**3-lekciya. Tolqın qubılısları.**

**Reje:**

1. Tegis tolqınnıń jıljıw hám diffеrеnciаl tеńlemesi.
2. Tolqınnıń аmplitudаsı, fаzаsı, dáwiri, jiyiligi, tolqın uzınlıǵı hám tаrqаlıw tеzligi. Tolqın enеrgiyası. Umоv vеktоrı.

1. **Tegis tolqınnıń jıljıw hám diffеrеnciаl tеńlemesi.**

Keńislikte zat yamasa maydanlardı hár qıylı kórinistegi qozǵalańlanıwınıń tarqalıwı-**tolqın** dep ataladı. Tolqın qubılısı qozǵalańlanıw energiyasınıń kóshiwinde kórinedi.

**Mexanik tolqın**-bul qozǵalańlanıw yamasa terbelistiń elastik ortalıqtaǵı tarqalıw procesi bolıp tabıladı.  Bul tolqınlardı júzege keltiretuǵın dene **tolqın deregi** dep ataladı.

         Ortalıqtıń terbelip atırǵan bólekshelerin ele terbeliske úlgermegenlerinen ajıratıwshı bet **tolqın frontı** dep ataladı.

         Birdey fazalarda terbelip atırǵan noqatlardan ótetuǵın bet **tolqın beti dep ataladı.** óz gezeginde tolqın frontı tolqın betleriniń biri bolıp tabıladı.  Tolqın betleriniń forması dereklerdiń jaylasıwı hám ortalıqtıń qásiyeti menen anıqlanadı. Tómendegi tolqınlar mavjud bolıp tabıladı:

**Tegis tolqınlar,** olar tek birdey baǵıtta tarqaladı  (olardıń tolqın beti tarqalıw baǵıtına perpendikulyar bolıp tabıladı);

**Sferik tolqınlar**-derekden barlıq baǵıtlarda tarqaladı  (tolqın betleri koncentrik sferalardan ibarat boladı);

         Tolqın tarqalıw baǵıtın kórsetiwshi sızıq **tolqın nurı**  dep ataladı. Izotrop ortalıqlarda tolqın nurları tolqın betlerine normal bolıp tabıladı.

         Ortalıqta payda bolatuǵın elastik deformaciyalardıń xarakterine qaray olardı kóndeleń hám boylama tolqınlarǵa ajıratıw múmkin.

**Boylama tolqınlarda** ortalıqtıń bóleksheleri tolqın tarqalıw baǵıtı boylap terbeledi. Boylama tolqınlardıń tarqalıwı elastik ortalıqtıń qısılıw hám sozılıw deformaciyalariga baylanıslı hám barlıq ortalıqlarda: suyıqlıq,  qattı dene hám gazlarda júz beredi.

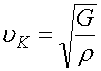
Boylama tolqınlardıń tarqalıw tezligi

clip_image008 ,                                  (1.1)

den ibarat. Bul jerde E - Yung moduli, ρ - elastik ortalıqtıń tıǵızlıǵı.

**Kóndeleń tolqınlarda** ortalıq bóleksheleri tolqın tarqalıw baǵıtına perpendikulyar baǵıtlarda terbeledi. Kóndeleń tolqınnıń tarqalıwı jılısıw deformaciyasına baylanıslı boladı hám ol tek qattı denelerde baqlanadı.

         Kóndeleń tolqın tarqalıw tezligi tómendeginen ibarat:

,                                         (1.2)

Bul jerde G-jılısıw moduli. Yung moduli jılısıw modulidan úlken bolǵanı ushın  (E>G) ,  boylama tolqın tezligi kóndeleń tolqın tezliginen úlken bolıp tabıladı.

clip_image012

         Ortalıqtaǵı elastik tolqınlardıń qálegen basqa tártipli ortalıq bólekshelerin háreketinen sezilerli ayırmashılıǵı-tolqın tarqalıwı zat kóshiwi menen baylanıslı bolmaǵanlıgınan bolıp tabıladı.  Bóleksheler tek ózleriniń teń salmaqlılıq hallarıátirapında terbeledi.

**Tolqın procesiniń minezlemesi** dep ortalıq bóleksheleriniń teń salmaqlılıq hallarınan jılısıwına aytıladı. Jılısıwdıń waqıtqa hám koordinataǵa ǵárezliligi **tolqın teńlemesi** dep ataladı.

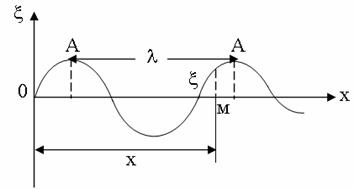
Mısal ushın,  tolqın deregi koordinatası bası 0 noqat bolsın hám

clip_image014                              (1.3)

nızam boyınsha garmonik terbelis payda etsin. Bul jerde clip_image016 - terbelistiń amplitudası, cikllıq jiyiligi hám baslanǵısh fazası bolıp tabıladı. Ol halda *O*X kósherindegi M noqatda clip_image018 shamasınıń terbelisi clip_image020 terbelisten  faza boyınsha arqada qaladı.

clip_image022 ,   (1.4)

Bul jerde clip_image024 -  tolqınnıń  *O*M = X aralıqqa jetip keliwi ushın zárúr bolǵan waqıt (**1-súwret**),  clip_image026 -tolqın sanı,  clip_image028-tolqın uzınlıǵı bolıp tabıladı.



**1-súwret. Garmonik terbeliwshi tolqın**

**Tolqın uzınlıǵı** dep T bir dáwir teń waqıtta tolqın frontınıń kóshken aralıǵına aytıladı. Noqat kóshiwiniń aralıqqa baylanıslı grafiginde bir-birine jaqın eki maksimum arasındaǵı aralıq tolqın uzınlıǵına teń bolıp tabıladı.

         Tolqın sanı dep 2π aralıqtaǵı uzınlıq birliginde jaylasatuǵın tolqın uzınlıqları sanına aytıladı.

(1.4) teńleme tegis tolqınnıń teńlemesin yadǵa saladı. Tegis tolqınnıń amplitudası barlıq terbelip atırǵan noqatlar amplitudası birdey ekenligin ańlatadı,  sebebi tegis tolqın tarqalǵanda,  hár birlik waqıtta,  terbelmeli háreketke ortalıqtıń birdey kólemi jalb etiledi.

         Sferik tolqın tarqalǵanda,  derekden tolqın frontı uzaqlasqanda,  birdey waqıtta,  terbelmeli háreketke asıp barıwshı muǵdarda ortalıq kólemi jalb etiledi. Usınıń sebebinen waqıt ótiwi menen amplituda azayıp baradı:

clip_image032    ,                  (1.5)

bul jerde A-ortalıqtıń r-aralıqtaǵı noqatlarında tolqın amplitudası bolıp tabıladı.

         Qálegen tolqınnıń funkciyası tolqın dep atalıwshı differentsial teńlemeniń sheshimi bolıp tabıladı.

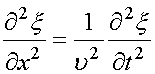
         OX baǵıtta tarqalıp atırǵan tegis tolqın ushın tolqın teńlemesin tawıp kóremiz.

clip_image034 dan t hám x  boyınsha ekinshi tártipli jeke tuwındılardı alamız.

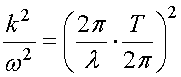
clip_image036   ,              (1.6)

clip_image038

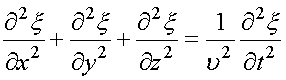
Eki  teńlemeniń oń  táreplerin  salıstırsaq

     ,                               (1.7)

*0*X kósheri boyınsha tarqalıp atırǵan **tegis tolqınnıń tolqın teńlemesine** iye bolamız .

        Bul jerde       ,     .

Ulıwma halda,  qálegen baǵıtlarda tarqalatuǵın tolqın ushın,   clip_image046  x,  y,  z koordinatalar hám  t waqıtqa baylanıslı boladı

,                        (1.8)

Sinusoidal tolqınlardıń tarqalıw tezligi fazalıq tezlik dep ataladı. Ol fazanıń belgilengen mánisine sáykes keletuǵın tolqın betleriniń kóshiw tezligin ańlatadı

clip_image050

bul jerden   clip_image052

clip_image054,                          (1.9)

         Ámelde,  mudamı tolqınlar toparına dus kelemiz,  yaǵnıy real tolqın,  jaqın jiyilikke iye bolǵan kóp sanlı sinusoidal tolqınlardıń ústpe-úst túsken **tolqın paketinen** ibarat boladı. Bul tolqın paketiniń tarqalıw tezligi-**toparlı tezlik**  dep ataladı.

         Ulıwma halda ol  fazalıq tezlik penen sáykes túsedi. Fazalıq tezlik toparlı tezlik penen tómendegishe baylanısqan:

clip_image056   ,                          (1.10)

         egerde,  hár-túrli uzınlıqtaǵı tolqınlar birdey tezlik penen tarqalsa

clip_image058

teń boladı,  yaǵnıy toparlı  tezlik fazalıq penen sáykes túsedi.

         Tolqın procesi terbelip atırǵan bir noqatdan ekinshisine energiyanı uzatıw menen baylanıslı. Egerde dV kólem elementinde mmassalı n ret terbelip atırǵan bóleksheler bolsa, ol halda hár bir bóleksheniń energiyası



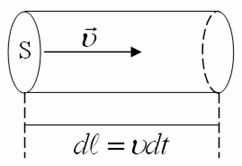
den ibarat boladı.

         Energiyanıń kólemlik tıǵızlıǵı,  yaǵnıy birlik kólemdegi bóleksheler energiyası

clip_image062    ,            (1.11)

bul jerde ρ = mn-ortalıq  tıǵızlıǵı bolıp tabıladı.

         Birlik waqıtta tolqın tarqalıw baǵıtına perpendikulyar bolǵan birlik bet maydanınan kóshiriletuǵın energiya-**energiya aǵımınıń tıǵızlıǵı** dep ataladı. Onı sonday oyda sawlelendiriw múmkin: Kesimi dS hám clip_image064 bólgan kishi cilindr boylap (2-súwret) ,

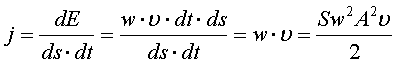


**2-súwret. Tolqın tarqalıw baǵıtına perpendikulyar bolǵan birlik betten kóshiriletuǵın energiya aǵımı**

tolqın *υ* fazalıq tezlik penen tarqalıp atırǵan bolsın. Bul cilindr kólemindegi energiya tómendegige teń boladı.

clip_image068

        Energiya aǵımı tıǵızlıǵı bolsa

  ,       (1.12)

ge teń boladı. Bunı vektor kóriniste sonday ańlatıw múmkin

clip_image072

        Energiya kóshiwi boyınsha baǵıtlanǵan bul vektor **energiya aǵımı** **tıǵızlıǵınıń vektorı** yamasa **Umov vektorı** dep ataladı.