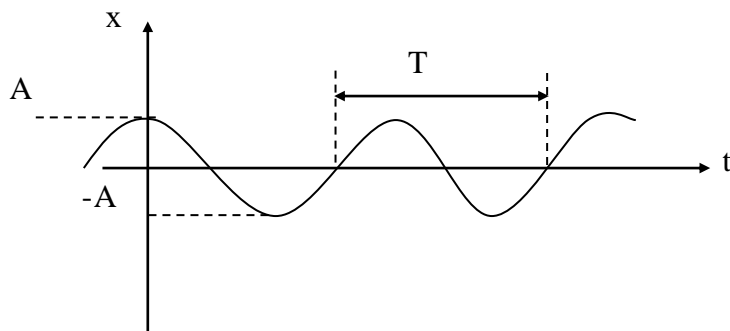


## 2.1.11 Қажетті формулалар



Гармониялық тербелістің теңдеуі

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

мұндағы  $x$  – тербелген нүктенің орнықты күйінен ауытқуы;

$t$  – уақыт;

$A, \omega, \varphi$  – тербелістің амплитудасы, циклдік жиілігі;

$\varphi_0$  – бастапқы фазасы;

$\varphi = (\omega t + \varphi_0)$  –  $t$  уақыт мезетіндегі тербеліс фазасы.

Тербелістің циклдік

жиілігі

$$\omega = 2\pi\nu$$

немесе

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

мұндағы  $\nu$  және  $T$  – тербелістің жиілігі мен периоды.

Гармониялық тербеліс жасайтын нүктенің жылдамдығы

$$v = \dot{x} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi)$$

Гармониялық тербеліс жасайтын нүктенің үдеуі

$$a = \ddot{x} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

Жиіліктері бірдей, тербеліс бағыттары бірдей екі тербелістің қорытқы тербелісінің амплитудасы  $A$  мына формуламен анықталады

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

мұндағы  $A_1$  және  $A_2$  – тербеліс құраушыларының амплитудасы;  
 $\varphi_1$  және  $\varphi_2$  – олардың бастапқы фазалары.

Гармониялық тербелістің дифференциалдық теңдеуі

$$m\ddot{x} = -kx \quad \text{немесе} \quad \ddot{x} + \omega^2 x = 0,$$

мұндағы  $m$  – дененің массасы;  
 $k$  – квазисерпимді күштің коэффициенті ( $k = m\omega^2$ ).

Гармониялық тербелістер жасайтын материалдық нүктенің толық энергиясы

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

Өшетін тербелістің дифференциалдық теңдеуі

$$m\ddot{x} = -kx - r\dot{x} \quad \text{немесе} \quad \ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0,$$

мұндағы  $r$  – кедергі коэффициенті;

$\delta$  – өшу коэффициенті ( $\delta = \frac{r}{2m}$ );

$\omega_0$  – тербелістің меншікті циклдік жиілігі ( $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ ).

Өшетін тербелістің теңдеуі

$$x = A(t)\cos(\omega t + \varphi)$$

мұндағы  $A(t)$  – өшетін тербелістің  $t$  уақыт мезетіндегі амплитудасы;

Өшетін тербелістің амплитудасының уақыттан тәуелділігі

$$A(t) = A_0 e^{-\delta t}$$

мұндағы  $A_0$  – тербелістің бастапқы амплитудасы.

Өшетін тербелістің жиілігі  $\omega$

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$$

мұндағы  $\omega_0$  – жүйенің меншікті жиілігі.

Мәжбүрленген (еріксіз) тербелістің дифференциалдық теңдеуі

$$m\ddot{x} = -kx - r\dot{x} + F_0 \cos \omega t \quad \text{немесе} \quad \ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = f_0 \cos \omega t$$

мұндағы  $F_0 \cos \omega t$  – тербелетін денеге әсер ететін сыртқы периодтық күш;

$$F_0 - \text{оның амплитудалық мәні} - f_0 = \frac{F_0}{m} .$$

Жазық толқынның теңдеуі

$$S(x,t) = A \cos \omega \left( t - \frac{x}{v} \right) \quad \text{немесе} \quad S(x,t) = A \cos(\omega t - kx)$$

мұндағы  $S(x,t)$  – координатасы  $x$  ортаның нүктелерінің  $t$  уақыт мезетіндегі ығысуы;

$\omega$  – циклдік жиілігі;

$v$  – толқынның ортада таралу жылдамдығы (фазалық жылдамдық);

$k$  – толқындық сан ( $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ,  $\lambda$  – толқын ұзындығы).

Толқынның ұзындығы, тербеліс периоды  $T$  және жиілігі  $\nu$  арасындағы байланысы

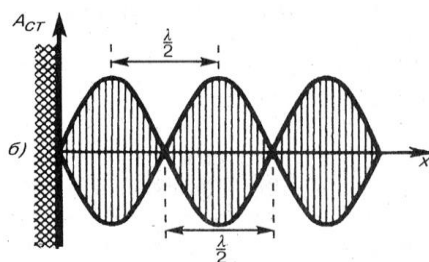
$$\lambda = \nu T \quad \text{және} \quad \lambda = \frac{v}{\nu}$$

Ортаның екі нүкте тербелістерінің фазалар айырымы және нүктелердің арақашықтығы  $\Delta x$  (жол айырымы) арасындағы байланыс

$$\Delta\varphi = \left( \frac{2\pi}{\lambda} \right) \Delta x$$

Тұрғын толқынның теңдеуі

$$S(x,t) = A \cos \omega \frac{x}{v} \cos \omega t \text{ немесе } S(x,t) = A \cos kx \cos \omega t$$



Шоқтар және түйіндер координаттары

$$x_{ш} = \pm m \frac{\lambda}{2} ; x_T = \pm \left( m + \frac{1}{2} \right) \frac{\lambda}{2} \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

Серпимді ортадағы кума толқындардың фазалық жылдамдығы

а) қатты денелерде

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

мұндағы  $E$  - Юнг модулі;  $\rho$  - заттың тығыздығы.

б) газдарда

$$v = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}} \text{ немесе } v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$$

мұндағы  $\gamma$  - адиабата көрсеткіші ( $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$  - қысым және көлем тұрақты

болғандағы меншікті жылу сыйымдылықтарының қатынасы);

$R$  - мольдік газ тұрақтысы,  $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль})$ ;

$T$  - термодинамикалық температура;

$M$  - мольдік масса;

$p$  - газдың қысымы.

Дыбыстық өріс энергиясының орташа көлемдік тығыздығы

$$\langle w \rangle = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2$$

Белгілі бір  $V$  көлеміндегі дыбыстық өріс энергиясы

$$W = \langle w \rangle V$$

Дыбыстық энергиясының ағыны

$$\Phi = \frac{W}{t}$$

Дыбыстың интенсивтілігі

$$I = \frac{\Phi}{S}$$

Дыбыстың интенсивтілігінің дыбыстық өріс энергиясының орташа көлемдік тығыздығымен байланысы

$$I = \langle w \rangle c_{зв}$$

мұндағы  $c_{зв}$  – ортадағы дыбыс жылдамдығы.

Нүктелік изотропты дыбыс көзінің қуатының дыбыс интенсивтілігімен байланысы

$$I = \frac{N}{4\pi r^2}$$