



Канивец А. В.

Полтавская  
государственная  
аграрная академия

УДК 621.9

## К ВОПРОСУ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

*Розглянутий механізм пластичного деформування в процесі звичайного і вібраційного навантаження.*

*The mechanism of plastic deformation in the normal course of loading and vibration.*

Пластическая деформация является не только результатом перемещения дефектов кристаллической решетки обрабатываемого материала, но и способом изменения его свойств, геометрических параметров, формы.

Пластическая деформация происходит вследствие скольжения, т.е. сдвига касательных напряжений по плоскостям скольжения.

Изготовление деталей из высокопрочных материалов, интенсификация процессов металлообработки выдвинули на первый план вопросы использования вибрации при обработке их давлением, т.е. разработки технологических процессов, сопровождающихся последовательным нанесением на обрабатываемую поверхность большого числа микроударов рабочего (обрабатываемого) инструмента [1].

Вибрационные методы обработки способствуют интенсификации целого ряда процессов, повышают уровень механизации и автоматизации многих трудоемких процессов.

Вибрационные колебания обрабатываемого инструмента делают более эффективным метод поверхностного пластического деформирования (ППД), обеспечивая более высокую величину деформации и упрочнение обрабатываемой поверхности.

Рациональный выбор способа механического упрочнения и внедрение его при восстановлении изношенных деталей позволяет в широких пределах повышать износостойкость, прочность, коррозионную стойкость и другие эксплуатационные свойства материала деталей машин.

Пластическое деформирование поверхностных слоев может осуществляться либо непрерывным контактом обрабатываемого инструмента, либо его

ударным воздействием. Первый способ называют обычное (статическое) деформирование, а второй – вибрационное (динамическое) деформирование.

Динамический характер процесса деформирования (обработки), сопровождаемый множеством микроударов обрабатываемого инструмента по обрабатываемой поверхности, является основой вибрационного упрочнения. При этом обеспечивается пластическое деформирование поверхностного слоя, следствием чего является образование сжимающих остаточных напряжений, повышение микротвердости [2].

На пластичность оказывает влияние не только схема главных напряжений, но и абсолютная их величина, которая характеризуется средним давлением. Чем больше абсолютная величина среднего давления сжатия, тем выше пластичность. Это можно объяснить тем, что при высоком давлении металл упрочняется, всевозможные нарушения целостности ликвидируются, межкусталлическая деформация затрудняется, а внутрикristаллическая – облегчается. Это приводит к увеличению пластичности и сопротивления деформации. Чем меньшую роль в схеме главных напряжений играют растягивающие напряжения и чем большую играют сжимающие, тем большую способность к пластической деформации проявляет металл [3].

Пластичность, как полагают ряд авторов [4], определяется, прежде всего, не свойством материала, а его состоянием. Даже непластичный по природе металл можно привести в пластическое состояние при соответствующей схеме деформации [4].

Пластическая деформация наступает при



достижении касательного напряжения определенной величины, соответствующей максимальному значению при угле выхода линий скольжения на свободную поверхность  $45^\circ$ , что может быть обеспечено при вибрационном характере нагружения в момент отрыва инструмента от поверхности обрабатываемого материала.

При вибрационном деформировании происходит дробление зерен обрабатываемого материала и обеспечивается их ориентированность по отношению направления приложенного усилия. В результате происходит увеличение зерен, плоскости скольжения которых расположены под углом  $45^\circ$  к направлению действующего усилия. В этих зернах создаются условия для пластической деформации скольжения, поскольку касательные напряжения достигают наибольшего значения.

Пластичность определяется также наличием мест с ослабленными связями, обусловленными несовершенством кристаллической решетки, т.е. дислокациями, которые под действием сдвигающих напряжений могут перемещаться вдоль плоскостей скольжения и вызывать смещение всех атомов вдоль плоскостей скольжения, увеличивая тем самым величину деформации.

При обычном деформировании происходит эстафетная передача скольжения от одного кристалла к другому. Линии скольжения появляются в местах, благоприятно ориентированных по отношению к приложенному усилию [5].

Особенностью деформации материала при вибрационном нагружении обусловлено проявление инерционных свойств и снижение сопротивления от сил трения на контактной поверхности обрабатываемого инструмента с деталью.

Так как при вибрационных колебаниях активизация дислокаций происходит практически во всех зернах, прилегающих к поверхности, то процесс скольжения совершается почти одновременно во всех кристаллитах [6].

При вибрационном деформировании в результате дробления зерен протяженность их границ увеличивается и тем самым возникает больше зон скопления дислокаций. Этим

можно объяснить механизм упрочнения.

Увеличение степени деформации обрабатываемого материала вызывает уменьшение пути пробега дислокаций и, следовательно, увеличение их плотности и взаимодействия. Сплетения дислокаций создают препятствия продвижению остальных дислокаций, что приводит к упрочнению и формированию полос скольжения [7].

Наибольшее воздействие вибрационной обработки происходит в приконтактных слоях обрабатываемой поверхности. Формирование поверхностного слоя в процессе вибрационного деформирования зависит от формы и размеров обрабатываемого инструмента, что в зависимости от требований, предъявляемых к детали, определяется проведением специальных исследований.

### Литература

1. Левин В.Н. Вибродеформационный процесс в металлообработке. – М: НИИМаш., 1980. – 49 с.
2. Сивак И.О. Пластичность металлов при холодной пластической деформации // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в машинобудуванні і металургії. – Краматорськ-Слов'янськ: ДДМА. – 2000. – С. 168-171.
3. Image Correlation for Deformation, Motion and Shape Measurements. Basic Concepts. Theory and Applications Sutton, Machael A. Orten, Jean-Jose, Schreicr, Hubert, 2008. – 300 p.
4. Бандура В.Н. Схема напряженного состояния в поверхностном пластически деформированном слое / В.Н. Бандура, Н.А. Деревенько // Вібрації в техніці та технологіях. Вінниця, 2006. №3 (45). – С. 26-29.
5. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1978. – 391 с.
6. Скобло Т.С. Анализ факторов влияющих на определение связи твердость – коэрцитивная сила / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, М.В. Марченко // Сб. ХДТУСГ. Вып. 39. – Харьков: 2005. – С. 264-270.
7. Скобло Т.С. Прокатные валки из высокоуглеродистых сплавов. – М.: Металлургия, 1994. – 62 с.