

15 лекция

Толқындар

- 15.1 Толқындар. Жазық синусоидалды дыбыс толқыны. Кума толқынның теңдеуі
- 15.2 Толқындардың қабаттасуы (интерференция). Тұрғын толқындар.
- 15.3 Фазалық жылдамдық

Механикалық не **серпімді** толқындар деп серпімді ортада таралатын механикалық қозуларды (деформациялар) атайды. Ортаға әсер ете отырып, осы қозуларды тудырушы денелер толқындардың **көзі** деп аталады.

Дыбыстық не **акустикалық толқындар** деп интенсивтілігі аз серпімді толқындарды, яғни серпімді ортада таралатын әлсіз механикалық қозуларды атайды.

Серпімді толқындардың ортада таралуы заттың орнын ауыстырумен байланыста емес. Шексіз ортада ол орта бөліктері толқын көздерінен барған сайын алыстай беретін жағдайда оларды мәжбүрлі тербелістерге тартудан тұрады. Мұнда орта құрылымы толық орта ретінде қарастырылады.

Серпімді толқын **бойлық** деп аталады, егер орта бөлшектері толқынның таралу бағытында тербелетін болса. Бойлық толқындар серпімді ортаның көлемдік деформациясымен байланысты, сондықтан кез кеген ортада – қатты, сұйық, газ тәрізді – тарала алады. Мұндай толқындардың мысалы ретінде ауадағы дыбыс толқындарын айтуға болады.

Серпімді деформация. Форманың серпімділігі. Көлемдік серпімділік.

Серпімді толқын **көлденең** деп аталады, егер, орта бөлшегі толқынның таралу бағытына перпендикуляр жазықтықтарда тербелсе. Көлденең толқындар серпімді ортаның ығысу деформациясымен байланысты, демек, тек формасы серпімді ортада ғана, яғни қатты денелерде пайда болып, тарала алады.

Ерекше орынды сұйықтың еркін беті бойымен таралатын **беттік толқындар** алады, бұл беттің қозуы сыртқы әсердің күшімен туындайды.

Серпімді толқын **синусоидалды, немесе гармониялы** делінеді, егер тиісінше, орта бөлшектерінің тербелістері гармониялы болса. Бұл тербелестердің жиілігі **толқынның жиілігі** деп аталады.

Ортаның жекелеген бөліктерінің ортаны бойлай, қайсыбір белгілі жылдамдықпен таралушы гармониялық қозғалысы **гармониялық кума толқын** деп аталады.

Механикалық қозулар (деформациялар) серпімді ортада v аяққы жылдамдығымен таралады.

Толқындық бет немесе **толқын фронты** дегеніміз тербелістер фазасы тұра сол мәнге ие болатын нүктелердің геометриялық орны.

Толқын **жазық** делінеді, егер оның толқындық беттері бір біріне параллелді жазықтардың жиынтығы боп келетін болса. Ох өсін бойлай таралушы жазық толқында ортаның тербелісті қозғалысын сипаттаушы u -ң барлық шамалары ортаның қарастырылушы M нүктесінің x координатасы мен

уақытқа ғана тәуелді болады. Онда M нүктесіндегі тербелістер координатаның басындағы тербелістерден тек қана уақыт бойымен $\tau = \frac{x}{v}$ -ға жылжытылғандығымен ерекшеленеді, мұнда v – толқын жылдамдығы. Сондықтан, Ox өсінің оң бағытын бойлай таралушы жазық толқында $y \left(t - \frac{x}{v} \right)$ айырмасының функциясы болып саналады, олай болса, мұндай **жазық толқынның теңдеуі** мына түрге ие:

$$y(x, t) = f \left(t - \frac{x}{v} \right). \quad (173)$$

Жазық синусоидалды дыбыс толқыны. Қума толқын теңдеуі.

Құбырға қамалған ауада таралушы және тербелуші поршеньмен жасалушы толқын – жазық дыбыстық толқынның көрінісін береді.

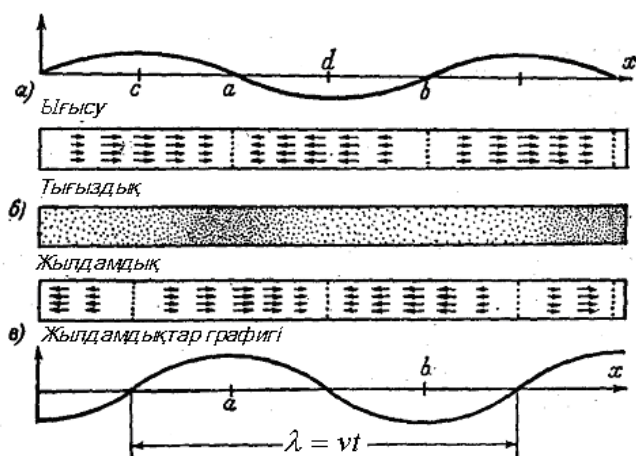
Поршень гармониялық $y_0(t) = a \cos \omega t$ тербелісін жасасын дейік. Онда, поршеньға жақын орналасқан газ бөлшектері тура поршень жылжығандай жылжуда болады және поршеннен синусоидалды жазық толқындар таралады.

Бұл бөлшектердің жылжу тербелістерін былайша жазып көрсетуге болады:

$$y(x, t) = a \cos \omega(t - \tau) = a \cos \left(\omega t - \frac{\omega x}{v} \right). \quad (174)$$

Бұл – **жазық синусоидалды қума толқынның теңдеуі**; ол кез келген t уақыт мезеті үшін газ бөлшегінің тепе-теңдік жағдайынан ауытқитынын көрсетеді. Барлық бөлшектер a **амплитудасы** және ω **жиілігімен** гармониялы тербелістер жасайды, бірақ әртүрлі x координатасына ие бөлшектердің тербеліс **фазасы** әрқилы.

Қума синусоидалды толқынның барлық нүктелерінің $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2\omega}$ мезетіндегі жылжулары графигі 17 суретте көрсетілген (a – ығысу, b – тығыздық, v – жылдамдық).



17 Сурет.

Бөлшектер жылдамдықтарының толқыны мына түрге ие:

$$v(x, t) = \frac{\partial y}{\partial t} = -a w \sin\left(wt - \frac{wx}{v} \right). \quad (175)$$

Бұл толқынның t мезетіндегі жылдамдықтарының графигі 17 суретте көрсетілген.

Бір бірімен **фазада** тербеліске түсетін екі ең жақын нүктелердің арасындағы қашықтық **толқын ұзындығы** деп λ аталады. Бір бірінен s қашықтықта орналасқан нүктелердің тербелістері фазаларының айырымы мынаған тең:

$$\varphi_s = \frac{ws}{v} = \frac{2\pi s}{vT}, \quad (176)$$

мұнда $T = \frac{2\pi}{w}$ – синусоидалды толқындағы нүктелердің гармониялық тербелістерінің периоды. Онда фазада тербелуші ең жақын нүктелер 2π тең болатын фазалар айырмасына ие болады, немесе

$$\varphi_\lambda = 2\pi = \frac{w\lambda}{v} = \frac{2\pi\lambda}{vT} \quad (177)$$

Осыдан келіп толқын ұзындығы

$$\lambda = vT. \quad (178)$$

Көріп отырғанымыздай, толқын ұзындығы толқынның T тербелістер периоды ішінде өтетін жолына тең.

Толқындардың қабаттасуы (интерференция). Тұрғын толқындар.

Белгілі бір жағдайда екі (немесе бірнеше) толқынды қозғалыстардың қабаттасу құбылысы **интерференция** деп аталады.

Құбырдағы екі дыбысты толқынның интерференциясын қарастырайық. Жалқы жылжулар толқыны x өсінің оң бағытымен таралады және былайша анықталсын делік:

$$y_1 = a \cos w\left(t - \frac{x}{v}\right),$$

ал екіншісі

$$y_2 = b \cos w\left(t + \frac{x}{v}\right)$$

біріншісіне қарсы таралуда. Екінші y_2 толқынды қашанда екі қума толқынның қосындысы деп қарастыруға болады, атап айтқанда:

$$y_2 = a \cos w\left(t + \frac{x}{v}\right) + (b - a) \cos w\left(t + \frac{x}{v}\right).$$

Онда $y(x, t)$ қорытқы толқындық қозғалыс екі бөлімнен тұрады: **тұрғын тоқыннан**

$$2a \cos \frac{wx}{v} \cos wt$$

және **қума толқыннан**

$$(b - a) \cos w\left(t + \frac{x}{v}\right).$$

$b=a$ болғанда, яғни бір біріне қарама-қарсы бағыттағы екі жүгірме толқындар бірдей амплитудаларға ие болған кезде қорытқы толқындық қозғалыс **тұрғын толқын** болады.

Жылжулардың тұрғын толқынының түйіндері. Жылжулардың тұрғын толқынының шоқтары.

Фазалық жылдамдық. Синусоидалық толқынның v таралу жылдамдығы **фазалық жылдамдық** деп аталады. Ол синусоидалды толқын фазасының кез келген кесімді мәніне сәйкес келетін кеңістікте орын ауыстырған бет нүктелерінің жылдамдығына тең. Мысалы, жазық синусоидалды толқынға байланысты $\omega t - kx = \text{const}$ шартынан шығатыны: $\frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k} = v$,

мұнда k – толқындық сан:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{vT} = \frac{\omega}{v}.$$

5 Модуль үшін студенттердің өздік жұмысы (СӨЖ)

1. Дыбыс табиғаты. Дыбыс жылдамдығы және оны өлшеу. Ультрадыбыс және оның қолданылуы.