режима скоростного динамического старения:

- скорость нагрева - 5000°/с;
- температура – 200-450°С;
- время изотермической выдержки – 0-120с;
- уровень напряжений растяжения – $0,8\sigma_{0,2}$ (предел текучести) при температуре отпуска; предварительный отпуск не проводится.

для традиционного отпуска:

- скорость нагрева - 100°/с;
- температура нагрева - 420°С;
- время изотермической выдержки при отпуске – 1 час;
- последующий отпуск в печи при 420°С в течении 1 часа.

для динамического старения в печи:

- скорость нагрева - 100°/с;
- температура нагрева - 420°С;
- время изотермической выдержки при старении – 1ч;
- напряжение в образце - $0,8\sigma_{0,2}$

Известно, что при присутствии на поверхности образцов после термообработки микродефектов и обезуглероженного слоя значительно снижаются такие показатели механических свойств как сопротивление малым пластическим деформациям и предел выносливости. Поэтому после термообработки образцы перед испытаниями подвергаются электрохимическому полированию (ЭХП).

Операция ЭХП проводится в трёхкомпонентном электролите, содержащем ортофосфорную кислоту, серную кислоту и хромовый ангидрид по следующему режиму:

- температура электролита, °С.....70-90;
- плотность тока, а/дм².....до 200;
- время полирования, с.....30-90.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ ПРУЖИННЫХ СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКОРОСТНОГО НАГРЕВА

После термообработки экспериментальные образцы проходят испытания для определения следующих физических и механических свойств: удельного электросопротивления, твердости, сопротивления малым пластическим деформациям, усталостной прочности, релаксации напряжений.

Определение электрического сопротивления экспериментальных образцов проводится с помощью двойного моста постоянного тока, оборудованного специальным приспособлением для закрепления плоских образцов.

Измерение твердости экспериментальных образцов проводится по методу Виккерса при нагружении 50Н.

Сопротивление малым пластическим деформациям экспериментальных образцов определяется по методу Рахштадта-Штремеля по схеме продольного изгиба на приборе для измерения упругости ленточных образцов.

Усталостная прочность определяется при нагружении образца по схеме продольного изгиба.

Испытание экспериментальных образцов на релаксацию напряжений проводится

при нагружении их по схеме чистого изгиба. Для этого испытания образцы устанавливаются в специальные вогнутые цилиндрические оправки и закрепляются в этих оправках зажимами.

Сравнительный анализ полученных в ходе эксперимента закономерностей изменения механических свойств и характеристик структурного состояния стали, в зависимости от параметров режима скоростного динамического старения, даёт возможность подтвердить эффективность предлагаемой термообработки, а также разработать оптимальные технологические режимы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пастухова Ж.П., Рахштадт А.Г., Каплун Ю.А. Динамическое старение сплавов. – М.: Металлургия, 1985. – 223 с.
2. Рахштадт А.Г., Думанский И.О., Тихомирова О.Ю. Структура и свойства углеродосодержащих пружинных сталей после скоростной закалки и отпуска // МиТОМ. – 1990. №7. – С.57-64.