



Дудников А. А.

Беловод А. И.

Канивец А. В.

Дудник В. В.

**Полтавская
государственная
аграрная академия**

УДК 621.9

К ВОПРОСУ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОТВЕРДОСТИ МАТЕРИАЛА ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Розглянуті деякі аспекти зміни мікротвердості та величини зміцнення поверхні, що обробляється, в залежності від умов обробки.

Some aspects of change of microhardness and size of hardening of a processed surface depending on processing conditions are considered.

Микроструктурные исследования необходимы для определения влияния вида обработки на свойства материала рабочих органов почвообрабатывающих машин для выбора режима технологического процесса их восстановления.

Важной составляющей характеристикой физико-механических свойств поверхностного слоя является микротвердость, которую можно рассматривать как следствие упругопластических деформаций. Последние вызываются действием ударно-волновых процессов при вибрационном воздействии на поверхностный слой детали.

Строение поверхностного слоя и происходящие в нем явления играют особую роль для протекания в нем многих процессов: старения, разрушения и т.д. Состояние поверхностного слоя в значительной степени определяется видом взаимодействия с другим телом или с окружающей средой, а также видом обработки при изготовлении или восстановления детали.

От состояния поверхностного слоя материала зависит работоспособность сборочных единиц, агрегатов, машин. Поверхностный слой наделен определенной энергией, которая способствует возникновению таких явлений, как поглощение (адсорбция), сцепление (когезия), налипание (адгезия), в результате которых поверхностный слой приобретает своеобразное строение.

Следует сказать, что поверхностный слой формируется в результате определенных технологических процессов, которые наряду с образованием необходимой формы поверхности изменяют и свойства материала. Параметры поверхностного слоя, его структура, микротвердость, напряженное состояние, как правило, сильно отличаются от свойств всего объема материала.

В процессе эксплуатации происходит непрерывная трансформация параметров и

состояния поверхностного слоя в значительно большей степени, чем изменения остального объема детали.

Поверхностный слой представляет собой довольно сложную формацию: макрогеометрия, микрогеометрия, остаточные напряжения, твердость и микротвердость.

Микротвердость, в основном, изменяется в результате действия тех же параметров, которые вызывают изменение остаточных напряжений. Наиболее существенное влияние на микротвердость оказывают режим и продолжительность обработки, исходное состояние материала детали, температура, глубина (толщина) упрочненного (наклепанного) слоя a , которая может быть определена следующей зависимостью [1]:

$$a = \sqrt{\frac{N}{\sigma_s}}, \quad (1)$$

где N – нормальная составляющая усилия обработки; σ_s – предел текучести материала детали.

При обработке закрепленной детали с учетом ряда параметров, влияющих на изменение микротвердости и толщины упрочненного слоя, можно записать:

$$a = \sqrt[3]{\frac{m_{\Pi} v^2 \sigma_{SV} K_1 K_2 K_{\text{ПAB}} \left(1 - \frac{3}{8} K_3\right)}{K_3 \sigma_s}}, \quad (2)$$

где m_{Π} – приведенная масса обрабатывающего инструмента к массе обрабатываемой детали; v – скорость деформирования; K_1 – коэффициент перекрытия участков между пластическими отпечатками; K_2 – коэффициент, учитывающий демфирующие свойства материала инструмента и детали; $K_{\text{ПAB}}$ – коэффициент, учитывающий действие имеющихся на поверхности инструмента и детали поверхностно-активных веществ; K_3 –



коэффициент повторных ударов.

Для определения времени упрочнения (наклепа) необходимо исходить из анализа количества ударных действий n_{∂} обрабатывающего инструмента для формирования упрочненного слоя:

$$n_{\partial} = \frac{1,9F_K K_1}{\sqrt{N/2\sigma_s}}, \quad (3)$$

где F_K – площадь контакта обрабатывающего инструмента с обрабатываемой поверхностью в момент соударения.

Время обработки всей поверхности может быть определено:

$$t = \frac{1,9F_K K_1 K_{ПДВ}}{\sqrt{N/2\sigma_s} n_{\partial}}, \quad (4)$$

Исследование процесса виброупрочнения поверхностного слоя производилось на плоских образцах из различных материалов с использованием распространенных методов и приборов в соответствии с ГОСТ 13407-77, ГОСТ 5639-82 и ГОСТ 9013-89.

Результаты вибрационного упрочнения образцов из стали 65Г представлены на рис. 1.

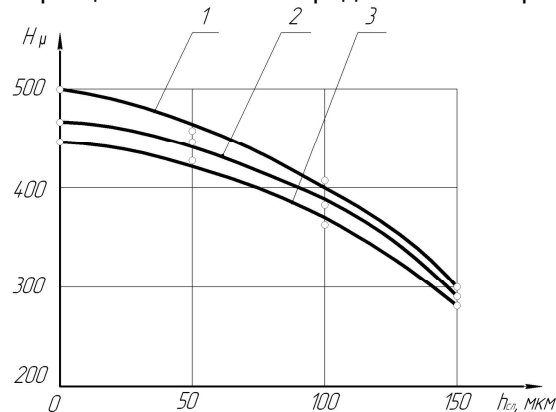


Рис. 1. Изменение микротвердости в поверхностном слое при $A = 0,75$ мм; 1 – $t = 15$ мин; 2 – $t = 10$ мин; 3 – $t = 5$ мин.

Исследования показали, что вибрационная обработка плоских образцов сопровождается заметным изменением структуры и микротвердости. Уменьшение микротвердости с увеличением толщины обрабатываемого материала обусловлено образованием мартенситно-перлитно-ферритной структуры. С увеличением времени вибрационной обработки наблюдается повышение микротвердости обрабатываемого слоя.

Результаты обработки стальных образцов вибрационным деформированием (отожженных и закаленных) показали, что с увеличением амплитуды колебаний наблюдается увеличение микротвердости

поверхностного слоя, что можно объяснить увеличением сил микроударов обрабатывающего инструмента.

Исследованиями установлено, что как для отожженных, так и для закаленных образцов увеличение частоты колебаний вызывает увеличение микротвердости, что объясняется увеличением усилия обработки (сил микроударов).

Исследования изменения упрочнения (наклепа) показали, что формирование обрабатываемой поверхности происходит в результате пластического деформирования. Интенсивность вибронаклепа зависит от времени обработки. Наибольший наклеп имеет место в первый период обработки (5-20 минут); после чего происходит некоторая стабилизация, что особенно заметно для закаленных образцов.

Экспериментальные данные по изменению микротвердости свидетельствуют о том, что поверхностные слои, упрочнившись в первый период обработки, в дальнейшем тормозят развитию упрочнения для определенных режимов обработки. Дальнейшее увеличение микротвердости может быть достигнуто за счет изменения условий вибрационной обработки.

Одной из причин различия в упрочнении образцов является то, что мартенситная структура металла в большей степени подвергается наклепу, чем перлитно-ферритная.

Полученные результаты позволяют сделать выводы об изменении микротвердости.

1. С увеличением времени вибрационного пластического деформирования происходит повышение микротвердости, способствующей повышению износостойкости обработанных поверхностей деталей.

2. Увеличение частоты колебаний обрабатывающего инструмента способствует повышению микротвердости, что происходит увеличением усилия обработки.

3. Упрочнение обрабатываемой поверхности в значительной мере определяется условиями обработки и носит изменяющийся характер. В этой связи выявление оптимальных режимов вибрационного упрочнения является первоочередным при разработке технологического процесса восстановления изношенных деталей.

Литература

1. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.