

воздействий на жидкий и кристаллизующийся расплав [Текст] / В.А. Ефимов. - Киев: Изд. ИПЛ АН УССР. - 1983. - С. 3-65. **3.** Немененок, Б.М. Теория и практика комплексного модифицирования силуминов [Текст] / Б.М. Немененок - Мн. Технопринт, 1999. - 272 с. **4.** Скворцов, А.А. Влияние внешних воздействий на процесс формирования слитков и заготовок [Текст] / А.А. Скворцов, А.Д. Акименко, В.А. Ульянов - М.: Металлургия, 1995. - 272 с. **5.** Ефимов, В.А. Физические методы воздействия на процессы затвердевания сплавов [Текст] / В.А. Ефимов, А.С. Эльдарханов. - М.: Металлургия, 1995. - 272 с. **6.** Эльдарханов, А.С. Процессы кристаллизации в поле упругих волн [Текст] / А.С. Эльдарханов. - М.: Металлургия, 1996. - 256 с. **7.** Скребцов, А.М. О некоторых возможностях измельчения зерна металла отливки при внешнем воздействии на затвердевающий расплав [Текст] / А.М. Скребцов, Л.Д. Дан, А.О. Секачев и др. // Металл и литье Украины. 1996. - № 1-2. - С.30-34. **8.** Борисов, Г.П. Давление в управлении литейными процессами [Текст] / Г.П. Борисов. - К.: Наукова думка, 1988.- 271 с. **9.** Абрамов, О.Б. Кристаллизация металлов в ультразвуковом поле [Текст] / О.Б. Абрамов. - М.: Металлургия, 1972.- 256 с. **10.** Пилюшенко, В.Л. Влияние виброимпульсного воздействия на условия затвердевания стали [Текст] / В.Л. Пилюшенко, А.Н. Смирнов. - В кн.: Черная металлургия. Наука – технология – производство. М.: Металлургия, 1989. - С. 162-171. **11.** Ульянов, В.А. Кинетика формирования стальных слитков при пассивных и активных внешних воздействиях [Текст] / В.А. Ульянов, Е.М. Китаев, А.А. Скворцов. // Процессы литья. - 1993, №4. - С.38-43. **12.** Скребцов, А.М. Формирование структуры и конуса осаждения слитка или отливки при внешнем воздействии на поверхность расплава [Текст] / Л.А. Дан, В.Б. Килочкин // Металл и литье Украины. - 1994. - №7-8. - С.5-9. **13.** Возможность использования комплексного модификатора длительного действия на основе нанопорошков длительного действия для повышения качества отливок из алюминиевых сплавов [Текст]: Новые материалы и технологии в машиностроении-2005. Сб. трудов IV Международной научно-технической конференции. / Брянск: БГИТА - 2005. - С. 17 –23. **14.** Селиверстов, В.Ю. Технология газодинамического воздействия на расплав в литейной форме – один из перспективных способов повышения качества металла отливок [Текст] / В.Ю. Селиверстов. // Сучасні проблеми металургії. Наукові праці. Днепропетровск: Системні технології. - 2007. - Том 10. - С. 25 – 35. **15.** Селиверстов, В.Ю. Перспективы применения комбинированных способов управления структурообразованием литого металла [Текст] / В.Ю. Селиверстов, Ю.В. Доценко / Вісник ДДМА. - 2009. - № 1 (15). - С.267-273.

Поступила в редколлегию 11.06.2012

УДК 621.9.048.6

А.А. КЕЛЕМЕШ, ассис., Полтавская государственная аграрная академия

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИБРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Приведено класифікацію та характеристику коливальних процесів, які застосовуються при обробці матеріалу відновлюваних деталей.

Ключові слова: вібраційні коливання, вібробудувач, релаксація, деформація.

Приведены классификация и характеристика колебательных процессов, применяемых при обработке материала восстанавливаемых деталей.

Ключевые слова: вибрационные колебания, вибровозбудитель, релаксация, деформация.

The classification and characterization of oscillatory processes used in the processing of the material recovered parts.

Keywords: vibratory oscillation vibration exciter, relaxation, deformation.

1. Введение

Вибрационные процессы основаны на использовании колебаний, воздействующих на обрабатываемый материал. Физическая природа процессов вибрационной технологии достаточно сложна и связана с такими явлениями, как удар, кавитация, упрочнение и др.

Вибрационные колебания обрабатывающего инструмента оказывают положительное влияние на прочностные характеристики обрабатываемого материала деталей машин и способствуют повышению надёжности и долговечности как при изготовлении деталей и сборочных единиц, так и при их восстановлении.

2. Постановка проблемы

В условиях высоких скоростей относительного перемещения и нагрузок контактирующих поверхностей возрастают требования к износостойкости, усталостной прочности деталей, что в большинстве случаев, обеспечивается приданием обрабатываемому материалу необходимых физико-механических свойств. Исследование характеристик колебательных процессов и их использование в технологических процессах обработки является актуальной проблемой в повышении ресурса машин.

3. Основное содержание

Механические колебания, происходящие под действием сил, называют свободными, поскольку совершаются при отсутствии внешнего периодического воздействия. При изучении колебательных (вибрационных) процессов встречается понятие квазиупругой силы, которые по своей природе не являются упругими. Однако, их величина пропорциональна смещению тела от положения равновесия. Выражение квазиупругой силы имеет вид [1]:

$$P = -ku, \quad (1)$$

где k – коэффициент квазиупругой силы; u – смещение; знак минус указывает на противоположное направление вектора силы и смещения.

Свободные колебания называются затухающими, если затухания обусловлены одновременным действием квазиупругой силы и силы трения.

$$F_{TP} = -ru. \quad (2)$$

В свою очередь величина u равна:

$$u = Ae^{\delta t} \sin(\omega t + \phi), \quad (3)$$

где δ – коэффициент затухания; $Ae^{\delta t}$ – мгновенное значение амплитуды; e – основание натурального логарифма;

$$\delta = r / 2m; \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}, \quad (4)$$

где r – коэффициент сопротивления; m – масса колеблющегося инструмента; $\omega_0^2 = k / m$.

В отличие от свободных колебаний вынужденные колебания происходят под действием внешней периодической (возмущающей) силы и могут возникать в самых разнообразных условиях. В процессе вынужденных колебаний может возникнуть явление резонанса, характеризующееся резким возрастанием амплитуды колебаний тела. Это происходит вследствие равенства частоты возмущающей силы и собственной частоты системы.

Интенсивность процессов в колебательной системе (интенсивность вибраций) характеризуется соотношением между измеренным значением параметра процесса и некоторым значением, которое соответствует нулевому уровню [2]. Интенсивность колебаний может быть выражена:

$$\lambda = A\omega / 9,81. \quad (5)$$

В процессе вибрационной обработки металла (сплавов) может иметь место виброползучесть – явление увеличения величины деформации при постоянном уровне напряжений. При наложении на этот постоянный уровень дополнительных знакопеременных напряжений наблюдается ускорение ползучести, получившее название виброползучести.

Релаксация напряжений при наложении вибраций протекает более интенсивно и называется виброрелаксацией. Виброползучесть и виброрелаксация происходят вследствие изменения свойств обрабатываемого материала под влиянием вибраций.

Несмотря на большое многообразие технологического применения механических колебаний, основу соответствующих процессов определяет характер взаимодействия вибрирующего элемента (обрабатывающего инструмента) с объектом взаимодействия (отдельными деталями).

Механические колебания применяются в следующих технологических направлениях:

1. Непосредственное воздействие колебаний на объект (деталь). При этом технологическая реализация может происходить в двух вариантах. В первом варианте образец, подлежащий восстановлению, находится в неподвижном состоянии, закреплённом в матрице. Обрабатывающий инструмент (пуансон) крепится к плите вибровозбудителя, совершая колебания, вместе с вибровозбудителем перемещается навстречу образцу (рис.1). При втором варианте вибровозбудитель с закреплённым пуансоном совершает колебания вокруг нейтрального положения. Матрица же с образцом (деталью) перемещается навстречу вибрирующему пуансону.

Эксперименты проводились на установках, выполненных по двум вариантам. Схема вибрационного узла установки, изготовленной по второму варианту, показана на рис. 2.

Вибровозбудитель (1) с пуансоном (5) крепится на плите (4), по краям которой закреплены четыре ролика (3). Ролики перемещаются по направляющим

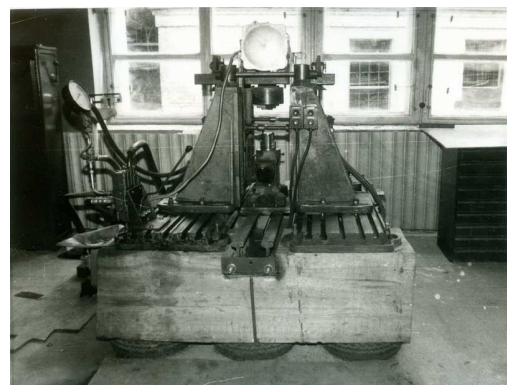


Рис. 1. Вибрационная установка для обработки деталей, выполненная по первому варианту

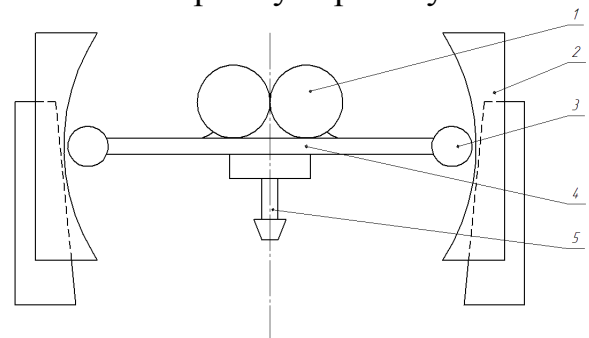


Рис. 2. Схема вибрационного узла установки, выполненной по второму варианту

пластинам (2) определённой кривизны.

2. Воздействие колебаний на технологическую среду с целью приведения её в активное состояние, обеспечивающее обработку.

Вибрационное воздействие на объекты (детали), подвергаемые обработке, сопровождается изменением их физического состояния и превращениями, особенности которых определяются параметрами колебаний.

Под воздействием вибраций в обрабатываемом материале распространяются волны деформаций. При воздействии деформаций на многослойные среды слой, прилегающий к вибрирующему рабочему органу (обрабатываемому инструменту), получает от него силовые импульсы, которые передаются следующим частицам и слоям. Вследствие инерционности, наличия сил трения и необратимых (остаточных) деформаций (например, пластическая деформация материала деталей) импульсы по мере передачи их от слоя к слою (по мере удаления от вибрирующего органа) постепенно ослабевают. Степень затухания определяется свойствами материала, а также характером и величиной силовых импульсов. Энергия колебательного движения источника вибраций в процессе прохождения волны затрачивается на ускорение обрабатываемой детали и на восполнение потерь при необратимых деформациях.

4. Выводы

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы.

1. Приведена классификация механических колебаний и их влияние на технологический процесс обработки материала деталей.

2. Дается характеристика колебательных процессов и рассмотрен их механизм, обеспечивающий деформацию обрабатываемого материала.

Список литературы: 1. *Бабичев А.П.* Отделочно-упрочняющая обработка деталей многоконтактным виброударным инструментом / *А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко и др.* – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. – 191 с. 2. *Бабичев А.П.* Основы вибрационной технологии / *А.П. Бабичев.* – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ. 4.2, 1994. – 89 с.

Поступила в редколлегию 11.06.2012

УДК 621.3.078, 621.45.034, 621.45.018.2

С. КОСТЕЛОВ, асп., асис., Луцкий національний технічний університет,
І. КОНОВАЛЕНКО, канд. техн. наук, доц., Тернопільський національний
технічний університет ім. І.Пулюя

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ І ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ КОЛЕКТОРА ОСНОВНОГО ПАЛИВНОГО ВУЗЛА ГТД

У роботі досліджено проблему випробування паливних колекторів основного паливного вузла газотурбінного двигуна на базі засобів та методів, які застосовуються на авіаремонтних підприємствах. Проаналізовано фактори впливу та математичні методи аналізу і показано, що одним із оптимальних варіантів рішення задачі автоматизації є впровадження математичного та імітаційного моделювання. Це дозволить вести електронний облік даних випробувань та вимірювань, в автоматичному режимі проводити розрахунки та передбачувати поведінку системи в заданих режимах. В процесі аналізу було визначено основний напрямок побудови