

#### 4. Выводы

Проведенные исследования дают возможность установить степень влияния проникающего акустического излучения на оболочечные и плоские фрагменты подвеса.

Построенные координатные функции подвеса раскрывают содержательную часть явления, с одной стороны, с другой – создают предпосылки для выработки средств и методов борьбы с негативным влиянием мощной ударной волны при звуковом барьере.

#### Литература

1. Карачун, В.В. О погрешности гироскопического датчика угловых скоростей при акустическом возмущении [Текст]/ В.В. Карачун, О.Н. Юдин // Механика гироскопических систем. – 1993. – Вып. 12. – С. 107-110.
2. Карачун, В.В. О влиянии звукового излучения на механические системы [Текст]/ В.В. Карачун // «Аерокосмічний комплекс: конверсія та технології»: Житомир, 11-16 вересень 1995 р., ЖИТИ. -1995. –С.20-21. – 1993. – Вып. 12. – С. 23-28.
3. Карачун, В.В. О влиянии акустического излучения на динамику чувствительных элементов ГСП [Текст]/ В.В. Карачун, В.Г. Лозовик // Космічна наука: технологія. – 1996. – Т. 1, №2-6. – С. 73-75.
4. Карачун, В.В. Напряженно-деформированное состояние поверхности круговой цилиндрической оболочки под действием акустической волны [Текст] / В.В. Карачун, В.Г. Лозовик // Проблемы прочности. – 1997. №3. – С.139-144.
5. Мельник, В.М. Похибки поплавкового гіроскопа за синхронної хитавиці фіюзеляжу РН [Текст] / В.М. Мельник, В.В. Карачун // Вісник ЖДТУ/ Технічні науки. – 2008. №1(44). – С.83-94.
6. Мельник, В.Н. Первое приближение погрешности поплавкового гироскопа в натуральных условиях [Текст] / В.Н. Мельник, В.В. Карачун// Materialy IV Mezinarodny vedecko-prekticka conference «Věda a technologig: Krok do budoucnosti -2008», 1-15 březnen 2008 roku. Technscé vedy. Dil 11. Praha: Publishing House «Education and Scince», Str.67-70.
7. Мельник, В.Н. Нелинейные колебания в полиагрегатном подвесе гироскопа [Текст]: моногр. / В.Н. Мельник, В.В. Карачун; НТУУ «КПИ». – «Корнейчук», 2008. -104с. Библиогр: с.80-82. – ISBN 978-966-7599-48-5.

*Розглянуті методи відновлення бронзових втулок розподільних валів двигунів ЯМЗ методом вібраційного зміцнення*

*Ключові слова: бронзові втулки, механічні коливання*

*Рассмотрены методы восстановления бронзовых втулок распределительных валов двигателей ЯМЗ методом вибрационного упрочнения*

*Ключевые слова: бронзовые втулки, механические колебания*

*The methods for recovery of bronze bushings camshaft engines using vibration hardening JAMZ are considered*

*Keywords: bronze bushings, mechanical vibrations*

Всё более широкое применение в промышленности высокопрочных материалов – нержавеющей, жаропрочных сталей и сплавов, а также интенсификация процессов металлообработки, выдвинули на первый план использование вибрации при обработке металлов давлением.

Вибрационная технология существенно отличается от традиционных методов обработки. Нетрадиционный подход позволяет создавать новые методы обработки и технологические процессы, способствующие разработке экологически чистых ресурсосберегающих технологий, характеризующихся более высокой ин-

УДК 621.9.048.6

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ БРОНЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ВТУЛОК МЕТОДОМ ВИБРАЦИОННОГО УПРОЧНЕНИЯ

**А.А. Келемеш**

Ассистент

Кафедра ремонта машин и технологии  
конструкционных материалов

Полтавская государственная аграрная академия  
ул. Сковороды, 1/3, г. Полтава, Украина, 36003

тенсивностью и производительностью, оригинальными качественными показателями [1].

Вибрационные технологии характеризуются колебательными гармоническими движениями обрабатываемой детали или обрабатывающего инструмента. Такие колебания частотой 15...100 Гц и с малыми амплитудами в технике называют низкочастотными колебаниями или вибрациями.

В технической литературе имеется ряд работ, в различных аспектах отмечающих интенсифицирующее влияние вибраций на формообразование деталей и изменение физико-механических свойств их материала.

Вибрационные технологические процессы за последнее время нашли довольно широкое применение в различных областях народного хозяйства. Вибрационная обработка способствует интенсификации целого ряда процессов, повышает уровень механизации и автоматизации и является новым и прогрессивным направлением, возмозности и область применения которого далеко не полностью выявлены.

Широкие технологические возможности этого метода в сочетании с высокой производительностью на упрочняющих операциях ставят его в число наиболее актуальных и перспективных способов обработки [2].

Интенсивность вибрационной обработки зависит от следующих основных факторов: физико-механических свойств материала обрабатываемых деталей, их размеров, режимов обработки и др. Основными параметрами вибрационного технологического процесса являются: возмущающая сила, амплитуда, частота и скорость обрабатывающего инструмента, время обработки и др.

Динамический характер вибрационно-технологического процесса характеризуется множеством микродаров обрабатывающего инструмента или частиц рабочей среды по обрабатываемой поверхности деталей и обеспечивающего пластическое деформирование поверхностного слоя. Следствием этого является образование сжимающих остаточных напряжений, повышение микротвёрдости, уменьшение шероховатости материала обрабатываемой поверхности.

Вибрационные технологии являются универсальным методом упрочнения, способствующим повышению пластичности обрабатываемого материала, на которую оказывает влияние как схема главных напряжений, так и абсолютная их величина, характеризующая средним давлением. Пластичность повышается с увеличением абсолютной величины среднего давления сжатия. Это объясняется тем, что при высоком давлении материал уплотняется, всевозможные нарушения целостности (сплошности) ликвидируются, межкристаллическая деформация затрудняется, а внутрикристаллическая облегчается, что увеличивает пластичность. Чем меньшую роль в схеме главных напряжений играют растягивающие напряжения и чем большую – сжимающие, тем металл проявляет большую способность к пластичности.

Появление пластичности материала обрабатываемой детали происходит при достижении касательного напряжения определённой величины, соответствующей максимальному значению при угле выхода линий скольжения на свободную поверхность равным 45°, что обеспечивается только при вибрационном характере нагружения в момент отрыва (или ослабления)

обрабатывающего инструмента от обрабатываемой поверхности детали [3].

При вибрационной обработке происходит дробление зёрен обрабатываемого материала в результате действия колебательного нагружения и увеличение их числа. Плоскости скольжения этих зёрен расположены под углом 45° к направлению нагрузки, что способствует созданию условий для протекания пластической деформации скольжения, поскольку касательные напряжения достигают максимального значения.

Особенности в развитии линий скольжений при вибрационном деформировании состоят не только в снижении сил контактного трения, но и в изменении поведения дислокаций в результате колебательного воздействия. При вибрационном нагружении особенностью деформации является проявление инерционных свойств и снижение сопротивления от сил трения на поверхности контакта обрабатывающего инструмента с обрабатываемой деталью [4].

Дефекты строения кристалла, границы зёрен препятствуют перемещению дислокаций. Их скопление затрудняет зарождение новых дислокаций. При вибрационной обработке вследствие дробления зёрен и формирования их блоков протяжённость их границ увеличивается, что приводит к появлению большего числа зон скопления дислокаций. Этим объясняется механизм упрочнения при вибрационном нагружении.

В.И. Левин отмечает, вибрационная обработка «имеет значительный научный и практический интерес, так как появляется возможность использования её для повышения точности изделий и стойкости инструмента, а также для увеличения производительности механической обработки» [5]. Автором составлен перечень систем механической обработки с использованием вибрации (табл. 1).

**Таблица 1**

**Виды пластической обработки с применением механических колебаний**

Виды обработки		
Первая группа	Вторая группа	Третья группа
Штамповка	Высадка	Накатка
Ковка	Волочение	Правка
Прокатка	Вытяжка	Рихтовка
Экструзия	Гибка	Выглаживание

Для первой группы основными формообразующими энергогасителями являются усилие обработки и температура нагрева обрабатываемого объекта. Применение вибрационных колебаний способствует более эффективному протеканию технологического процесса и повышению качества обрабатываемой поверхности.

Операции второй группы обработки выполняются в основном без внешнего теплового воздействия на обрабатываемый материал и применение колебаний обрабатывающего инструмента способствует повышению производительности формообразования и релаксации внутренних напряжений в заготовках, вызванных усилием деформирования.

Основным формообразующим фактором для третьей группы является вибродеформационный процесс, применение которого в данных технологических операциях позволяет повысить качество и производительность формообразования по сравнению с традиционными способами выполнения этих операций.

Вибрационная обработка характеризуется периодическим отрывом (ослаблением контакта) поверхности рабочей части инструмента от обрабатываемой поверхности детали, что способствует появлению микропроцесса разгрузки указанных поверхностей. Динамическое воздействие возрастает с увеличением таких параметров, как амплитуда и частота колебаний. В литературе имеется недостаточно данных о влиянии указанных параметров на процесс упрочнения поверхности материала обрабатываемых деталей.

Формирование поверхностного слоя в процессе вибрационного деформирования зависит от формы и размеров обрабатывающего инструмента, что в зависимости от требований, предъявляемых к детали, определяется проведением специальных исследований.

Износостойкость материала деталей, подвергнутых вибрационному упрочнению, в значительной степени определяется глубиной упрочнённого слоя. В литературе отсутствуют конкретные рекомендации по определению её значений.

Имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о том, что процесс вибрационного упрочнения поверхностей деталей изучен недостаточно.

Обобщая известные публикации, преимущества вибрационного деформирования сводятся к следующему:

1. При данном методе существенно меняются условия контактного трения между поверхностями обрабатываемой детали и обрабатывающего инструмента.

2. Меняется характер упрочнения обрабатываемого материала вследствие затормаживания части дислокаций.

До настоящего времени механизм вибрационного воздействия в различных технологических процессах обработки металлов и сплавов давлением ещё недостаточно изучен. Имеющиеся отдельные исследования свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения процесса вибрационного деформирования и его использования в рассматриваемых видах обработки.

Проведение всесторонних исследований по вибрационному деформированию деталей из различных материалов с целью применения полученных данных при разработке технологии восстановления изношенных деталей машин представляет теоретический и практический интерес.

---

#### Литература

1. Бабичев, А.П. Основы вибрационной технологии . Изд. 2-е, перераб. и доп. / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с.
2. Клименко, В.М. Вибрационная обработка металлов давлением / В.М. Клименко, В.И. Шаповал. – К.: Техника, 1987. – 128 с.
3. Кудрявцев, Н.В. Внутренние напряжения как резерв прочности в машиностроении / Н.В. Кудрявцев. – М.: Машиностроение, 1981. – 250 с.
4. Скобло, Т.С. Анализ факторов влияющих на определение связи твёрдость – коэрцитивная сила / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, М.В. Марченко // Сб. ХДТУСГ. Вып. 39. – Харьков: 2005. – С. 264-270.
5. Левин, В.И. Применение вибрационной обработки / В.И. Левин. – М.: Машиностроение, 1992. – 288 с.