

**QARAQALPAQ MA'MLEKETLIK UNIVERSITETI
TEXNIKA FAKULTETI**

«Imaratlar ha'm soorujenieler qurilisi» kafedrası

MATERIALLAR QARSILIG'I PA'NINEN

**«Duziw bruslardin' burilisi. Taza iyilis. Kernewlerdi aniqlaw»
temasina
ashiq sabaq**

Du'zgen:

G.Utegenova

NO'KIS-2015

Du'ziw bruslardın' iyilisi.

Taza iyilis. Kernewlerdi anıqlaw

REJE:

1. Ulıwma tu'sinikler.
2. İyilistegi normal kernewler.
3. Tegis kesimlerdin' qarsılıq momentleri.

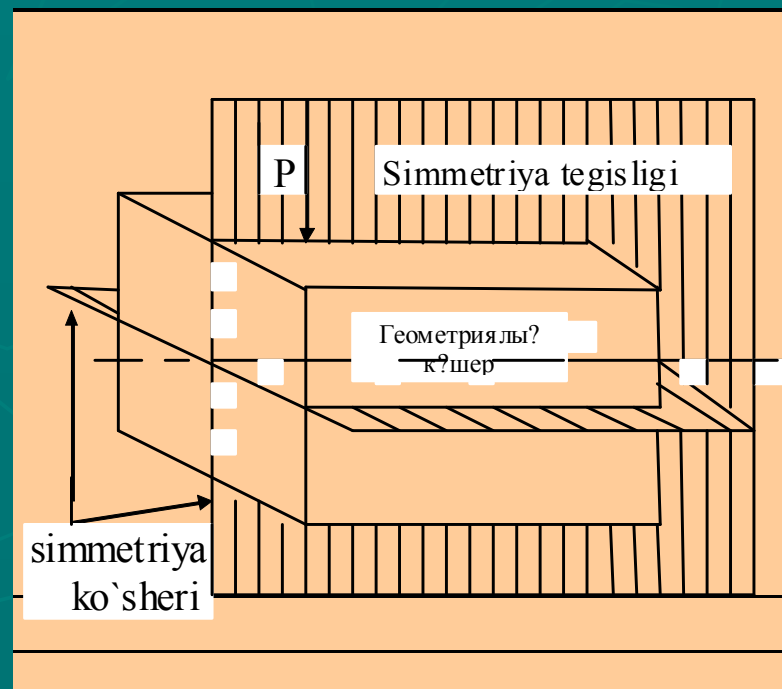
Tayanish so'z h'a'm so'z dizbekleri

*İyilis: tegis h'a'm qiysiq; taza h'a'm kese.
Tegis kesimler gipotezası, normal kernew;
neytral: qabat, ko'sher; iymeklik: orayı,
radiusı; deformatsiya h'a'm normal
kernewlerdin' bo'listiriliwi, qattılıq, qarsılıq
momenti.*

Uliwma tu'sinikler

Brustin' ko'sherinin' qıysayıwına alıp keletug'ın deformatsiya iyilis dep ataladı. Iyiliske jumıs isleytug'ın sterjenler balka dep ataladı. Iyilis deformatsiyası balkanın' geometriyalıq ko'sherine tik ku'shler ta'sir etkende payda boladı.

Eger balkag'a qoyılatug'ın ju'kler balkanın' simmetriya tegisliginde jatsa, iyiliste usı simmetriya tegisliginde payda boladı. Bunday iyilis tegis yamasa du'ziw iyilis dep ataladı. Kesimnin' simmetriya ko'sherinen o'tken tegislik simmetriya tegisligi dep ataladı



Eger ta'sir etip atırg'an
ku'shler simmetriya
tegisliginde jatpasa,
qıysıq iyilis yamasa
Iyilis ha'm buralıw
deformatsiyaları payda
boladı.

A'dette, a'melde
qollanılatug'ın balkalardın'
kese kesiminde kem degende
birew bolsa da simmetriya
ko'sheri bolg'anlıg'ı ushın
tegis iyilis ko'p ushıraydı.
Tegis iyilistegi balkalardın'
bekkemliligin esaplaw ha'm
olardın' deformatsiyaların
anıqlaw ushın en' a'weli
olarg'a qoyılğ'an ha'm
ta'sir etip atırg'an barlıq
ku'shlerdi anıqlaw kerek.

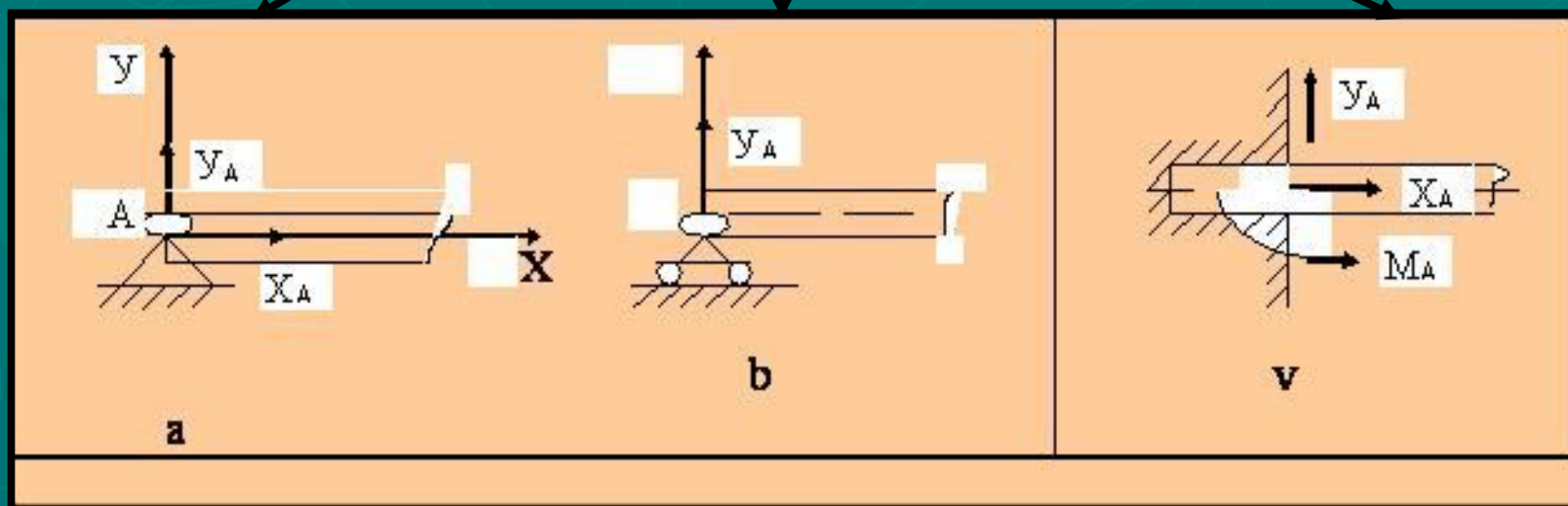
Tayanishtag`i reaktsiya ku`shleri de
balkag`a ta`sir etip atırg`an ku`shler
qatarına kiredi.

Tayanishlar u`sh tu`rli boladı:

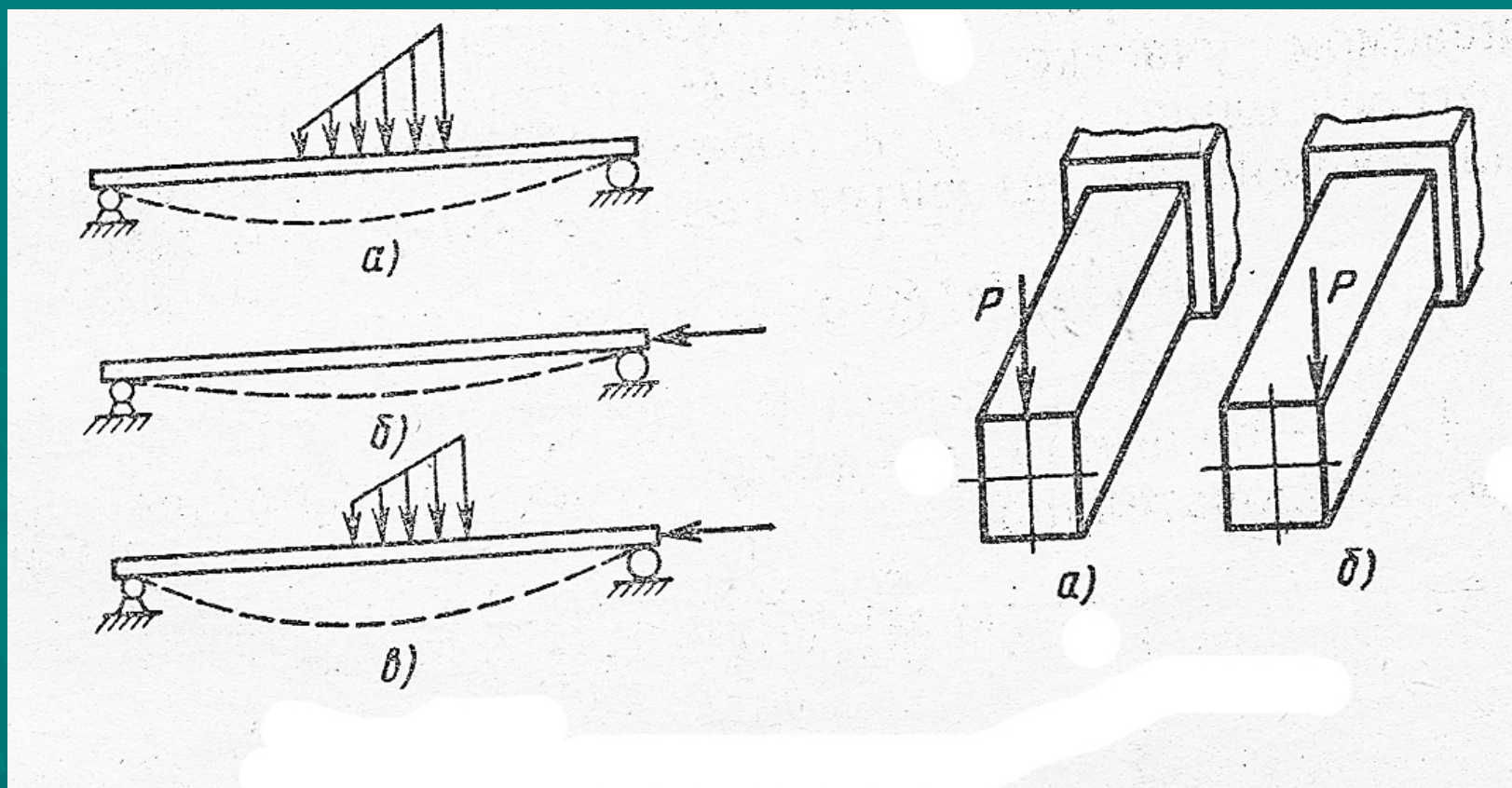
-tsilindrli sharnirli
-qozg`almas tayanish;
-(a-su`wret)

-- tsilindrli sharnirli
-qozg`alıwshı tayanish;
(b-su`wret)

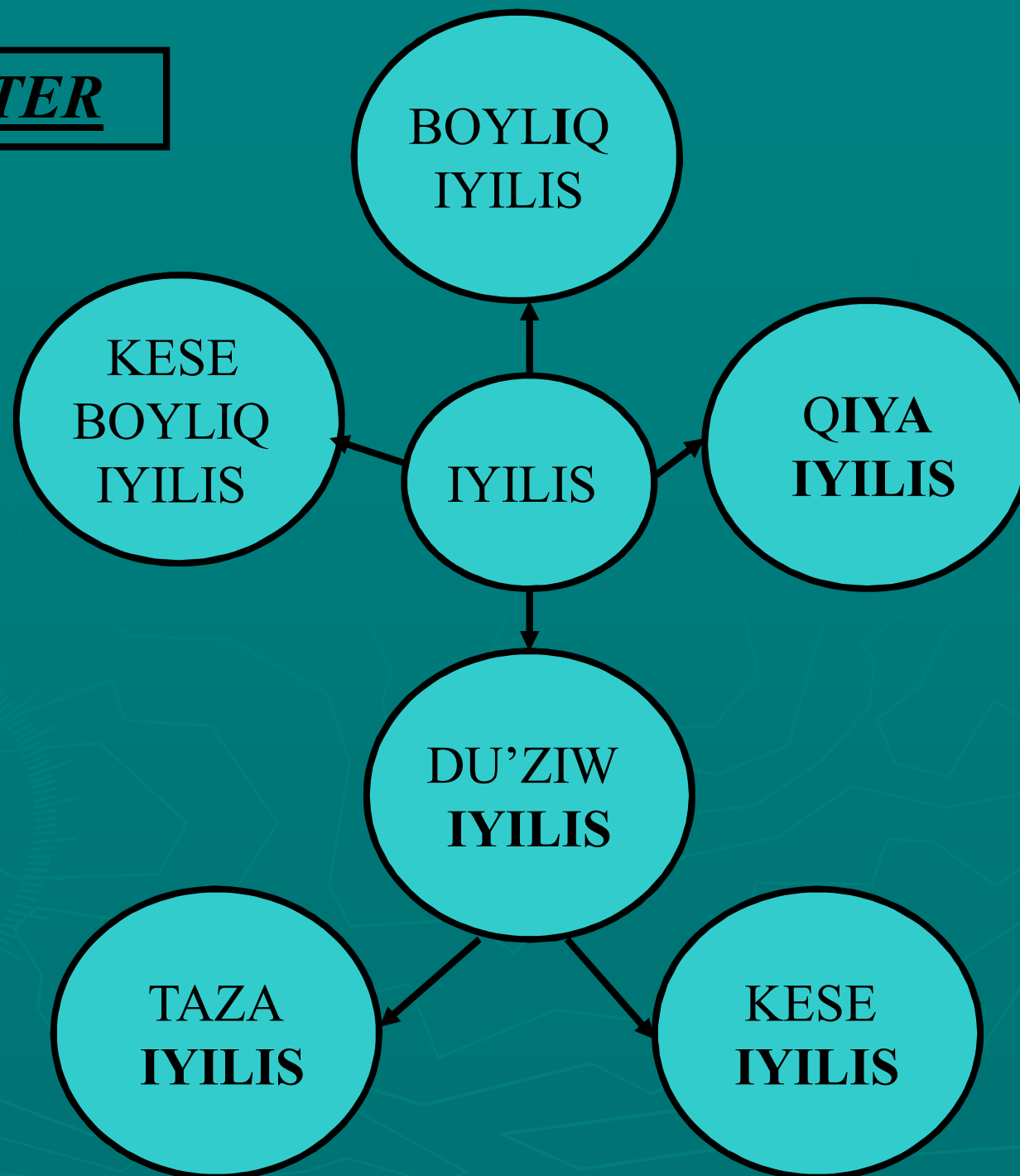
qıstırıp tirelgen
tayanish (konsol).
(v-su`wret)



Bunnan tısqari du'ziw iyilis taza h'a'm kese
bolıwı mu'mkin. Taza iyiliste balkanın'
kesimlerinde tek g'ana iyildiriwshi momentler ta'sir etse,
kese iyiliste bug'an qosımsha tu'rde kese (kesip o'tiwshi)
ku'shler de ta'sir etedi.



KLASTER



İyilistegi normal kernewler

Taza iyilistegi balkanın' kese kesimlerinde onın' bas oraylıq ko'sherlerinin' birewinen o'tiwshi tegislikte ta'sir etetug'ın iyildiriwshi momentler g'ana ta'sir etedi. İyildiriwshi moment kese kesimde bo'listirilgen ishki ku'shlerdin' ten' ta'sir etiwshi momentin quraydı. Balkanın' kese kesimlerindeki ishki ku'shlerdin' shamasın h'a'm bo'listiriliw nızamın anıqlaw ushın statikanın' ten'lemeleri jeterli emes. Yag'nıy bul ma'sele statikalıq anıq emes. Sol sebepli balkanın' deformatsiyalanıw sha'rtlerin ko'rip shıg'amız.

Betine tor sızılğ'an u'lgini taza iyildiriw (su'wret) to'mendegi juwmaqlardı qabıl etiw imkaniyatın beredi:

1. Brustın' betindegi 1-1 h'a'm 2-2 kese sızılğ'an tuwrı sızıqlar deformatsiyalardan keyin de tuwrı bolıp

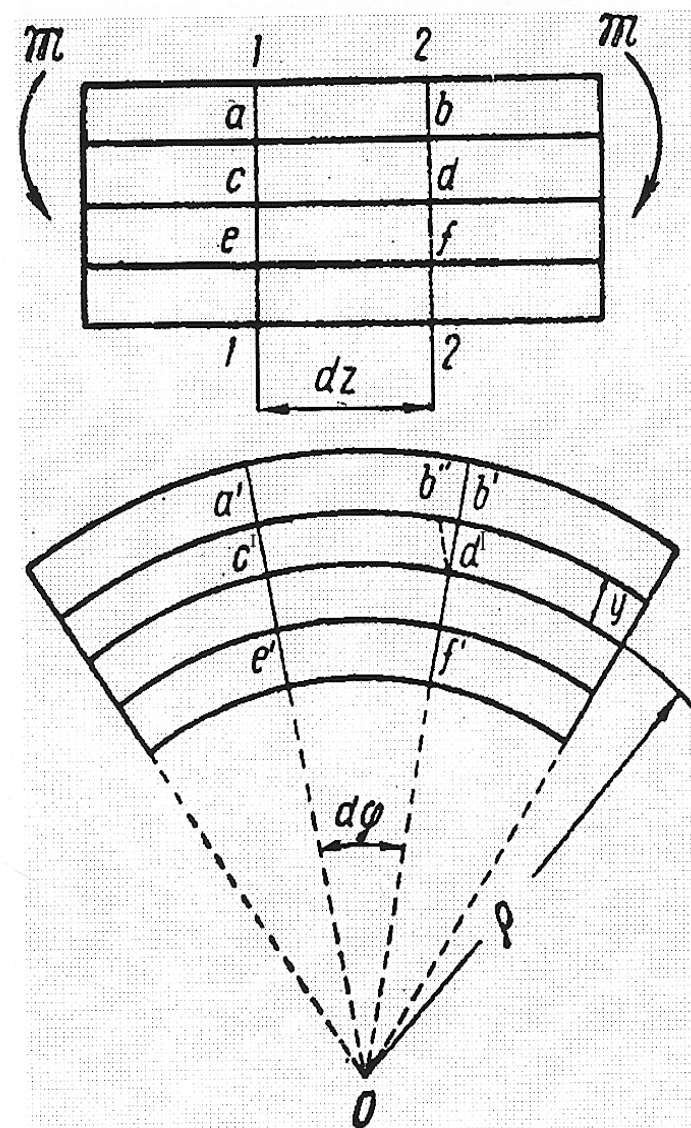
qaladı. Demek, tegis kesimler gipotezası, yag'nıy Bernulli gipotezası bul jag'dayda da o'z ku'shin saqlaydı.

2. Balkanın' joqarg'ı qabatındag'ı talaları sozılıp, ishki qabatındag'ı talalar bolsa qısıladı. Usı qabatlardıń aralıg'ında uzınlıg'ı o'zgermey qalatug'ın qabat bar, yag'nıy onda jaylasqan talalar sozılmaydı h'a'm qısılmaydı.

Deformatsiya protsessinde bul talalardıń iymekligi g'ana o'zgeredi. Bul qabat neytral qabat dep ataladı. Neytral

qabattın' kese kesim menen kesilisiwinen payda bolg'an sızıq neytral ko'sher dep ataladı. Balkanın' ku'sh tegisliginin' kese kesim tegisligi menen kesilisiwinen

payda bolatug'ın sızıq bolsa, ku'sh sızıg'ı dep ataladı.



17.1 - шакл.

Su'wrettegi Oc'd' h'a'm $b'b''d'$
u'shmu'yeshliklerdin'uqsaslig'ınan

$$\frac{b'b''}{c'd'} = \frac{b'd'}{Od'} \quad \text{qatnası kelip shıg'adı.}$$

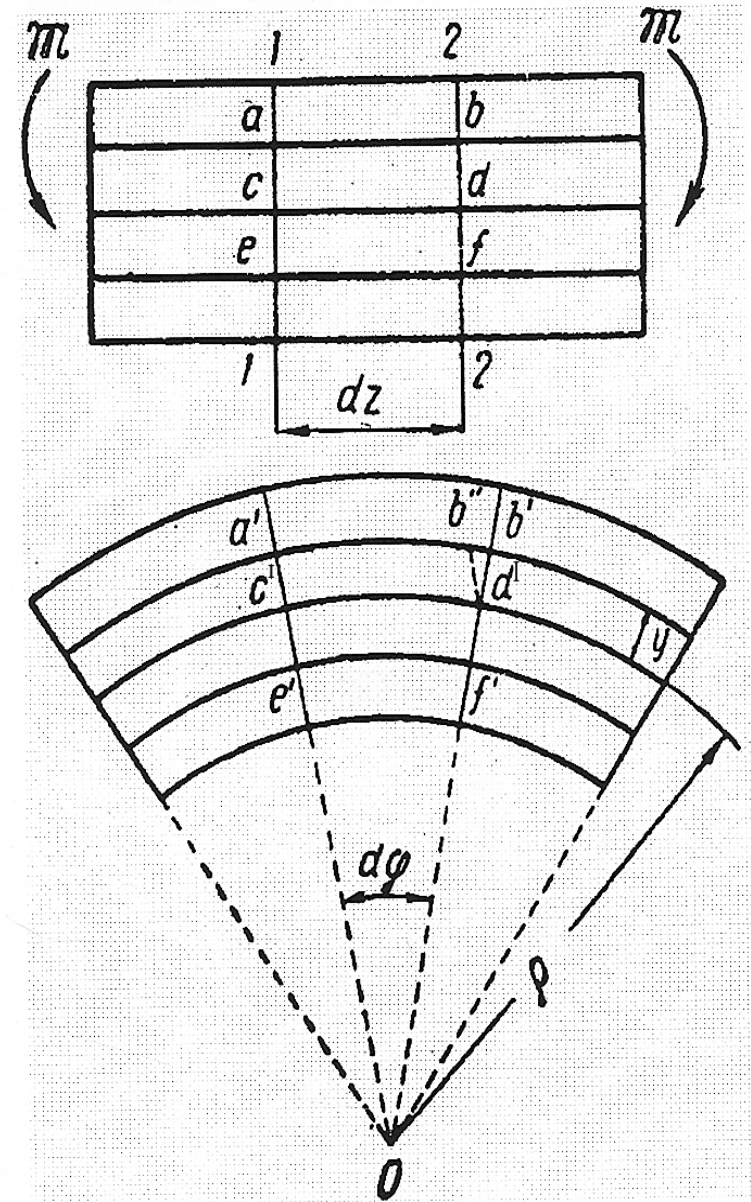
Bul jerde $b'b''$
neytral qabattan «y» aralıqtag'I
tala qabatının' absolyut deformatsiyası,
bo'limindegi an'latpa bolsa usı qabattın'
da'slepki deformatsiyası. Demek,
ten'likтин' shep ta'repindegi qatnas
usı talalar qabatının' salıstırmalı
deformatsiyasın quraydı, bunnan

$$\varepsilon = \frac{(\rho + y)d\varphi - \rho d\varphi}{\rho d\varphi} = \frac{y}{\rho}; \quad \varepsilon = \frac{y}{\rho} \cdot (1)$$

ekenligi kelip shıg'adı.

Bul jerde y -neytral ko'sherden qaralıp atırğ'an
talag'a deyingi aralıq;

ρ - balkanın' neytral qabatının' iymeklik radiusı.



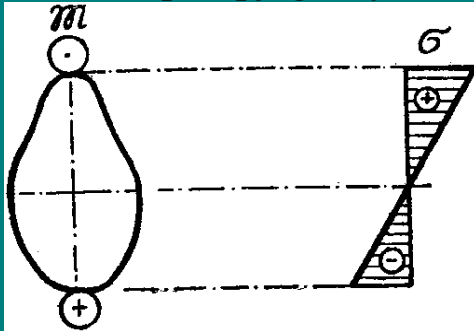
17.1 - шакл.

İyiliste h'a'r bir talanın' Guk nızamı boyınsha sızıqlı sozılıwın h'a'm qısılıwınesapqaalsaq,

$$\sigma = \varepsilon E = E \frac{y}{\rho} \quad (2)$$

boladı Bunnantaza iyiliste paydabolatug'ın normal kernewler balkanın' kese kesiminin' biyikligi boyınshaneytral qabattan bolg'an aralıqqaproportsional tu'rde, yag'nıy sızıqlı nızam boyınshao'zgeretug'ınlıg'ko'rinipturıptı (su'wröt Bul formulanı analizlep qarasaq, $y=0$ de $\sigma=0$ h'a'm $y=y_{\max}$ da $\sigma=\sigma_{\max}$ boladı Demek, normal kernewler kesimnin' gneytral ko'sherininenen' uzaqta jaylasqan shetki tochkalarında maksimal ma'nislerge erisedi eken.

A'meliy esaplawlar ushın (2) formulası jaramaydı. Sonın' ushın balkanın' ten' salmaqlılıq jag'dayındag'ı bir bo'legin qarap shıg'ayıq (3 - su'wret).



17.2 - su'wret.

Statikanın' ken'islik ushın ten' salmaqlılıq ten'lemelerin du'zemiz.

$$1) \Sigma X=0 \text{ (joq)}$$

$$2) \Sigma U=0 \text{ (joq)}$$

$$3) \Sigma Z=0. \text{ Bunnan:}$$

$$\int_F \sigma dF = 0 \text{ boladı.}$$

Bul an'latpag'a (17.2) formulanı qoyamız:

$$\int_F E \frac{y}{p} dF = \frac{E}{p} \int_F y dF = 0$$

$$\text{Bul jerde } \frac{E}{p} \neq 0, \text{ demek } \int_F y dF = 0$$

Bul integral balkanın' kese kesiminin' neytral ko'sherge salıstır'andag'ı statikalıq momentin quraydı. Onın' nolge ten'ligi bolsa iyilistegi neytral ko'sherdin' balkanın' kese kesiminin' awırlıq orayman o'tetug'inlıg'ın ko'rsetedi.

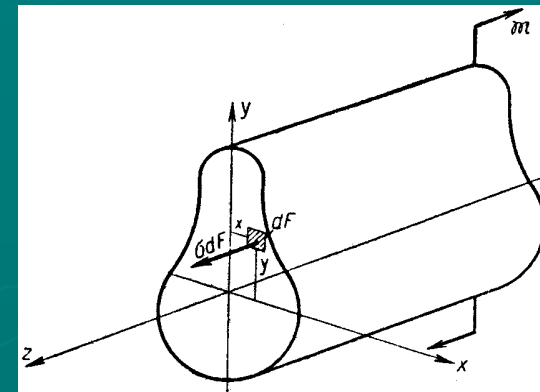
$$4. \Sigma M_Z=0 \text{ (joq)}$$

$$5. \Sigma M_u=0$$

$$\int_F \sigma dF \cdot x = 0$$

Bul an'latpag'a (17.2) formulanı qoysaq,

$$\int_F E \frac{y}{p} x dF = \frac{E}{p} \int_F xy dF = 0 \text{ kelip shıg'adı.}$$



17.3 - shakl.

Bul jerde $\frac{F}{p} \neq 0$, ekenligin na'zerde tutsaq, demek $\int_F xy dF = 0$. Usi integraldın' oraydan qashıwshı inertiya momenti $I_{xy} = \int_F xy dF$ ekenligin h'a'm onın' nolge ten'ligi bolsa, kesimnin' neytral x ko'sheri h'a'm og'an perpendikulyar bolg'an y ko'sherlerinin' bas ko'sherler ekenligin ko'rsetedi. Demek, ku'sh sıızıg'ı h'a'm neytral ko'sher o'z-ara perpendikulyar boladı.

$$6. \Sigma M_x = 0.$$

$$-m + \int_F \sigma dF \cdot y = 0$$

$$m = \frac{E}{p} \int_F y^2 dF = \frac{E}{p} I_x.$$

Bunnan:

$$\frac{1}{p} = \frac{M}{EI_x}. \quad (3)$$

Bul jerde $K = \frac{1}{\rho}$ - balkanın' neytral qabatının' iymekligi.

Joqarida da'lillep o'tkenimizdey, kese kesimnin' neytral ko'sheri onin' awırlıq orayınan o'tedi. Demek, balkanın' kese kesimleri awırlıq oraylarının' onin' uzınlıg'ı boylap geometriyalıq ornın payda etiwshi balkanın' boylıq ko'sheri neytral qabatta jaylasadı eken. Bunnan, (3) g'a'rezlilik balkanın' iyilgen ko'sherinin' iymekligin an'latatug'ınlıg'ı kelip shıg'adı. Ulıwma, bul ten'leme iyilis teoriyasındag'ı en' tiykarg'ı g'a'rezlilik bolıp esaplanadı.

Solay etip, iyiliste balka ko'sherinin' iymekligi iyildiriwshi momentke tuwrı proportsional h'a'm «iyilistegi kese kesimnin' qattılıg'ı» dep atalıwshı EI_x shamasına kerı proportsional eken.

Neytral qabattın' iymekligin, yag'nıy (3) formulanı (2) ge qoysaq,

$$\sigma = \frac{M}{I_x} y \quad (4)$$

formulası payda boladı. Bul formulanın' ja'rdeminde iyiliske jumıs islep turg'an balkanın' qa'legen kesimindegi qa'legen tochkadag'ı normal kernewdi anıqlaw mu'mkin.

Ulıwma, (4) formulanı tek g'ana taza iyiliste emes, al kese iyiliste de qollanıwg'a boladı.

Bul formuladag'ı M - kernew anıqlanıp atırg'an kesimge tiyisli iyildiriwshi moment bolıp, onin' shaması iyildiriwshi momentler epyurasınan alınadı.

Tegis kesimlerin' qarsılıq momentleri

Balkanın' kese kesimindeki en' u' lken sozıwshı h'a'm qısıwshı normal kernewler neytral ko'sherden en' uzaqta jaylasqan tochkalarında payda boladı, olardıń ma'nisi bolsa (4) formulasına $y = y_{\max}$ dı qoyıw arqalı anıqlanadı:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{I_x} y_{\max} = \frac{M}{\frac{I_x}{y_{\max}}}$$

Bul an'latpanın' bo'limindeki qatnas kese kesim betinin' neytral ko'sherge salıstırğ'andag'ı qarsılıq momenti dep ataladı h'a'm W_x h'a'ribi menen belgilenedi:

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}}. \quad (5)$$

Bul formulanı itibarg'a alsaq, joqarıdag'ı an'latpa to'mendegishe jazıladı:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_x}. \quad (6)$$

Qarsılıq momenti kese kesimnin' geometriyalıq xarakteristikalarından biri bolıp, onın' mug'darı iyilistegi balkalardıń bekkemliligin anıqlaydı.

Endi h'a'r tu'rli formadag'ı kese kesim betlerinin' balkanın' neytral ko'sherine salıstırğ'andag'ı qarsılıq momentlerin esaplaymız.

1. Tuvri to'rtmu'yeshlik. Tuvri to'rtmu'yeshlikning uzunligi b h'a'm biyikligi h bolsin, qarsiliq momentin onin' orayliq ko'sheri ox qa salistirg'anda esaplaymiz.

Tuvri to'rtmu'yeshlikning orayliq ko'sherine salistirg'andag'1 aling'an inertsia momenti bizge ma'lim bolg'an $J_x = \frac{bh^3}{12}$ formulası menen anıqlanadı. $y_{\max}$ bolsa tuvri to'rtmu'yeshlik jag'dayında $\frac{h}{2}$ ge ten' boladı.

Demek, (5) formulasına tiykarlanıp:

$$W_x = \frac{J_x}{y_{\max}} = \frac{bh^3}{12} : \frac{h}{2} = \frac{bh^2}{6}$$

boladı. Demek,

$$W_x = \frac{bh^2}{6} \text{ h'a'm } W_y = \frac{b^2h}{6}. \quad (7)$$

2. Kvadrat. Kvadrat – bul ta'replari ten' bolg'an tuvri to'rtmu'yeshlik bolg'anı ushın $b=h=a$ boladı. bul ma'nislardi (7) formulasına qoysaq,

$$W_y = \frac{a^3}{6} \quad (8)$$

boladı.

3. DO'N'GELEK.

Joqarida ko'rip o'tilgenlerden do'n'gelektin' ekvatorial inertsia momenti $J_x = \frac{\pi d^4}{64}$ ke ten' ekenligi ma'lim. $y_{\max}$ bolsa do'n'gelektin' radiusi $r = \frac{d}{2}$ ge ten' boladi. Solay etip do'n'gelektin' ekvatorial qarsiliq momentin (5) formulasina tiykarlanip to'mendegishe jazamiz:

$$W_x = W_y = \frac{\pi d^3}{32} \cong 0,1d^3$$

4. Saqıyna ta'rizli kesim (koltso). Saqıyna ta'rizli kesimnin'

sırtqı diametri D h'a'm ishki diametri d bolsın, bul jag'dayda

(5) formulasına tiykarlanıp:

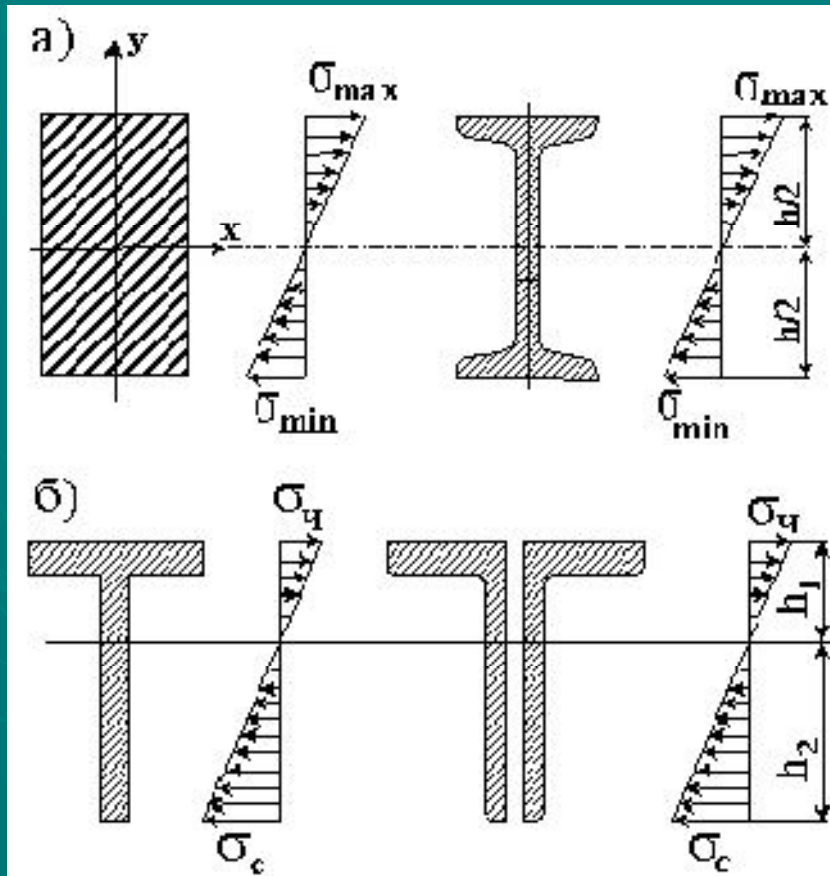
$$W_x = \frac{J_x}{y_{\max}} = \frac{\pi D^4 (1 - c^4) \cdot 2}{64 \cdot D} = \frac{\pi D^3}{32} (1 - c^4) \cong 0,1 D^3 (1 - c^4) \quad (10).$$

Bul jerde $c = \frac{d}{D}$ g'a ten'.

5. Polattan jasalg'an prokat buyımlar (qostavr, shveller h'a'm t.b.)

ushın qarsılıq momentlerinin' ma'nisleri GOST tablitsalarında berilgen.

Balkalardı normal kernew boyınsha bekkemlilikke esaplaw



$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma], \quad (11)$$

$$(\sigma_s)_{max} = \frac{M_{max}}{W_1} \leq [\sigma_s], \quad (12)$$

$$(\sigma_q)_{max} = \frac{M_{max}}{W_2} \leq [\sigma_q]$$

Tekseriw ushın sorawlar

1. İyilis deformatsiyasının' basqa deformatsiyalardan ayırmashılıg'ı nede?
2. Tayanış tu'rlerin aytıp berin'?
3. Tegis iyilis degenimiz ne?
4. Taza iyilis degen ne?
5. Kese iyilis degen ne?
6. Neytral qabat h'a'm neytral ko'sher degenimiz ne?
7. İyiliske esaplawlarda kese ku'shtin' h'a'm iyildiriwshi momentlerdin' epyuraları ne ushın za'ru'r boladı?
8. Balkanın' kese kesimlerindegi normal kernewler qalay bo'listiriledi?
9. İyilistegi qattılıq degen ne?
10. Balkanın' kese kesiminin' qa'legen tochkasındag'ı normal kernew qalay anıqlanadı?
11. Kesimnin' ko'sherge salıstırğ'andag'ı qarsılıq momenti neni an'latadı? Onın' o'lshemleri qanday?

MA'SELE:

