

Целью работы стало создание и исследование математической модели станда, имитирующего процесс механического резания. Проектируемый стенд предназначен для исследования процессов резания, имитируемых при помощи воссоздания откликов системы.

В ходе работе решены следующие задачи:

- построена расчетная схема;
- создана и исследована математическую модель в среде MatLab.

Стенд для исследования процессов обратной прецессии состоит из каркаса: четырех платформ, закрепленных на четырех неподвижных цилиндрических направляющих; вращающегося вала; магнитов; и мобильного диагностического комплекса [5–7].

Вал, закрепленный в двух опорах каркаса, приводится в движение двигателем, через ременную передачу. На свободном конце вала закреплен диск. Диск, находясь в отверстии третьей платформы и «взаимодействуя» с магнитами платформы при вращении, имитирует нагрузки, возникающие в процессе механической обработки материалов (при фрезеровании).

Для проведения математического исследования узлы станда можно условно принять соответствующими

узлам фрезерного станка (рис. 1): платформы I и II имитируют динамику фрезерной бабки (при исследовании играют роль одного объекта, m_2), платформа III играет роль заготовки (m_1); платформа IV представляет собой основание станда, аналогична основанию станка в исследовании (m_3); вал, с закрепленным на нем диском представляет собой режущий инструмент (m_4).

В результате исследования составлена расчетная схема и система дифференциальных уравнений (в данной работе не приводится).

По итогам исследования определены собственные частоты элементов системы, построены графики динамики системы для каждого тела соответственно, а также спектры скоростей каждого тела системы.

На спектрах наблюдаются всплески, соответствующие резонансным частотам каждого из тел системы, с определенным сдвигом, вызванным нелинейностью системы, изначальным заданием гармонического колебания в качестве возмущающей силы, вместо полигармонического, а также, воздействием каждого из элементов системы друг на друга.

Список литературы:

- [1] Болсуновский С.А., Вермель В.Д., Губанов Г.А., Качарава И.Н., Леонтьев А.Е. // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. – №4 (2). – С. 374–379.
- [2] Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б. // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 9. – С. 81–84.
- [3] Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б., Черкасов А.И. // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – С. 82–87.
- [4] Гаврилин А.Н. // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 11. – С. 23–26.
- [5] Gavrilin A.N., Moyses B.B., Cherkasov A.I., Mel'nov K.V., Zhang X. 2016. Mobile Complex for Rapid Diagnosis of the Technological System Elements. MATEC Web of Conferences. Vol. 79 01078.
- [6] Nizhegorodov A.I., Gavrilin, A.N., Moyses B.B. 2016. Journal of Physics: Conference Series. Vol. 671, Issue 1, 012037.
- [7] Nizhegorodov A.I., Gavrilin, A.N., Moyses B.B. 2016. Key Engineering Materials. Vol. 685, p. 320-324.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Герасимов Сергей Иванович, Сыч Татьяна Викторовна
Сибирский государственный университет путей сообщения,
Герасимов Сергей Иванович, д.т.н.
912267@gmail.com

Технология акустической эмиссии (АЭ) широко используется в неразрушающем контроле различных технических объектов. Первичным регистратором сигналов АЭ является пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП), сигналы которого в дальнейшем обрабатываются и анализируются электронной системой. В данной работе представлен анализ процессов, протекающих в ПЭП как в твердом деформируемом теле при воздействии на него фронтов различных типов волн – продольной и поперечной.

В модели преобразователя учтены следующие основные конструктивные элементы: пьезоэлектрический элемент, техническая керамика, и демпфирующий элемент (рис. 1). Нижний слой модели имел высоту 1 мм и

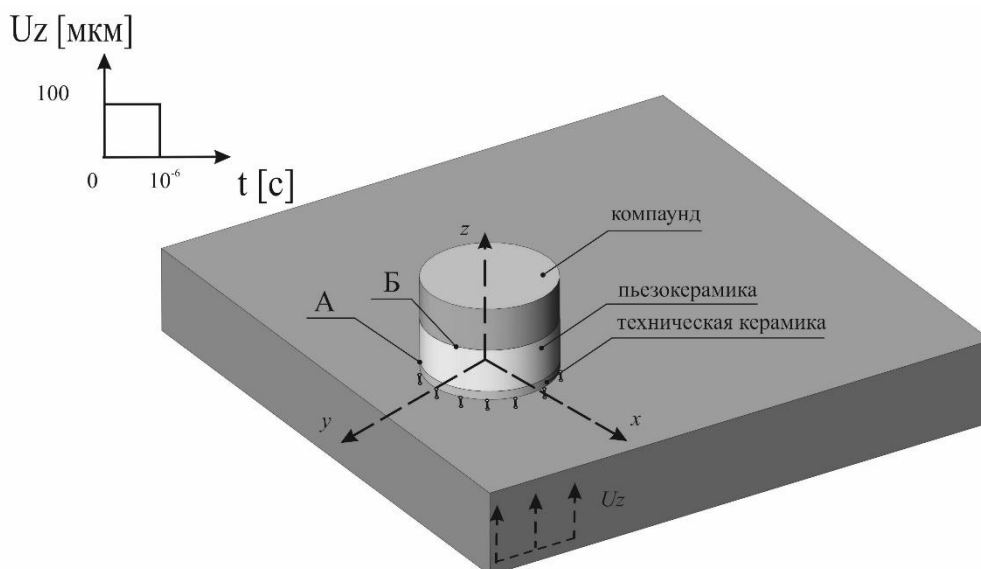


Рис.1. Модель преобразователя акустической эмиссии

свойства технической керамики, которая в реальных преобразователях защищает преобразователь от ударных воздействий и износа. Для среднего слоя модели толщиной 5 мм были заданы физико-механические свойства пьезоэлектрической керамики. Верхний слой модели имел физико-механические свойства демпфирующего элемента (компаунд). Граничные условия: по кромке грани А введен запрет перемещений по оси z , в двух узлах кромки обеспечен запрет перемещений по оси x и поворотов относительно осей x , y , z .

В каждом узле грани А приложено перемещение по оси z , по модулю равное 100 мкм в форме импульса длительностью $1 \cdot 10^{-6}$ с (рис. 1). Это воздействие моделирует приход на пьезопластину продольной акустической волны. Перемещение в каждом узле приложено по нормали к поверхности пластины. Расчет проводился в программном комплексе COSMOS/M в модуле нелинейного динамического расчета [1]. В рамках задачи анализировалась компонента U_z перемещения узлов, принадлежащих грани Б, а также разность перемещений граней А и Б. Фактически, разность этих перемещений напрямую влияет на величину выходного напряжения преобразователя.

В результате проведения численных экспериментов показано, что приход на чувствительный элемент преобразователя продольной волны приводит к максимальным суммарным перемещениям верхней грани Б и, соответственно, к стабильному выходному сигналу на пьезоэлектрической пластине. В то же время приход поперечной волны на чувствительный элемент преобразователя приводит к такой форме (моду) колебаний, при которой суммарные перемещения верхней грани практически равны нулю. Это в свою очередь приводит к малому выходному сигналу. Анализируются особенности эффектов отражения и прохождения волн в ПЭП в разные моменты времени.

По результатам работы установлены следующие рекомендации: акустико-эмиссионные преобразователи следует устанавливать в местах объекта контроля, в которых нормальная компонента перемещений достигает максимальных значений.

Список публикаций:

[1] S Gerasimov, T Sych, V Kuleshov // Application of Finite Elements Method for Improvement of Acoustic Emission Testing. Journal of Physics: Conference Series. 2016. V.671. 012017.