

Результаты измерения зазоров в КШ

2. Анализ массива данных показывает, что необходим учет нагруженности для обоснованного назначения ТО. Предложено разделение по группам: 1 — 50 до 80 % и 2 — до 50 %. Получено уравнение (1), позволяющее прогнозировать ресурс КШ без учета нагруженности. Представлено уравнение (2), позволяющее спрогнозировать наработку по радиальному зазору.

3. Полученные данные позволяют создать основу для проведения и назначения обоснованных ремонтно-обслуживающих воздействий по реальному техническому состоянию карданного шарнира. В ходе эксплуатационных наблюдений установлено, что КШ при условии «контроля по состоянию»

может отработать до 9000 ф.-ч. Применяя техническое обслуживание, возможно добиться наработки до 15 000 ф.-ч, что соответствует наработке на отказ трансмиссии в целом.

Список литературы

1. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России до 2020 г / В.И. Фисинин, Ю.Ф. Лачуга, А.А. Жученко, А.Л. Иванов [и др.]. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. — С. 13, 24.
2. Сигаев А.М. Повышение эффективности диагностирования и ремонта карданных шарниров тракторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Харьков, 1985. — 24 с.
3. Дегтярев М.Г., Ульман И.Е. Определение предельного технического состояния карданных передач тракторов К-700 // Техника в сельском хозяйстве. — 1975. — № 11. — С. 73–74.
4. Диагностирование карданных передач / Анилович В.Я., Литвиненко В.Л., Черненко О.И., Б Розенцвайг А., Огий Г.Е., Олизаренко И.И. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 1977. — № 4. — С. 4–46.
5. Ефимцев А.В., Пастухов А.Г. Программа и методика эксплуатационных наблюдений карданных передач тракторов John Deere // Ремонт. Восстановление. Реновация: Всероссийская научно-практическая конференция. — Уфа: Башкирский ГАУ, 2012. — С. 73–76.

УДК 621.8

О.Г. Кокорева, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.И. Горячкина

МЕХАНИЗМ МИКРОСТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРОЦЕССА УПРОЧНЕНИЯ ВЫСОКОМАРГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ ПРИ СТАТИКО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКЕ

Процесс упрочнения высокомарганцевистой стали имеет сложный характер. Доказательством этого является тот факт, что до сих пор не создана общепринятая теория ее упрочнения. Проанализировав существующие гипотезы [1–5, 8, 9], можно выделить два основных направления, объясняющих механизм упрочнения ВМС при обработке поверхностно-пластической деформацией (ППД):

- упрочнение за счет возникновения высокой плотности дислокаций, большого числа дефектов упаковки и механических двойников, приводящих к изменению тонкой кристаллической структуры (дроблению зерен на блоки и разориентации этих блоков в пределах зерна);

- упрочнение путем образования в плоскостях сдвига вторичных фаз (карбидов), которые являются эффективными барьерами, затрудняющими пластическое движение металла [6–7].

Высокомарганцевистая сталь имеет поликристаллическое строение и состоит из зерен, различающихся по составу и ориентации, и имеющих определенную дислокационную структуру. Упрочнение ВМС находится в прямой связи с линейной дислокационной структурой и плотностью дислокаций, определяющейся отношениями суммарной длины линий дислокаций к объему, в котором они находятся. В результате ППД плотность дислокаций увеличивается от $10^{-7} \dots 10^{-8} \text{ мм}^2$ до $10^{-10} \dots 10^{-12} \text{ мм}^2$ [10]. Однако возможности упрочнения метал-

ла с помощью увеличения плотности дислокаций ограничены. Это связано с тем, что дислокации создают в кристаллической решетке упругие возмущения. Эти возмущения усиливаются при взаимодействии дислокаций. Возможные формирования их скоплений создают напряжения, которые самостоятельно или в совокупности с внешними нагрузками могут приводить к образованию микротрещин. Особенно опасно скопление, возникающее в результате торможения дислокаций, перемещающихся в полосах скольжения.

Достигнуть упрочнения металла можно увеличив сопротивление перемещению дислокаций в кристаллической решетке посредством статико-импульсного воздействия, при этом образуются повышающие напряжения, необходимые для начала движения дислокаций. Увеличение сопротивления перемещению дислокаций объясняется взаимодействием их с полями этих напряжений. Такое сопротивление резко повышается при наличии скоплений атомов, создающих сильноискаженные участки кристаллической решетки, которые вынуждены оглядывать дислокации, затрачивая на это дополнительную энергию. Эффективное торможение дислокаций обеспечивается при оптимальном расстоянии между скоплениями атомов. Сопротивление перемещений дислокаций зависит от внешнего усилия при упрочнении металла, а также от характера и распределения скоплений дислокаций в металле.

Упрочнение ППД обусловлено разнообразными по физической природе явлениями, которые определяются условиями нагружения детали и оцениваются следующими параметрами: степенью и глубиной упрочнения, микроструктурой, твердостью, пределом усталости и временным сопротивлением, ударной вязкостью и т. д. Увеличение прочности металла связано с формируемой дислокационной структурой. Характер этой структуры зависит от типа кристаллической решетки, степени упрочнения (пластической деформации) и температуры деформирования.

Известно [2, 9], что характерной особенностью ВМС является ее высокая способность к упрочнению при пластической деформации, что определяет ее прочностные и пластические свойства.

Важными факторами, влияющими на физико-механические свойства деформированной ВМС, являются более мелкое зерно, отсутствие пористости, наличие неметаллических включений, к которым относят соединения оксидов, фосфидов, сульфидов и нитридов. Уровень механических свойств ВМС зависит главным образом от характера расположения неметаллических включений, а затем уже от их общего количества в металле. Установлено, что крупные округлые изолированные неметаллические включения при деформациях 25...30 % не являются очагами зарождения разрушений [10]. Паукооб-

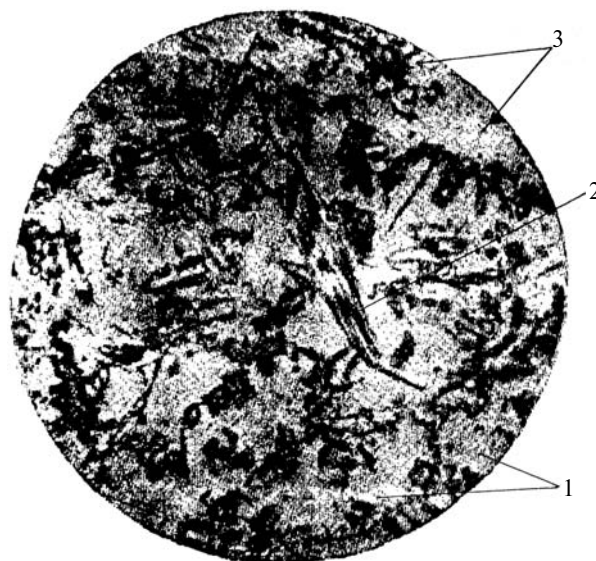


Рис. 1. Составляющие микроструктуры высокоуглеродистой стали:

- 1 — зерно аустенита; 2 — карбидная составляющая;
3 — неметаллические включения

разная форма включения способствует разрушению металла по границам зерен вокруг этих включений уже при деформациях, равных 15... 20 % (рис. 1).

Энергия при статико-импульсном взаимодействии поглощается металлом, часть которой проявляется в форме деформационного упрочнения. Последнее представляет собой сопротивление металла его дальнейшему деформированию. Количество его определяем измерением твердости при внедрении.

Наиболее интенсивное упрочнение достигается на ранних стадиях деформации. Как и можно было ожидать, максимальное возрастание твердости достигается там, где деформация была наибольшей. Распределение твердости от поверхности по глубине для упрочненных СИО образцов из ВМС характеризуется достаточно равномерным убыванием. Это связано с течением зерен, которое сочетается с двойникованием, весьма интенсивным у поверхности и затухающим на некотором расстоянии от поверхности.

Металлографические исследования образцов, упрочненных статико-импульсной обработкой, показали наличие площадок постоянной твердости, которые связаны определенным образом с распределением ударных двойников (рис. 2). Обнаружена зависимость между максимальным числом направлений двойников в отдельном зерне и положением площадки твердости. Число направлений уменьшается при переходе на каждую следующую площадку. Так, металлографические исследования показали, что наибольшее число направлений двойников в отдельном зерне в области первой площадки оказалось равным четырем. Во второй площадке

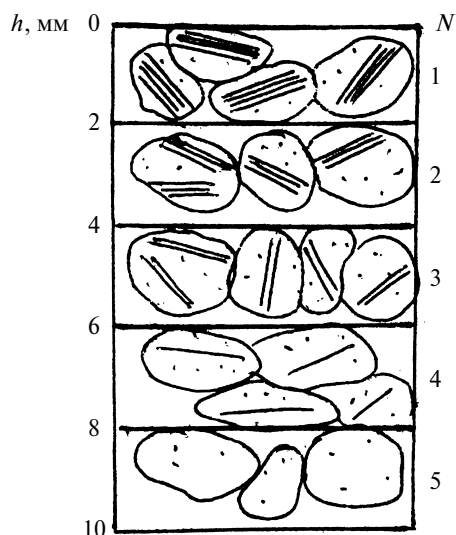


Рис. 2. Зависимость между числом двойников D и положением площадок твердости N для стали 110Г13Л по глубине упрочненного слоя h

наибольшее число направлений двойников равно трем; для третьей и четвертой число направлений двойников соответственно два и одно. В области пятой площадки, где твердость по существу та же, что и в исходном материале, двойников не обнаружено совсем (см. рис. 2). Для характеристики зависимости числа двойников от твердости при распределении по глубине упрочненного образца из стали 110Г13Л рассмотрим следующую зависимость:

$$D = (2 + K_d) \frac{\Delta h}{N}, \quad (1)$$

где D — число двойников; K_d — коэффициент характеризующий количественную однородность двойников (определяется по таблице); Δh — расстояние по глубине образца; N — номер площадки твердости.

Определяем число двойников для некоторых площадок твердости (см. таблицу):

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № площадки твердости, N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Коэффициент однородности двойников, K_d | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Таким образом, установлено, что в основе механизма процесса упрочнения СИО лежит теория дислокаций. При этом прочность поверхностного слоя деталей повышается при создании препятствий перемещению дислокаций, образуя их высокую плотность. Это приводит к дроблению зерен кристаллической структуры на блоки и разориентации этих блоков в пределах зерна.

Список литературы

1. Балтер М.А. Упрочнение деталей машин. — М.: Машиностроение, 1978. — 172 с.
2. Бернштейн М.Л. Структура деформационных материалов. — М.: Машиностроение, 1983. — 316 с.
3. Давыдов Н.Г., Ситнов В.В. Свойства, производство и применение высокомарганцовистой стали. — М.: Машиностроение, 1996. — 232 с.
4. Зубнов Е.Е., Тесленко Т.С.; Соболенко Т.М. Исследование влияния исходной прочности стали Г13Л на ее свойства после упрочнения взрывом // Вестник ВНИИЖТ. — 1982. — № 2. — С. 30–31.
5. Кокорева О.Г. Исследование параметров качества поверхностного слоя при обработке статико-импульсным методом // СТИН. — 2012. — № 3. — С. 29–30.
6. Кокорева О.Г. Статико-импульсная обработка как эффективный способ упрочнения деталей машин // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. — 2012. — № 2(53). — С. 49–52.
7. Олейник Н.В. Поверхностное динамическое упрочнение деталей машин. — М.: Машиностроение, 1984. — 228 с.
8. Орленко Л.П. Поведение материалов при интенсивных динамических нагрузках. — М.: Машиностроение, 1964. — 160 с.
9. Райнхарт Д.Ж., Пирсон Д.Ж. Поведение металлов при импульсных нагрузках. — М.: Иностранная литература, 1958. — 296 с.
10. Технология статико-импульсного упрочнения / А.Г. Лазуткин, А.В. Киричек, Д.Л. Соловьев, О.Г. Кокорева // Новые материалы и технологии: тез. докл. Рос. науч.-техн. конф. — М.: МГАТУ, 1997. — С. 17.

УДК 502/504 :631.347

А.С. Апатенко, канд. техн. наук

Н.И. Владимирова

Московский государственный университет природообустройства

АНАЛИЗ СИСТЕМ РЕМОНТНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ОБУСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Потери времени на ремонт и техническое обслуживание составляют по наблюдениям ряда исследователей до 1/3 годового фонда рабочего времени [1].

Одним из следствий современного этапа развития прогресса явилось резкое увеличение машин-

ных парков. Оно сопровождается обострением проблемы восстановления и поддержания работоспособности техники, ростом материальных, людских и финансовых затрат на обеспечение исправности машин и оборудования, однако внимание ученых ремонтная проблема привлекла только в XX веке.