

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарновский И.Я. Формоизменение при пластической обработке металлов. – М.: Металлургиздат, 1974. – 327 с.
2. Долговечности трущихся деталей машин / Под ред. Д.Н. Гаркунова. – М.: Машиностроение, 1988. – 203 с.

Аннотация

Влияние вида обработки на напряжённое состояние рабочего слоя упрочняемой детали

Установлено, что упрочнение обрабатываемой поверхности, вызванное уплотнением металла, способствует повышению его износостойкости и, следовательно, долговечности восстанавливаемого диска копача.

Abstract

The influence of type of treatment on the stress of work hardening layer details

It was found that hardening of the cultivated surface, caused by condensation of the metal, improves its resistance and, therefore, working to restore the durability of machines.

УДК 621.9

ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ МАТЕРИАЛА ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ

Дудников А.А., профессор; Беловод А.И., ассистент; Горбенко А.В., ассистент
Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

При обработке материала деталей в холодном состоянии происходят существенные изменения его свойств, которые оказывают существенное влияние на условия протекания пластической деформации. Обработка давлением в сочетании колебаний обрабатывающего (рабочего) инструмента является эффективным средством улучшения эксплуатационных свойств материала деталей.

Для сравнительной оценки качества металла образцы подвергались обычной обработке и деформированию с использованием механических колебаний рабочего органа.

С целью сравнительного анализа расположения зерен образцов, деформированных указанными способами, изучалась микроструктура на шлифах. Размер зерен определяли методом визуальной оценки, заключающимся в определении величины зерна сравниванием видимых под микроскопом зерен с эталонной шкалой. При обработке с помощью механических колебаний величина зерна составила 7 баллов, а при обычной – 4 балла.

Исследованиями установлено, что при деформировании металла образцов с применением механических колебаний обрабатывающего инструмента структура металла была более равномерной и мелкозернистой.

Определение глубины деформированного слоя производилось с помощью окуляра с сеткой, точность отсчета которого заранее определялась объективом микрометром. Глубина деформированного слоя в условиях обычной обработки составила 430-450 мкм, а при использовании механических колебаний 650-700 мкм.

Определение количества зерен на выделенной площадке производилось методом С.А. Салтыкова. Установлено, что образцы, подвергнутые обработке колеблющимся рабочим органом, в деформированном слое имели число зерен 7, а образцы, обработанные обычной раздачей, – 5 зерен.

Образование большого числа более мелких зерен при обработке колеблющимся рабочим органом создает благоприятные условия для зарождений дислокаций, которые способствуют повышению степени деформации в радиальном направлении и упрочнению материала. Величина упрочнения тем больше, чем больше протяженность границ.

Протяженность границ зависит от числа зерен и их средней величины. Чем меньше зерна, тем больше протяженность границ. Прочность границ зерен вызывает упрочнение обрабатываемого материала. При пластическом деформировании с помощью колебаний обрабатывающего инструмента (вибрация, ультразвук) происходит скольжение частей кристалла относительно друг друга. При этом плоскость, вдоль которой происходит скольжение, называется плоскостью скольжения, а направление скольжения – направлением скольжения.

В процессе деформирования происходит смещение одного ряда атомов относительно другого на величину x . Напряжение, необходимое для смещения, зависит от расстояния x . Зависимость между касательным напряжением τ и смещением x является периодической функцией с периодом a (рисунок 1):

$$\tau = k \sin \frac{2\pi x}{a}. \quad (1)$$

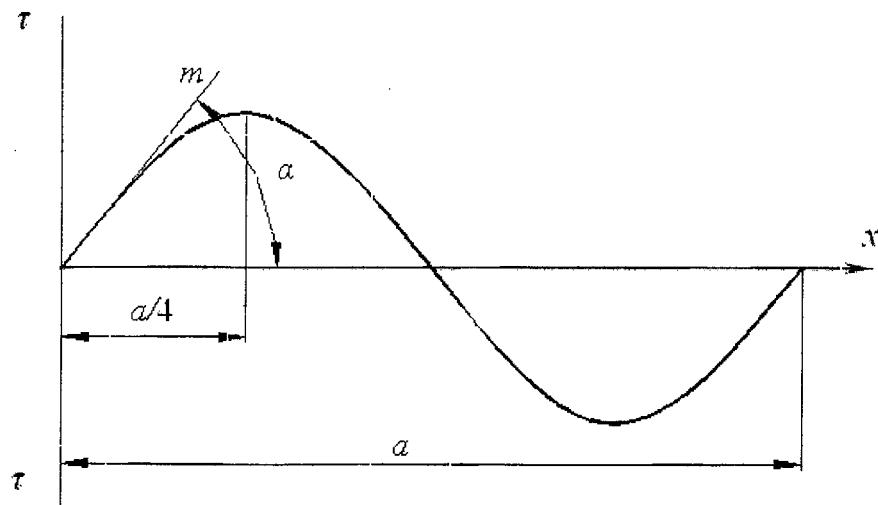


Рисунок 1 – Зависимость напряжения τ от величины смещения x

При x , равном 0, $\frac{b}{2}$, b касательное напряжение τ будет равно нулю, а при $x = \frac{b}{4}$ достигает максимального значения.

Коэффициент k может быть определен из условия, что наклон касательной m к оси абсцисс выражается $\operatorname{tg}\alpha$:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{d\tau}{dx} = k \cos \frac{2\pi x}{a} \cdot \frac{2\pi}{a}. \quad (2)$$

В начальный момент при $x = 0$

$$\operatorname{tg}\alpha = k \frac{2\pi}{a}. \quad (3)$$

Отсюда

$$\tau = x \operatorname{tg}\alpha = \frac{k 2\pi}{a} x. \quad (4)$$

Учитывая закон Гука, после ряда преобразований получим:

$$k = \frac{G a}{2\pi b}, \quad (5)$$

где G – модуль сдвига; b – расстояние между рядами атомов.

Приняв, что $a = b$, получим максимальное значение касательного напряжения τ при $x = \frac{a}{4}$:

$$\tau = \frac{G}{2\pi} \quad (6)$$

На величину упрочнения обрабатываемой поверхности оказывают существенное влияние несовершенства решетки металлических кристаллов, которые обусловлены рядом причин (наличие примесей, границы зерен и др.). Особым видом несовершенств являются дислокации, когда число атомных плоскостей, расположенных по разные стороны плоскости скольжения, неодинаково. Лишняя плоскость может находиться над плоскостью скольжения (положительная дислокация) или под ней (отрицательная дислокация).

У положительной дислокации происходит растяжение решетки под плоскостью скольжения и сжатие над ней. Отрицательная дислокация характеризуется растяжением решетки над плоскостью скольжения и сжатием под ней.

Для перемещения дислокаций требуется меньшее усилие, чем для смешения атомов в решётке без дислокаций.

Пластическую деформацию можно представить как движение дислокаций вдоль плоскости скольжения под действием напряжений сдвига.

Источниками дислокаций могут быть границы зерен. Скорость движения дислокаций меняется в зависимости от характера нагрузления при обработке, скорости деформирования и других факторов. При небольших нагрузлениях дислокации перемещаются относительно медленно, а при увеличении напряжений их скорость возрастает.

Важной количественной характеристикой дислокационной структуры является плотность дислокаций ρ_D :

$$\rho_D = \frac{L}{V}, \quad (7)$$

где L – суммарная длина дислокационных линий;
 V – объем обрабатываемого материала.

Плотность дислокаций в значительной степени зависит от способа обработки материала детали. Упрочнение при обработке давлением связано созданием препятствий при встрече дислокаций, которые движутся в плоскостях скольжения. Зависимость напряжений от плотности дислокаций имеет вид:

$$\tau = \sqrt{\rho_D}. \quad (8)$$

Особенности пластического деформирования металлов обусловлены двумя основными причинами: наличием большого количества зерен и существующими границами между ними. Границы зерен препятствуют скольжению дислокаций и передачи деформаций в зернах.

В процессе пластической деформации дислокации могут зарождаться в местах концентрации напряжений около дефектов. Сопротивление деформации повышается при наличии препятствий дислокаций. Накопление дислокаций ухудшает зарождение новых дислокаций. Для продолжения деформации необходимо увеличить прикладываемое усилие, т.е. усилие обработки.

Теорией дислокаций можно объяснить упрочнение (наклеп) при деформации. Упрочнение обрабатываемого материала обусловлено торможением движущихся дислокаций. Основным механизмом упрочнения материала является взаимодействие дислокаций между собой. При этом поля напряжений около скопления дислокаций, в том числе на границах зерен, препятствуют движению дислокаций, а при значительной плотности дислокаций в скоплениях зарождение новых дислокаций затрудняется.

При деформировании с использованием механических колебаний рабочего органа микроструктура более равномерная и мелкозернистая; создаются благоприятные условия для зарождения дислокаций, которые, в свою очередь, способствуют увеличению степени деформации и упрочнению материала, т.е. повышению его износстойкости.

ЛИТЕРАТУРА

- Коттрел А.Х. Дислокации и пластическое течение в кристаллах, пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1958. – 272с.
- Полухин П.И. Физические основы пластической деформации. – М.: Машиностроение, 1982. – 584с.

Аннотация

Поверхностное упрочнение материала деталей при их восстановлении

В работе установлено, что при деформировании с использованием механических колебаний рабочего органа микроструктура более равномерная и мелкозернистая; создаются благоприятные условия для зарождения дислокаций, которые, в свою очередь, способствуют увеличению степени деформации и упрочнению материала, т.е. повышению его износстойкости.

Abstract

Surface hardening of the material details in their rebuilding

The paper found that when using a deformation-lebany mechanical to body work more uniform microstructure and fine grain; created favorable conditions for the emergence of dislocations, which, in turn, help to increase the degree of strain hardening and material, ie improve its durability.

УДК 621.9.048

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО УПРОЧНЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

Горбенко А.В., ассистент

Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина

Наряду с конструктивными параметрами и условиями эксплуатации надежность работы деталей сельскохозяйственной техники зависит также и от состояния рабочей поверхности, которая должна быть износостойкой, иметь сжимающие остаточные напряжения, мелкозернистую структуру, округлую сглаженную форму микронеровностей с большой опорной поверхностью [1].

Для разработки технологии ультразвукового упрочнения были исследованы и установлены величины основных технологических параметров: форма и радиус сферической поверхности рабочего инструмента, усилие прижатия инструмента к поверхности, подача, скорость и амплитуда колебаний инструмента.

Рабочая часть обрабатывающего инструмента подвергается интенсивному истиранию и действию температур, так как в зоне контакта возникают значительные контактные давления на рабочей поверхности инструмента. Поэтому эффективность ультразвукового выглаживания непосредственно зависит от выбранных характеристик инструмента, который должен обладать большой твердостью, высоким пределом прочности, низкой износостойкостью, большой теплопроводностью и хорошей обрабатываемостью [2].

Материалами, которые применяются для изготовления рабочей части обрабатывающего инструмента, могут быть закаленные стали (ШХ15), твердые сплавы (ВК8, ВК6), а также природные и синтетические алмазы.

Таким образом, для выбора материала рабочей части выглаживающего инструмента исследовали следующие марки: ШХ15, ВК8, ВК6, АСБ.

Рабочая часть обрабатывающего инструмента была выбрана сферической формы, так как она позволяет обрабатывать наружные и внутренние поверхности.

Как показали исследования, наибольшую стойкость инструмента $T = 965$ мин получили при обработке алмазом, а наименьшую $T = 288$ мин при обработке сталью ШХ15. Ультразвуковое выглаживание позволяет повысить стойкость алмазного инструмента в 1,6 раза по сравнению с обычным алмазным выглаживанием, для которого стойкость инструмента равна $T = 600$ мин.

На основании проведенных исследований для ультразвукового выглаживания был выбран алмазный инструмент с радиусом рабочей части инструмента $r_{ин} = 2,5$ мм, так как при таком значении была получена наибольшая износостойкость. Повышение срока службы инструмента производили путем поворота его на 15° в обе стороны.