$$\frac{\partial E}{\partial \omega_{ij}(t)} = \sum_p (y_j^p - t_j^p) x_i^p;$$

$$\frac{\partial E}{\partial T_j(t)} = -\sum_p (y_j^p - t_j^p),$$

то

$$a_j^k = \sum_p (y_j^p - t_j^p)(1 + \sum_i x_i^p x_i^k) \qquad (4)$$

где $k = \overline{1, L}$; $L$ - количество образов, подаваемых на вход сети при групповом обучении; $x_i^k$ - $i$-ая компонента $k$-го образа.

## Литература


1. В. А. Головко «Нейроинтеллект»: теория и применение. Книга 1: Организация и обучение нейронных сетей с прямым и обратными связями. \\ Брест Изд. БПИ, 1999.


# МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДОЛЬНОГО ЗВУКА В СЛОИСТОЙ СТРУКТУРЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ СЛОЙ ДИССИПАТИВНОЙ СРЕДЫ


Костюк Д. А.

Брестский политехнический институт

224017, Брест, ул. Московская, 267, Республика Беларусь



Теоретически рассмотрено нормальное распространение непрерывных и импульсных продольных акустических волн через зазор, заполненный сильно диссипативной средой (СДС), между двумя твердотельными полупространствами. Показана существенная зависимость коэффициентов прохождения и отражения и их фаз от коэффициента затухания продольного звука в среде зазора и от его безразмерной фазовой толщины. Программными средствами рассчитаны форма отраженного и прошедшего зазор акустического импульсного сигнала. Обсуждается использование полученных результатов к исследованию акустических свойств вязких жидкостей, а также диагностики технологических процессов.


Распространение объемных акустических волн в слоистых средах рассмотрено достаточно подробно, хотя аналитические решения найдены для трехслойной среды при нормальном к границам раздела сред падении волны и в предположении малого затухания звука в материалах, составляющих такую слоистую структуру. Для наклонного падения волны на границы слоистой структуры, если того требуют практические приложения, необходимы компьютерные расчеты. В реальных экспериментах и технических применениях имеют дело не с непрерывными акустическими колебаниями, а с сигналами конечной, зачастую весьма короткой длительности и соответственно частотно широкополосными.

В твердых телах, да и в большинстве жидкостей за исключением резонансов взаимодействия упругих волн с другими элементарными возбуждениями вещества дисперсия скорости звука отсутствует вплоть до высоких частот. Тем не менее существуют сильно вязкие жидкости или смеси веществ при их химической реакции, в которых имеет место сильная дисперсия скорости звука.

Если в материалах, составляющих слоистую структуру, отсутствует дисперсия скорости звука, то отражение всех частотных составляющих импульсного сигнала от границы раздела сред происходит согласно классическим формулам Френеля, которые являются частотно независимыми, и следовательно спектр преобразованных сигналов не меняется. В рассматриваемом нами случае в силу существования дисперсии скорости звука в СДС разные частотные составляющие импульсного сигнала при его падении на границу раздела сред преобразуются различно и соответственно этому спектру отраженного от границы и прошедшего ее сигнала изменяются.

Пусть из твердого полупространства на СДС падает непрерывная гармоническая продольная волна (ПВ), которая частично отражается и проходит в жидкостный слой толщины $d$, а затем во второе твердое полупространство. Решения для ПВ в полупространствах ($x<0$, $x>d$) и слое ($0<x<d$) ищем в виде:

$$\begin{aligned} u_1 &= A_1 e^{i(k_1 x-\omega t)} + B_1 e^{i(-k_1 x-\omega t)}, \\ u &= A e^{i(kx-\omega t)} + B e^{i(-kx-\omega t)}, \\ u_1 &= A_2 e^{i(k_2 x-\omega t)} \end{aligned} \qquad (1)$$

где $k_1=\omega/S_{1l}$, $k_2=\omega/S_{2l}$ – волновые числа, $S_l$ – скорость ПВ, $\omega$ – частота.

Решения (1) удовлетворяют соответствующим волновым уравнениям, а будучи подставленными в граничные условия, дают систему линейных уравнений для определения коэффициентов отражения $R=B_1/A_1$ и прохождения $T=A_2/A_1$:

$$R=\frac{z_0(z_1-z_2)a+(z_1 z_2-z_0^2 a^2)X}{z_0(z_1+z_2)a+(z_1 z_2+z_0^2 a^2)X}, \qquad (2)$$

$$T=\frac{4z_0z_1a}{z_0(z_1+z_2)aX_+ +(z_1z_2+z_0^2a^2)X_-}e^{-ik_2d},\qquad(3)$$

где $z_0=\rho_0S_0$ – акустический импеданс слоя (при $\omega\to0$), $a=1-ix+iy+xy$, $x=\omega/\omega_c$, $\omega_c=\rho_0S_0^2b$, $b$ – параметр диссипативных потерь, $y=k''/k'$, $k=k'+k''$ – волновое число, $X=X_-/X_+$, $X_\pm=e^{\alpha}e^{-i\beta}\pm e^{-\alpha}e^{i\beta}$, $\alpha=k''d$, $\beta=k'd$.

Коэффициент отражения при $\omega\to0$ $R_0=(z_1-z_2)/(z_1+z_2)$, а при $\omega\to$ $R\to1$. При изменении частоты, когда по толщине слоя укладывается $n\lambda/4$ длин волн, возникают минимумы и максимумы $R_\omega$, т.е. возникают осцилляции коэффициента отражения ПВ. Коэффициент прохождения при $\omega\to0$ $T_0=2z_1/(z_1+z_2)$, а при $\omega\to T\to1$.

Реальный импульсный акустический сигнал можно представить следующим выражением:

$$u_1^I(x=0,t)=A_Ie^{-\alpha\frac{|t|}{T}}\sin2\pi\frac{t}{T}\left[\theta(t-\tfrac{\tau}{2})-\theta(t+\tfrac{\tau}{2})\right],\qquad(4)$$

где $\alpha$ – безразмерный параметр, определяющий огибающую акустического сигнала; $T=2\pi/\omega_0$; $\omega_0$ – частота основной гармоники сигнала, $\tau=nT$ – длительность импульса, $n$ – некоторое целое число, равное количеству периодов излучаемого импульса.

Исходя из приведенных зависимостей $R_\omega$ (2) и $T_\omega$ (3) и используя прямое и обратное преобразование Фурье с помощью компьютера рассчитывалась форма отраженного и прошедшего сигналов в вышеуказанных слоистых структурах.

Заметим, что примененные программные средства позволяют выяснить особенности отражения, а также прохождения для любой формы излучаемых импульсов ПВ. Аналитические расчеты возможны частично для простейших форм излучаемых сигналов (например, для прямоугольного или нескольких периодов синусоидального, практически нереализуемых), но нетривиальный частотнозависимый вид $R_\omega$ и $T_\omega$ затрудняет или делает невозможным нахождение спектра и формы отраженных и прошедших сигналов.

Следует сделать вывод, что состояние отражающей СДС существенно влияет на коэффициент отражения и фазу как непрерывных, так и импульсных акустических сигналов. Так как фазовые измерения являются более точными по сравнению с амплитудными, то по ним мы можем судить о поглощении звука в диссипативной среде и проводить непосредственные измерения вязкости жидкостей. По таким измерениям при соответствующей доработке можно судить о готовности к употреблению того или иного технологического продукта. Так можно контролировать качество сцепления асфальта с грунтом, бетона с железной арматурой, соответствие нормам при изготовлении композиционных и иных материалов, а также степень готовности пищевых продуктов при их приготовлении.

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Акулич Я.А., Лукша В.В., Шведовский П.В.
Брестский политехнический институт

Рассмотрены особенности исследования региональных агроэкологических систем, трансформируемых как из гео-, так и геоэкосистем. При этом, системы рассмотрены с позиций цензурированных событий, развивающихся во времени.

**Ключевые слова:** моделирование, агроэкологические системы, события, развитие во времени, элементы, функционирование

Следует отметить, что моделирование региональных систем, как систем симметрично ветвящихся кратковременного централизованного действия с простыми переходами, не имеет больших перспектив. Даже использование моментных производящих функций позволяет осуществить только относительный анализ эффективности функционирования региональных систем.

Запишем моментную производящую функцию для группы элементов, подчиненных одному элементу (N-1) ранга

$$\varphi\left(e^z\right)=\left(r_N \cdot e^z+q_N\right)^{n_N} \qquad (1)$$

где $Z_N$ – вероятность нормального состояния элемента N ранга; $q_N = 1 - r_N$.

Тогда моментная производящая функция для распределения числа нормально функционирующих элементов определится, в соответствии с формулой полной вероятности, в виде

$$\varphi_N\left(e^z\right)=\sum P_{n-1}(x)\cdot\left(r_N \cdot e^z+q_N\right)^{n_N^x},\ 0 \le x \le n_{N-1} \qquad (2)$$

Используя правило дифференцирования сложной функции, имеем – $m_N^1 = m_{N-1}^1 \cdot n_N \cdot r_N$ или в замкнутой форме

$$m_N^1 = r_o \cdot \Pi \cdot n_k \cdot r_k,\ 1 \le k \le N \qquad (3)$$