

Ý. Ýagmyrow

DEMIR ÝOLY

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat
Türkmen döwlet neşirýat gullugy
2013

Ýagmyrow Ý.

Ý 11 Demir ýoly. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby.
– A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2013

Bu okuw kitaby ýokary okuw mekdepleriniň „Demir ýollaryň gurluşygy, ýol we ýol hojalygy“, „Ulagda gatnawy guramak we hereketi dolandyrmak“, „Ulag we aragatnaşyk kärhanalarynda ykdysadyýet we dolandyryş“ hünärleriniň talyplary, demir ýol pudagyna degişli başlangyç we orta hünär okuw mekdepleriniň talyplary we inžener-tehniki işgärler üçin niýetlenýär. Kitapda demir ýoluň gurluşlary, olaryň hereket edýän düzümi we beýleki daşky täsirler bilen bagly hasap işleriniň yzygiderligi, şeýle-de demir ýoluň kesişmeleriniň we birleşmeleriniň, şol sanda sowgutly geçirijileriň hem hasaplamalarynyň ýerine ýetiriliş usullary aýdyňlaşdyryp görkezilýär.



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,
Baýdagyň belentdir dünýäň önünde.

Gaýtalama:

Halkyň guran, Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

Gaýtalama:

Halkyň guran, Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

GIRIŞ

Türkmenistanyň ulag ulgamynda demir ýol pudagy esasy orunlaryň birini eýeleýär. Demir ýoluň döwletiň goranmak syýasatynda, halk we oba hojalyklarynyň, şeýle-de senagatyň dürli pudaklarynda ykdysadyýetiň ösüşini ýokarlandyrmakda tutýan orny möhüm ähmiýete eýedir. Aýratynda Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döwründe **ýurdumyzyň täze belentliklere tarap ilerlemeginde** halk hojalygynyň beýleki birnäçe pudaklarynda bolşy ýaly, ulag ulgamynda, şol sanda demir ýol pudagynda hem uly işler amala aşyrylýar. Birnäçe demir ýol şahalarynyň, ulag geçelgeleriniň gurluşyklarynyň tamamlanmagy bilen, häzirki döwürde-de birnäçe ýerlerde demir ýol gurluşygy alnyp barylýar we ykdysady maksatnama laýyklykda, ýakyn ýyllarda hem birnäçe demir ýol şahalarynyň gurluşygy göz önünde tutulýar. Häzirki wagtda gurluşygy alnyp barylýan Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döwrüniň **beýik taslamasy bolan Bereket-Gyzylgaýa-Uzen, Bereket-Etrek-Gürgen demir ýol ulgamlary Yewropanyň, Aziýanyň, Ýakyn Gündogar ýurtlarynyň dünýä bazarynda gatnaşyklary** has hem gowulandyrrar. “Demirgazyk-Günorta” transkontinental ulag geçelgesiniň uzynlygy 900 kilometre uzap, onuň 80 kilometri Eýran Yslam Respublikasynyň, 697,5 kilometri Türkmenistanyň, 130 kilometrden gowrak bölegi Gazagystanyň çäginde geçer. Gazagystan-Türkmenistan-Eýran demir ýolunyň gurluşygynyň başlanmagyna bagyşlanan dabarada Türkmenistanyň Prezidenti Hormatly Gurbanguly Berdimuhamedowyň belleýşi ýaly: “Şu gün bu ýerde, biziň ýurdumyzyň demir ýol şahalarynyň birleşen punkty bolan Bereketde biz geljekki transmilli Demirgazyk-Günorta ulag geçelgesine simwoliki badalga berýäris. Biziň bu taslamamyza dünýäniň dürli ýurtlary tarapyndan uly gyzyklanma bildirilýär. Sebäbi bu ýol Türkmenistanyň, Gazagystanyň we Eýranyň territoriýalaryndan geçmek bilen, iň amatly, ykdysady taýdan bähbitli, diýmek, onlarça ýurtlar üçin möhüm tranzit marşruty bolar. Tutuş Ýewropa, Russiýa, Merkezi Aziýa ýurtlary gysgaldylan marşrut

arkaly günorta deňizlerine çykмага mümkinçilik alarlar. Beýleki bir tarapdan, şunuň ýaly mümkinçilik Pars aýlagynyň ýurtlaryna demirgazyk ugur boýunça dörär...”

Bulardan başga-da, ýurdumyzyň ähli ýerini gurşap alan bu pudakda we onuň ýol kärhanalarynda desgalary we ulaglary döwrebaplaşdyrmak we kämilleşdirmek babatda hem uly işler alnyp barylýar.

Demir ýol kynçylykly şertlerde agyr işleri ýerine ýetirýär. Onuň ähli desgalary we gurluşlary hemişe abat ýagdaýda saklanylyp, kesgitlenen tizlik we hereket edýän düzümlerden demir ýola düşýän agyrylyk bilen otlularyň bökdençsiz we howpsuz hereketini üpjün etmelidir. Şonuň üçin hem ýoly gündelik gurat saklamak we meýilnama boýunça abatlaýyş işlerini ýerine ýetirmek ýol hojalygynyň ýöretmegiň esasy meselesi bolup durýar.

Ýoly düýpli abatlamak işlerini geçirmeklik zerurlygy diňe bir ýoluň elementleriniň gulluk möhletleri bilen bagly bolman, eýsem ulanylyş şertlerinde talaplaryň güýçlendirilmegi (täze kuwwatly hereket edýän düzümiň girizilmegi we ş.m.) bilen hem ýüze çykýar.

Demir ýoluň esasy wezipesi halk hojalygynyň we ilatyň ýük daşamakdaky we ýolagçy gatnatmakdaky zerurlyklaryny öz wagtynda, ýokary hilde we doly kanagatlandyrmak, ulag işiniň hilini we ykdysady görkezijilerini yzygider ýagdaýda ýokarlandyrmak ýaly borçlar bilen baglanyşdyrylýar.

Soňky ýyllarda ýol hojalygyny güýçlendirmek we kämilleşdirmek boýunça köp işler amala aşyryldy. Ýol hojalygyny ösdürmegiň we kämilleşdirmegiň esasy ugurlary hökmünde şu aşakdakylary sanamak bolar: demirbeton şpallaryň we agyr görnüşli relsleriň goýulmagynyň hasabyna ýoluň kuwwatlylygyny ýokarlandyrmak; ýoluň çagyldan bolan düşek gatlakly ýerleriniň dowamlylygyny artdyrmak; ýer örtügini we emeli desgalary berkitmek; işleriň geçiriliş usullaryny gowulandyrmak; ýol hojalygynyň maşyn-mehanizmler bilen üpjünçiligini ýokarlandyrmak we onuň abatlaýyş binýadyny giňeltmek; ýol hojalygyny maşyn we mehanizmler bilen, şeýle-de onuň ýollaryny we emeli desgalaryny zerur bolan materiallar bilen üpjün edýän täze zawodlary gurmak we olary giňeltmek; ýol hojalygyny dolandyrmagy kämilleşdirmek we ýol işgärleriniň ýaşaýyş hem zähmet şertlerini gowulandyrmak.

Bu okuw kitaby demir ýoluň taslama we hasap, şeýle-de tehniki-ykdysady taýdan seljermelerini öwrenmekde demir ýol pudagynyň önünde duran meseleleri öz içine alýar.

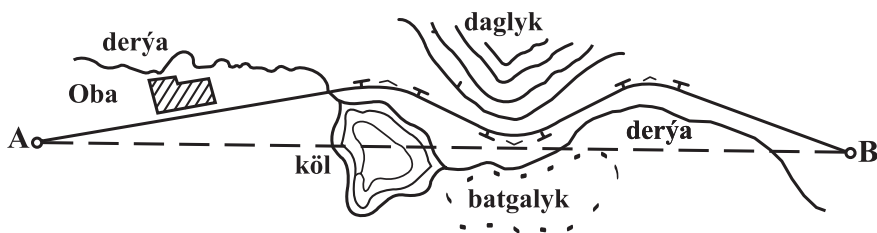
Birinji bölüm

ÝOLUŇ GURLUŞY

Demir ýol göz önünde tutulan demir ýol bölümünde bellenen tizlik, ýük depginliligi we tigr jübütlerden düşýän agyrylyk bilen otlularyň üznüksiz we howpsuz hereketini üpjün etmeli. Şu nukdaý nazardan ugur alyp, demir ýoluň gurluşlary we onuň bölekleri berkligi, durnuklylygy, sürtülmeden bolan iýilmelere garşylygy, bahasynyň elýeterliligi, işleýiş möhletiniň dowamlylygy we ş. m. boýunça kadalaryň hem düzgünnamanyň talaplaryna laýyk bolmaly.

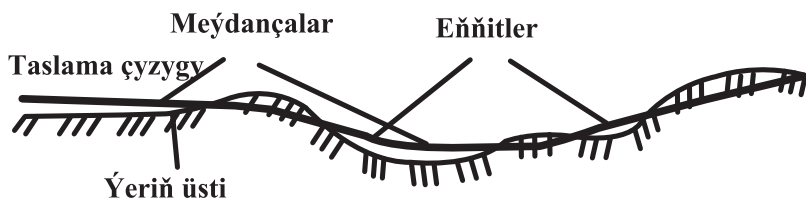
1. Ýol barada umumy maglumat

Demir ýol şahasynyň trassasy diýip, onuň ýer örtüginin gaşynyň (browkasynyň) derejesinde geçýän prodol okuna aýdylýar. Relsara ulugyny ugrukdyryjy çyzyk ýol okunda, relsara ulugynyň ininiň ýarpy ölçegine deň bolan ýerinde, ýagny $\frac{S_o}{2}$ aralykda ýerleşýär (1.1-nji çyzgy).



1.1-nji çyzgy. Ýol trassasy

Ýoluň prodol profili diýlip, onuň trassasy boýunça dik tekizlikde açylyp görkezilen boýuna bolan kesimine aýdylýar (1.2-nji çyzgy); ýoluň plany diýip, onuň kese tekizlige bolan trassasynyň proyeksiýasyna aýdylýar (1.1-nji çyzgy).

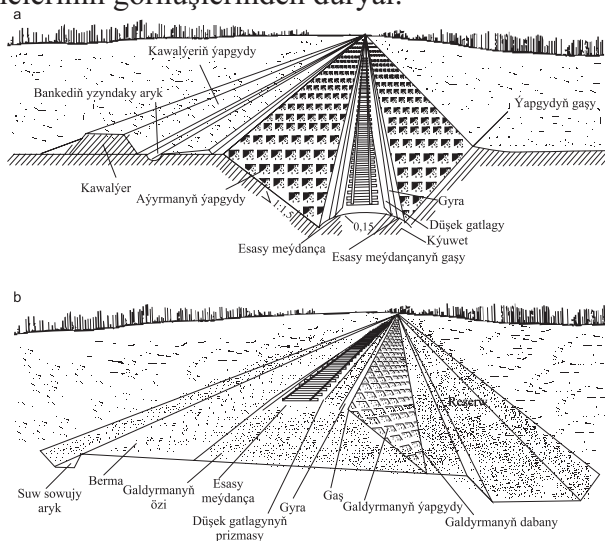


1.2-nji çyzygy. Ýoluň prodol profiliniň elementleri

Demir ýol ýokarky we aşaky gurluşlardan durýar.

Ýoluň ýokarky gurluşy (ÝÝG) hereket edýän düzümiň (HED) ýa-da ýekelikdäki ekipažyň ýöreyiş bölüminiň üsti bilen gelýän dinamiki basyşlary kabul edip, olary ýer örtügiň esasy meýdançasyna deňagramlylykda paýlap, degişli bolan aşaky gurluşlara geçirmek, şeýle-de tigr jübütlerini herekete ugrukdyrmak işlerini ýerine ýetirýär.

ÝÝG ýer örtügiň üstünde ýatan (1.2.1-nji çyzygy), köprülerde ulanylýan we nagymlarda gurulýan görnüşlere bölünýär. ÝÝG-niň ýer örtügiň üstünde gurulýan görnüşi has giň ýaýran, ýagny adaty görnüş hasaplanýar. ÝÝG relslerden, berkidiji birleşdirijilerinden, relsasty esaslardan, düşek gatlagyndan, şeýle-de, ýollaryň kesişmeleriniň we birleşmeleriniň görnüşlerinden durýar.



1.2.1-nji çyzygy. Ýoluň gurluşy

Ýoluň aşaky gurluşy ýer örtüğinden, köprülerden, nagymlardan we emeli desgalaryň beýleki görnüşlerinden durýar (1.2.1-nji çyzgy).

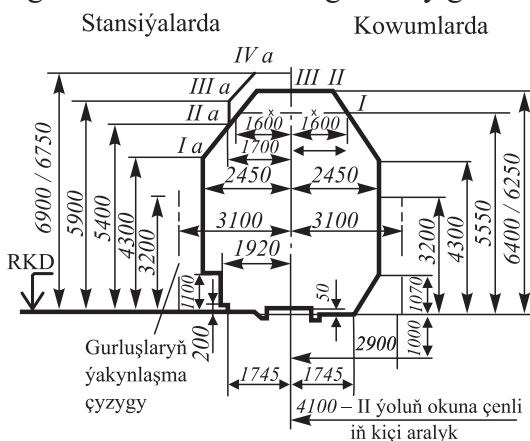
Ýer örtügi ýer üstüni deňleýär, HED-den we ÝÝG-den basyşy kabul edýär we ony deňagram ýagdaýda ýaýradyp ýer üstüne geçirýär.

Ýer örtüginin kese kesimi galdyрма, aýyрма, ýarymgaldyрма, ýarymaýyрма, ýarymgaldyрма-ýarymaýyрма we nul derejedäki ýerlerden bolan görnüşlerden ybaratdyr.

Ýoluň ugrundaky dürli görnüşli gurluşlar we desgalar ýoluň okundan HED-iň howpsuz hereketine päsgel bermez ýaly uzaklykda ýerleşdirilýär.

Hereketdäki HED-iň rugsat edilýän in uly ölçegleri bilen ýol ýakasynyň gurluşlaryň arasyndaky bellenen çäklendirilen çäk boýunça, olaryň arasynda kepillendirilen ätiýaçlyk üçin boşluk bolmaly. Bu çäk Döwlet standartyna laýyklykdaky gurluşyň we HED-iň ýakynlaşma gabaralary bilen kesgitlenýär.

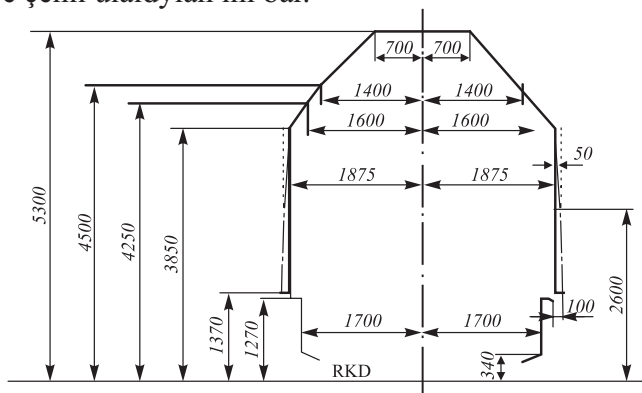
Gurluşlaryň ýakynlaşma gabarasy (C gabarasy) diýip, onuň içine HED-den başga hiç bir desgalaryň we gurluşlaryň bölekleri girmesiz bolan, diňe muňa degişli bolmadyk HED bilen göni bagly gurluşlaryň böleklerinden başga (işçi ýagdaýyndaky wagonyň badyny haýalladýanlar, kontakt geçirijileri we onuň berkidiji bölekleri, suw alynýan gidrawliki kolonkalaryň hobotlary we beýlekiler) onuň keseleýin çäklendirilen (ýoluň okuna perpendikulýar) çäğine aýdylýar. 1.3-nji çyzgyda ýoluň göni bölümlerindäki C gabarasy görkezilýär.



1.3-nji çyzgy. Gurluşlaryň ýakynlaşma gabarasy: RKD-relsiniň kelle bölüminiň üstki derejesi; -x- -elektrofikasiýa göz önünde tutulmadyk desgalar we gurluşlar

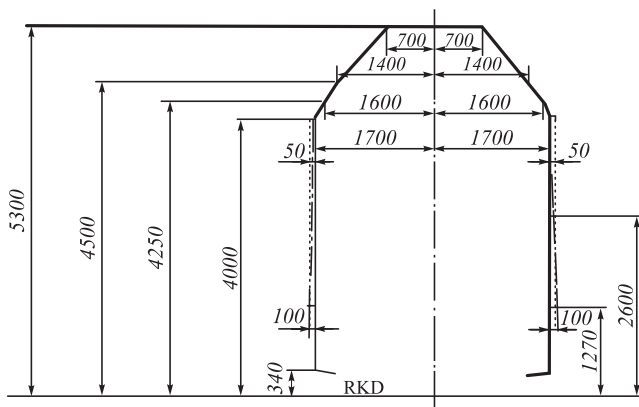
Hereket edýän düzümiň gabarasy diýip, onuň daşyna çykmasyz ýükli, şeýle hem boş HED ýerleşýän kese tekizlikdäki göni ýolda bellenen onuň keseleýin çäklendirilen (ýoluň okuna perpendikulýar) çäğine aýdylýar.

Gurluşlaryň ýakynlaşma gabarasy HED-iň gabarasyndan inli we ýokary (1.3-nji çyzgy). C gabaranyň ini 4900 mm , beýikligi dürli ýagdaýlar üçin 5550 mm -den 7000 mm -e çenli çäkde bolýar. Bütün demir ýol ulgamynda aýlanşyga rugsat edilyän HED üçin 1-T gabarasyň ini 3400 mm we beýikligi 5300 mm ; gaýtadan gurulan şahalaryň aýry bölümleri boýunça aýlanşyga rugsat edilen HED üçin T gabarasyň 3750 mm -e çenli ulaldylan ini bar.



1.4-nji çyzgy. HED-iň T gabarasy:

· · · · - diňe signal gurluşlary üçin; - - - - - çykyp duran bölekleri üçin



1.5-nji çyzgy. HED-iň 1-T gabarasy: · · · - diňe signal gurluşlary üçin; - - - - - çykyp duran bölekleri üçin

Umumy ulgamlaýyn demir ýollaryň, şeýle-de galtaşma ýollaryň desgalary we gurluşlary C gabaranyň (1.3-nji çyzgy), ýagny, gurluşlaryň ýakynlaşma gabarasynyň talaplaryny kanagatlandyrmaly.

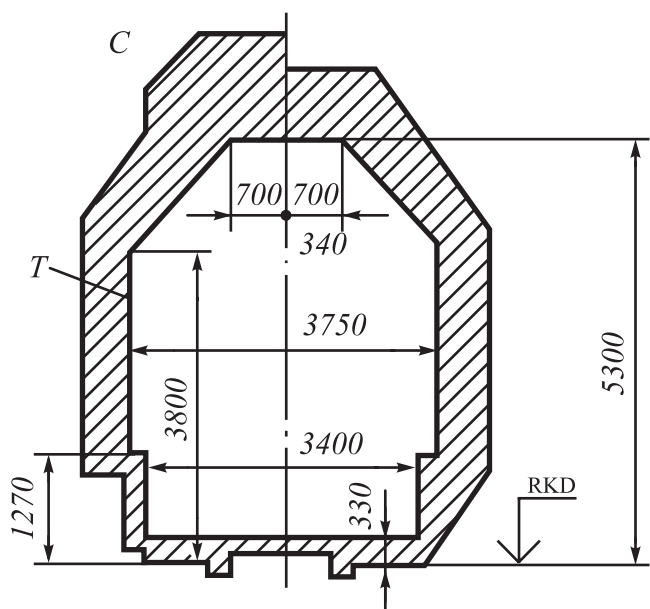
Gabara ölçegleri kese tekizlik boýunça relsara ululugynyň okundan, dik tekizlikde bolsa relsleriň kelle bölüminiň üstünden başlanýar. Gurluşlaryň ýakynlaşma gabarasynyň çep bölümi stansiýalarda, sag bölümi kowumlarda ulanylýar. Ýolagçylaryň duralga nokatlarynda hem hemme desgalar we gurluşlar (Ia-II-a-IIIa-IVa ýokarky çäkden başgasy) C gabaranyň talaplaryny kanagatlandyrmaly.

I-II-III çäk kowumlarda, şeýle-de stansiýanyň (emeli desgalarynyň çäklerinde) ýolagçy duralgalary göz önünde tutulmadyk ýollary üçin bellenýär. Ia-IIa-IIIa-stansiýanyň beýleki ýollary üçin göz önünde tutulandyr.

HED üçin T we 1-T, şeýle-de 1-BM; 0-BM; 0-2BM; 03-BM gabaralar bellenen. HED-iň T gabarasy (1.4-nji çyzgy) umumy ulgamlaýyn demir ýollarda, desgalary we gurluşlary C we C_n gabaralaryň talaplaryny kanagatlandyryan senagat kärhanalaryň ýollarynda we galtaşma ýollarda aýlanşyga rugsat berýär. HED-iň 1-T gabarasy (1.5-nji çyzgy) ýurdumyzyň umumy ulgamlaýyn demir ýollarynyň hemmesi boýunça, galtaşma ýollarda we senagat kärhanalaryň ýollarynda aýlanşyga rugsat berýär. I-BM; 0-BM; 0-2BM; 03-BM gabaralar HED-e diňe bir 1520 (1524) mm-lik relsara ululykly demir ýollarda däl-de, eýsem daşary ýurtlaryň 1435 mm-lik relsara ululykly demir ýollarynda hem aýlanşygyna rugsat berýär.

C, C_n , 1-T we T gabaralar täze demir ýollaryň, desgalaryň, gurluşlaryň gurluşynda we HED ýasalanda, şeýle-de bar bolan demir ýollar, desgalar, gurluşlar gaýtadan gurulanda we HED kämilleşdirilende hem ulanylýar.

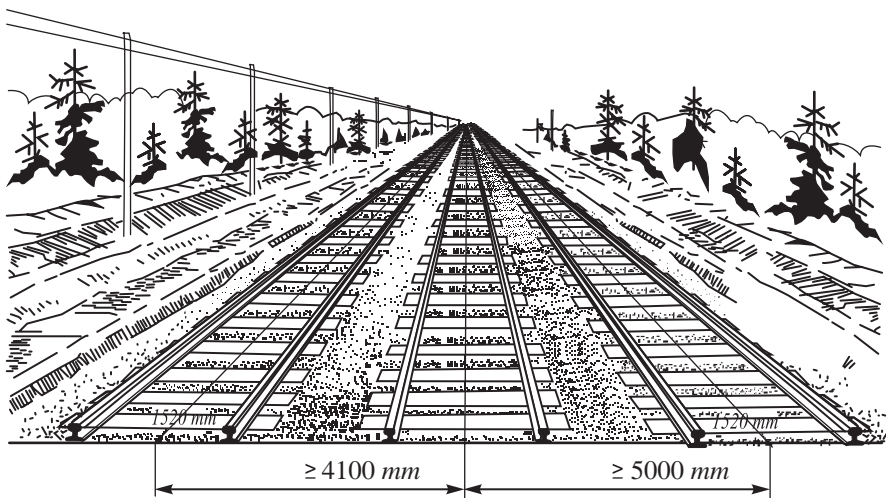
Bulardan başga-da HED-iň ýene iki gabarasy, ýagny T_{np} (1.6-njy çyzgy)-ýük wagonlarynyň sisternadan başga hemme görnüşleri üçin we T_o (1.7-nji çyzgy)-sekiz okly sisternalar üçin gabaralary bar. Bu gabaralara aralyk (ini 3750 mm bolan T bilen ini 3400 mm bolan 1-T gabaralaryň aralygy) diýlip, olar uly ýükli sekiz okly ýarymwagonlaryň we sisternalaryň aýlanşygyna mümkinçilik berýär.



1.7-nji çyzgy. HED-iň we gurluşlaryň ýakynlaşma gabaralarynyň bilelikdäki görnüşü

HED-iň we gurluşlaryň ýakynlaşma gabaralarynyň arasyndaky boşluk HED kese ugur boýunça süýşende ýa-da gyşaranda onuň hiç bir ýeri desgalaryň ýa-da gurluşlaryň hiç bir bölegine ilmezligi üçin zerur. Mundan başga-da, bu boşluk gabarasyz ýükleri daşamaga-da mümkinçilik berýär (1.7-nji çyzgy).

Türkmenistanyň demir ýoluny tehniki ulanmagynyň kadalary (TUK) göni ýolly bölümlerde goňşy ýollar bilen olaryň aralaryndaky iň kiçi bolan okara aralyklaryny (ýollaryň okaralyklaryny) belleýär: ikiýolly kowumlarda-4100 *mm*-den, üçýolly we dörtýolly demir ýol şahalarynda ikinji we üçünji ýollaryň okara aralyklary-5000 *mm*-den kiçi bolmaly däl (1.8-nji çyzgy). Bular ýaly kadalr goňşy ýollar boýunça HED-lere päsgelçiligiň bolmazlygy, şeýle-de üçýolly we dörtýolly bölümlerde ýollaryň giňeldilen okaralyklarynda ýol gurallaryny we esbaplaryny, şeýle hem degişli bolan signallary goýmak üçin göz önünde tutulyp bellenýär. Ýollaryň okaralyklary 1.1-nji tablisada görkezilen.



1.8-nji çyzgy. Kowumyň göni ýolly bölümlerinde ýollaryň okara aralyklary

1.1-nji tablisa

Ýollaryň okaralyklary

Ýollar we ýollaryň okaralyklary	Goňşy ýollar bilen okara aralyklary, mm	
	laýyk şertlerde	iň kiçi rugsat edilmelerde
1	2	3
Esasy ýollar	5300	4800
Esasy we oňa goňşy ýollar: Otlularyň hereket tizligi 120 km/sag çenli bolan birýolly we ikiýolly demir ýol şahalarynda	5300	5300
Otlularyň hereket tizligi 120 km/sag-dan ýokary bolan ikiýolly demir ýol şahalarynda	6500	6500
Kabul ediş-ugradys we sortlaýys-ugradys ýollarynda.	5300	4800

1.1-nji tablisanyň dowamy

1	2	3
Stansiýanyň ikinji derejeli ýollarynda, HED-iň durýan ýollarynda, ýük işleriniň ýollarynda we ş. m.	4800	4500
Ýük işleriniň wagondan wagona geçirilýän ýollaryndaky aşakdaky gabarlarda:		
1-T	3650	3600
T	4000	3950
Sortlaýjy parkyň aýry ýollarynda	6500	5300
Çekip alynýan we oňa goňşy ýollarda	6500	5300

Ýüklenme gabarasy diýip, keseleýin çäklendirilen (ýoluň okuna perpendikulýar) çäge, ýagny kese tekizlikdäki göni ýolda duran açyk HED-e ýüklenen ýüküň daşyna çykmasyzdan içinde ýerleşme çäGINE aýdylýar.

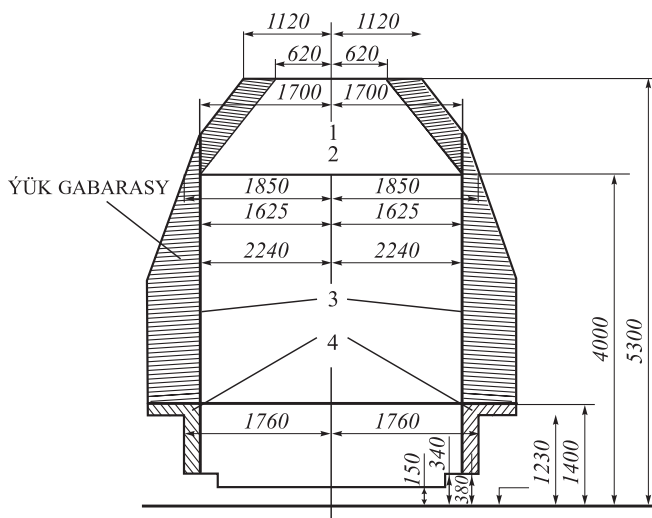
Ýollarda kähalatlar da gabarasyz ýük hem daşalýar. Bular ýaly ýükler açyk HED-e ýüklenende bellenen ýüklenme gabarasynyň çäGinden, käte bolsa HED-iň gabarasynyň çäGinden hem çykýar. *Gabarasyzlyk*, ýüklenen ýüküň ýüklenme gabarasynyň çäGinden çykan ýerine baglylykda, haçan-da onuň gabaradan çykan ýeriniň beýikligi relsiň kelle bölüminiň üstünden 380-den 1230 mm-e çenli aralykda bolsa, *aşaky*, 1400-den 4000 mm-e çenli – *gapdal* we 4000-den 5300 mm-e çenli bolanda *ýokarky* gabarasyzlyk diýip hasaplanýar (1.9-njy çyzgy).

Gabarasyz ýüküň ýüklenme gabarasynyň çäGinden çykma ululygyna baglylykda, ýükleriň gabarasyzlygy alty derejä bölünýär. Şunlukda ýokarky gabarasyzlyk üç derejede, gapdal we aşaky alty derejede bolup biler.

1.1. Ýoluň gurluşyny taslamaklygyň we saýlamaklygyň esasy maksatlary

Ýoluň gurluşy taslananda we saýlananda aşakdaky esasy düzgünler kabul edilýär.

1) Geliň, ýoly içinde hemme elementleri bilelikde işleýän bitewi bir gurluş hökmünde kabul edeliň. Şonda ýoluň gurluşyna ýa-da onuň birje



1.9-njy çyzgy. Ýüküň gabarasyzlygynyň zonalary: 1,2,3,4-degişlilikde ýokarky, gapdal we ýokarky bilelikde, gapdal, aşaky gabarasyzlyklar

elementiniň işleýşine üýtgetme girizmeklik onuň her elementiniň we tutuş ýoluň işleýşiniň, ýoluň we HED-iň özara täsiriniň, ýoly we HED-i gündelik gurat saklamakdaky çykdaýjylaryň üýtgemegine getirýär.

2) Ýoluň gurluşy, tutuş ýoluň we onuň her bir elementiniň işleýşi, işleýiş möhleti we gündelik gurat saklamaga we abatlamaga bolan çykdaýjylary ulanylyş işleriniň göwrümüne we şertine (demir ýol şahasynyň yük depginliligine, massasyna we otlularyň hereket tizligine, ekipažyň gurluşyna, tigrir jübütlerinden relslere düşýän agyrlyga, çekijiniň görnüşine, daşalýan ýüküň häsiýetine we ş. m.) bagly bolýar.

Şunlukda, ýerli aýratynlyklar (klimat taýdan, geologiki we beýlekiler) esasy rol oýnaýar.

3) Ýoly gurmak, ony gündelik gurat saklamak, abatlamak we ýol işlerini mehanizmlaşdirmek boýunça işleri gurnamaklygyň düzgüni köplenç ýagdaýlarda ýoluň gurluşyny sazlamaga we ony gelejekde giňeltmäge we kämilleşdirmäge öz täsirini ýetirýär.

4) Ýoluň gurluşynyň we onuň elementleriniň gutarnykly saýlanylmagyny, ýoly gurmak we ony gündelik gurat saklamak, abatlamak we

güýçlendirmek boýunça işleri gurnamagyň we mehanizmlaşdirmegiň düzgüni ykdysady taýdan maksada laýyklygy we döwletbähbitli meseleleri kesgitleýär.

Demir ýol inžener desgasy hökmünde kynçylykly şertlerde agyr işi ýerine ýetirýär. Ýol bilen uly massaly, ýokary tizlikli otlular geçýär. HED-iň tigirleri relsleri uly güýç bilen basýarlar we hereketdäki bu güýçler kähalatlarda 1,5 esse we ondan-da köp ulalýar. Tigiriň aýlaw üstünde we ýolda bitekizlikleriň, sepleşmeleriň ýslarynyň, hajyň zyýanly boşlugynyň, ýoly we HED-i gurat saklamakda rugsat edilmän çägendäki gysarmalaryň bolmagy, şeýle-de ressorlanan mas-salar we ressorlanan gurluşlaryň yrgyldylary relsler bolan dik we gapdal güýçleriň wagt boýunça çalt üýtgäp durmagyna getirýär. Bu agyrlyklar uly tizlik bilen göçýärler we düşek gatlagyna ýüklenen 15-17 sm galyňlykdaky kese goýumlaryň (relsasty esaslaryň) üstündäki şeýle inçe bolan rels sapaklaryna täsir edýärler.

Demir ýol kähalatlarda klimat we geologiýa taýdan kynçylykly şertleri bolan (müdimilik doňaklyk, batgalyk, deňizýaka kenarly, opurylýan we beýleki daglyk, şeýle-de dürli hilli häsiýetleri bolan toprakly çöllüklerden) dürli häsiýetli ýerlerden geçýär. Ýylyň yssy pasyllarynda relsler gyzyz uzalmak we pes temperaturaly pasyllarda gysgalmak bilen bolýar. Gys döwri toprak we düşek gatlagy doňýar we ýoluň gatylygy, relsleriň portlugy ýokarlanýar; toprakda suw doňup pökgermeleri ýüze çykarýar we ýol profilde üýtgäp, ýola bolan dinamiki urguly täsirler güýçlenýär.

Çäge basmaň, gar syramaň we bahar pasly suwuň we ygalyň ýola edýän täsirleri, oňa bolan özbaşdak çemeleşmeleri talap edýär.

Ýoly gündelik gurat saklamak ýüze çykýan näsazlyklaryň önüni almagy, dörän şikesleri dessine aýyrmagy, ýoluň hemme elementleriniň gulluk möhletleriniň dowamlylygyny üpjün etmegi we olary arasa saklamagy öz içine alýar.

Gündelik gurat saklamak eýeçilik gözi bilen seredilmegi, dynuwsyz gözegçiligi we hyzmat edilmegini, ýüze çykýan näsazlyklaryň sebäbiniň öwrenilmegini we zerur bolan işleriň geçirilmegini talap edýär.

Ýol agyrlygyň aşagynda işlände dartgynly ýagdaýda bolup, onda maýyşgak we galyndyly deformasiýalar peýda bolýar. Agyrlyk aýýrlandan soň, dolulygyna ýitýän maýyşgak deformasiýalar çenden aşa köp we

şol bir agyrlıgyň aşagynda ýoluň dürli kesimlerinde ululygy boýunça tapawutlanmaly däl. Agyrlıgyň aşagynda işleýän ýolda tebigy täsirler sebäpli ýüze çykýan galyndyly deformasiýalar (şol sanda relsleriň, şpallaryň we düşek gatlagynyň iýilmesi we ş. m.) minimal, wagt boýunça haýal akymlaýyn we ýol boýuna birsyhly ýüze çykýan bolmaly.

Iýilmeler we galyndyly deformasiýalaryň ýygnanmagy ýoluň elementleriniň we aýry bölekleriniň ýa-da toplumlarynyň döwürleýin çalşylmagyna (hatardan çykmagyna) getirýär. Şol sebäpli hem ýoluň abatlama işleri geçirilýär. Mundan başga-da, düşek gatlagynyň gönüden-göni maýyşgak-galyndyly deformasiýalaryň çägendäki agyrlıgyň aşagynda işleýändigini hasaba almaly. Gurat saklama işleri düzgüne laýyk geçirilende düşek gatlagynyň deformasiýalary ýoluň ugruna birsyhly we haýal ýagdaýda ýaýramaly, şeýle-de olaryň ýygnanmasy ýoluň profiliniň yzygider ýagdaýda sazlanylmagyny talap edýär.

Wagtyň geçmegi bilen düşek gatlagy hapalanýar. Suwy gowy geçirýän düşek hilini ýitirip ugraýar we onuň geçirijilik ukyby peselýär. Elbetde, hapalanmany azaltmaly, ýöne düşek gatlagyny hapalanmadan goramak şu döwre çenli toplanan tejribelere görä, entek başardanok. Şonuň üçin düşek gatlagynyň döwürleýin arassalanmagy ýa-da çalşylmagy talap edilýär. Ýoly abatlamak bilen bir hatarda ony güýçlendirmek hem zerurdyr. Kähalatlarda ýoly güýçlendirmegiň şertleri abatlamagyň möhletini kesgitlemegi talap edýär. Ýoly düýpli güýçlendirmek üçin, zerur bolan halatlarda, ony gaýtadan gurnamaly bolýar. Adatça bu ýagdaý tutuş ugur boýunça, diňe esasy ýolda däl-de, eýsem stansiýanyň ýollarynda hem geçirilýär.

Ýol gurulanda we abatlananda ÝÝG-niň elementleriniň dogry saýlanylmagy we goýulmagy ýoluň tutuşlaýyn birmeňzeşligini ýokarlandyrýar we HED bilen ýoluň dinamiki täsirlerini peseldýär. Bu bolsa ýoluň ýagdaýyny gowulandyryýar, gündelik gurat saklamaklyga bolan çykdaýjylary azaldýar we abatlamalaryň aralyk döwürlerini köpeldýär.

Şonuň üçin ýoluň gurluşlaryny we onuň aýry-aýry elementlerini saýlamak, olary goýmak, gurat saklamak we abatlamak ýaly meselelere bir-birine baglylykda, bitewilikde toplumlaýyn seredilmeli.

Demir ýol şahasynyň ýük depginliligi, hereket tizligi, HED-iň tigrir jübütlerinden relsler düşýän agyrlıgy näçe ýokary bolsa, şonça-da ony gündelik gurat saklamak çylşyrymly, ýerine ýetirilmeli işleriň

göwrümi uly we çykdaýjylary köp bolýar. Şeýle-de, ýolda şpal ýaly ownuk elementler köp. Olaryň hersi aýratynlykda ýokarda görkezilen hyzmatlary talap edýär.

Bu ýagdaýlaryň ählisi köp derejede başga bir gurluşygyň gurluşyna, ýagny ýoluň iripanelli we iriblokly elementlerine geçilmegini talap edýär. Netijede otlularyň hereketine bolan garşylyk peselýär, gündelik gurat saklamany doly mehanizasiýalaşdyrmaga amatly mümkinçilikler döreýär we ýoly gündelik gurat saklamaga we onuň abatlanmalaryna bolan çykdaýjylar göz-görtele azalýar.

Mesele islendik ýagdaýda anyk şertler üçin iň oňat ugurlary, usullary we gurluşlary kabul etmek bilen baglanyşdyrylýar. Munuň üçin häzirki tehnikanyň pajarlap ösýän döwrinde bar bolan materiallaryň we olary ulanmaklygyň usullarynyň kämilleşdirilmegi, döwrebap materiallary ulanmaklygyň täze gözlegleri, has maksadalaýyk gurluşlaýyn çözgütleri we täze mümkinçilikleri açmak talap edilýär.

Hereket edýän düzümiň okuna getirilen massasyna, otlularyň hereket tizligine we ýükdepginliligine ýoluň ýokarky gurluşynyň tipleriniň ýakynlaşdyrylan baglylygy.

ÝÝG-niň tipi we gurluşy anyk şertler üçin tehniki we tehniki-ykdysady hasaplamalaryň, seljermeleriň we ulanylyş tejribelikleriniň hasaba alynmagynyň, degişlilikdäki ylmy barlaglaryň we anyk taslamalaryň esasynda saýlanylmaly.

Rels ÝÝG-niň esasy möhüm elementi hasaplanýar. Häzirki döwriň önümçiligindäki relsler üçin esasy deňeşdirme häsiýeti hökmünde olaryň q , kg/m massasyny kabul edýärler. Adatça relsiň bu massasyna ÝÝG-niň elementleriniň beýleki häsiýetleri hem degişli bolýar. Şonuň üçin relsleriň massalaryny, belli bir derejede, tutuş ÝÝG-niň tipleriniň umumy görkezijisi hökmünde hem kabul etmek bolar. Bar bolan hasabatlaryň we edebiýat maglumatlarynyň, ulanylyş tejribelikleriniň, ylmy barlaglaryň we tehniki-ykdsady seljermeleriň netijeleri relsiň talap edilýän q massasy bilen HED-iň okuna getirilen P_g , t/ok massasynyň, hereketiň ϑ , kg/sag tizliginiň we T_0 , $mln.t \cdot km$ brutto ýük depginliliginiň arasyndaky garyşyk (ýük we ýolagçy) hereketde, ýakynlaşdyrylan baglylygyny çen bilen bellemäge mümkinçilik berýär. Muny G. M. Şahunýansyň hödürleýän formulasyna laýyklykda şu aşakdaky gurluşlaýyn görnüşde ýazmak bolar:

$$q \geq AP_{g_{\max}}^{m_A}; \quad q \geq B\vartheta_{\max}^{m_B}; \quad q \geq C \sqrt[4]{\frac{T_{0\max}}{\lambda_r}}; \\ q \geq a(1 + \gamma \sqrt[4]{\frac{T_{0\max}}{\lambda_r}})[(1 + \alpha\vartheta + \beta\vartheta^2)P_g]_{\max}^S. \quad (1.1)$$

Bu baglylyklarda λ_r -relsiň hilini hasaba alýan koeffisiýent; termiki taýdan işlenmedik uglerodlanan relsler üçin $\lambda_r=1,0$; termiki taýdan işlenen (taplanan) relsler üçin işleniliş usulyna baglylykda $\lambda_r=1,5\div 2,0$. Termiki taýdan differensirlenip, legirlenen polat ulanylyp taýýarlanan relsler we ş. m. üçin λ_r -niň bahasy başgaça hem bolup biler. $A, B, C, a, \gamma, \alpha$ we β ululyklar-parametrler, m_A, m_B, m_C, n we S bolsa-dereje görkezijileri.

Parametrler we görkezijilere san bahalaryny berip, ýokarda görkezilenleri umumylaşdyryp, (1.1) formulany hasap üçin amatly görnüşe getirýäris:

$$q \geq a \left(1 + \sqrt[4]{\frac{T_{0\max}}{\lambda_r}} \right) \cdot [(1 + 0,012\vartheta)P_g]_{\max}^{\frac{2}{3}}; \quad (1.2)$$

$$A \leq \frac{q}{P_{g_{\max}}}; \quad B \leq \frac{q}{\vartheta_{\max}};$$

$$C \leq \frac{q}{\sqrt[4]{\frac{T_{0\max}}{\lambda_r}}}. \quad (1.3)$$

Wagonlar üçin $a \approx 1,2$, lokomotiwler üçin bolsa $a=1,13$. A parametr 2-den 3-e çenli aralykda, ortaça 2,5-e deň bolýar. B parametr adatça 0,31-den 0,59-a çenli çäkde, ortaça 0,46-a deň bolýar. C parametr 28-den 31-e çenli aralykda bolup, biziň ýollarymyzda häzirki döwrüň tejribeliklerine laýyklykda 24,4-e deň.

(1.2) formula boýunça relsiň zerur bolan minimal massasy q kesgitlenýär, soňra (1.3) formulalar boýunça barlanýar. Munuň üçin belli bolan q -iň bahasynda A, B we C parametrler tapylýar. C parametr 24,4-den kiçi bolmaly däl. A we B parametrler ýokarda görkezilen çäklerde bolmaly we ulanylýan relsleriň gelejekki mümkinçiligini üpjün etmeli. Eger-de, A, B we C parametrleriň birinden biri (1.3) şertleri kanagatlandyrmasa, onda q -iň şeýle ulurak bahasy kabul edilýär, ýagny bu kabul edilen bahada (1.2) we (1.3) hemme şertleri kanagatlan-

dyrylmaly. Şeýlelik-de q -iň bahasynyň şeýle kesgitlemesinden soň, oňa ýakyn bolan massaly standart relsleriň tipleri alynýar. Relsleriň bu tipleri boýunça ÝÝG-niň tipleri bellenýär we has maksada laýyk ÝÝG-ni kesgitlemek üçin wariantlaryň açyp görkezilen tehniki-yk-dysady deňeşdirmesini geçirýärler.

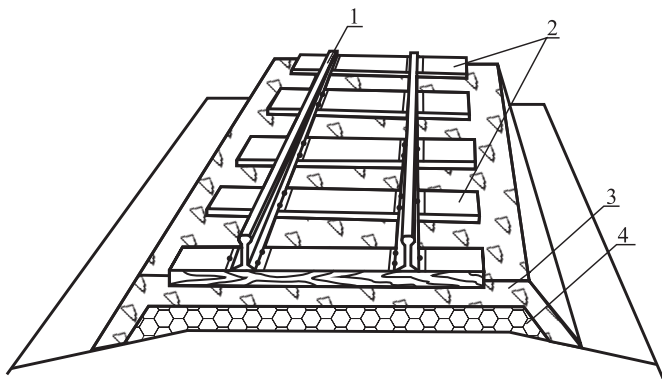
(1.2) formula boýunça hasap işlerini ýeňilleşdirmek üçin 1.2-nji tablisa berlendir

1.2-nji tablisa

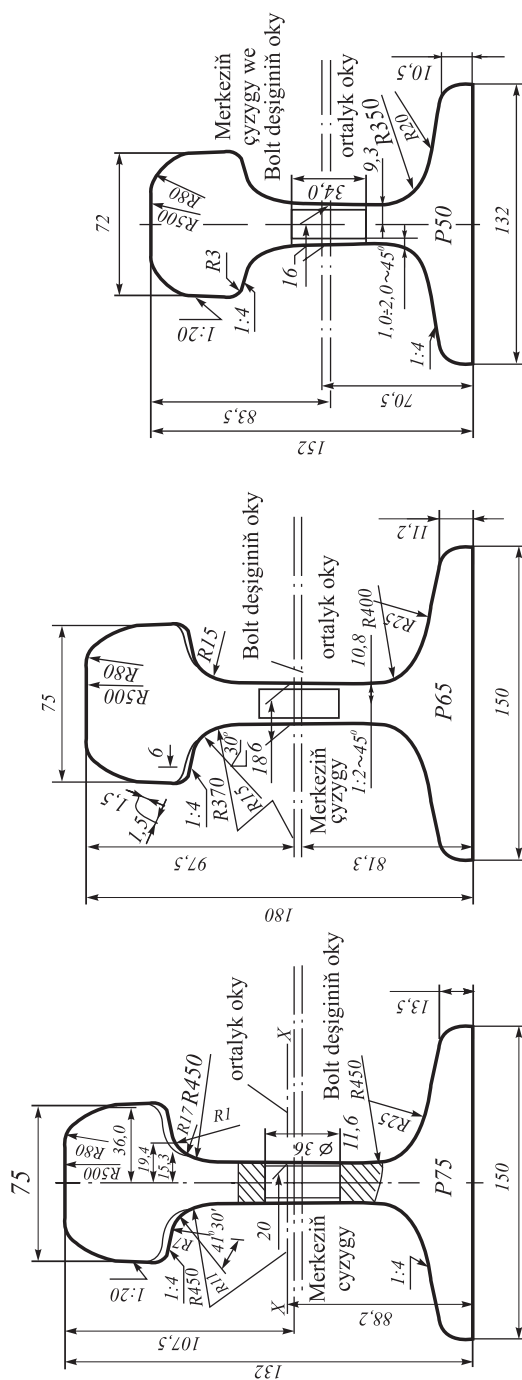
Hasap işleri üçin parametrler

g	$(1+0,12V)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{T_o}{\lambda_r}$	$1 + \sqrt[4]{\frac{T_o}{\lambda_r}}$	P_g	$P_g^{\frac{2}{3}}$	g	$(1+0,12V)^{\frac{1}{3}}$	$\frac{T_o}{\lambda_r}$	$1 + \sqrt[4]{\frac{T_o}{\lambda_r}}$	P_g	$P_g^{\frac{2}{3}}$
20	1,15	5	2,50	12	5,24	110	1,75	80	3,99	26	8,78
30	1,23	15	2,96	15	6,08	120	1,81	90	4,08	27	9,00
40	1,30	20	3,11	18	6,87	140	1,93	100	4,16	28	9,22
50	1,37	25	3,24	20	7,37	160	2,04	120	4,31	29	9,44
60	1,44	30	3,34	21	7,61	180	2,15	140	4,44	30	9,65
70	1,50	40	3,52	22	7,85	200	2,26	160	4,56	31	9,87
80	1,57	50	3,66	23	8,09	220	2,37	180	4,66	32	10,08
90	1,63	60	3,78	24	8,32	250	2,52	200	4,76	33	10,29
100	1,69	70	3,89	25	8,55	300	2,77	250	4,98	34	10,50

1.2. ÝÝG we onuň esasy elementleri



1.2.1.1-nji çyzgy. ÝÝG: 1-rels; 2-şpal; 3-düşek gatlagy;
4-düşek gatlagynyň gum ýassygy



1.2.2-nji çyzygy. Relseriň kese kesimleri

ÝÝG relslerden, berkidiji birleşdirijilerden, relsasty esaslardan (şpallaryň görnüşlerinden, pürsleriň görnüşlerinden, plitalardan, bloklardan, çarçuwalardan we ş. m.), düşek gatlagyndan, düşek gatlagynyň gum ýassygyndan, ýollaryň kesişmeleriniň we birleşmeleriniň görnüşlerinden we ş. m. durýar (1.2.1.1-nji çyzgy).

Relsler we olaryň geometriki parametrleri. Relsleriň tipleri 1 m uzynlykdaky relsiň massasy bilen kesgitlenýär, ýagny, bu bahany tegelekläp P harpynyň yzyna ýazýarlar. P75 tipli 1 m relsiň massasy 74,41 kg (ГОСТ 16210-77), P65 tipli rels-64,72 kg (ГОСТ 8161-75), P50 tipli rels-51,67 kg (ГОСТ 7174-75).

Tigiriň basyşyny has merkezleşdirip geçirmek üçin, relsiň kelle bölüminiň üstüni ýeňilden güberçek görnüşde edýärler. Onuň kelle bölüminiň gapdal gyraňyna geçmek $R=13\div15$ mm radiusly egri boýunça, ýagny, tigiriň erňeginiň bandaž bilen aralykdaky aýlamçasyna ýakyn radius bilen ýerine ýetirilýär (1.2.2-nji çyzgy). Bu bolsa tigiriň şeýle aýlamçaly erňeginiň relsiň gapdal gyraňy bilen ysnyşykly degip aýlanmagyny we relsiň üstüne çykmazlygyny üpjün edýär. Relsleriň taýýarlanylş yzygiderliliginde sowadylan halatyndaky taplamada ýüze çykan şikesleriň we ýerli dartgynlylyklaryň toplanmalarynyň bolmazlygy üçin, kelle bölüminiň gapdal we aşaky gyraňlarynyň birikmeleri, şeýle-de dabanyňyň hemme gyraňlary 2-4 mm radiusly egri boýunça ýerine ýetirilýär. Relsiň kelle bölüminden daban bölümüne geçýän boýun bölümi hem şeýle egriçyzyklaýyn usulda geçýär.

Relsiň dabanynda-da gapdal ugur boýunça durnuklylygyny üpjün etmek üçin, ýeterlikli ululykda in berýärler. Mundan başga-da, relsiň dabanyňyň ini ony relsasty esaslar bilen birleşdirijiler arkaly birikdirmek amatlylyklaryny-da üpjün etmeli.

Işleýiş häsiýeti boýunça relsler gysga, uzyn we sepleşmesiz rels halkalaryna bölünýär. Biziň ýollarymyzda relsleriň standart uzynlygy 25 m, ýöne belli bir mukdarda 12,5 m uzynlykdaky relsler hem ulanylýar. Sepleşme sanyny azaltmak maksady bilen relsleri halkalaýyn kebşirleýärler. Biziň ýollarymyzda tip taýdan sepleşmesiz halkalaryň uzynlygy 800 m.

Relsleriň berklige we durnuklylyga bolan hasap işleri şu aşakdaky talaplary üpjün etmek üçin ýerine ýetirilýär:

1) relsleriň ýylyň islendik wagtynda otlularyň we temperatura güýçleriniň bilelikdäki täsirlerine bolan berkligi;

2) relsiň ýokary temperaturalarynda ýoluň kese ugurlar boýunça zyňylmagyna garşy relsara ululygynyň durnuklylygy;

3) pes temperaturalarda otlularyň we temperatura güýçleriniň täsirlerine garşy sepleşme boltlarynyň egrelmä we ýolunma bolan berkligi.

Relsleriň işleýiş möhletleri olaryň iýilmesi we şikeslenmesi boýunça mejbury wagtyndan öň ýekeleýin çalşylmagy bilen kesgitlenýär. Biziň ýollarymyzda relsleriň kadalaýyn bellenen işleýiş möhletleri bar, ýagny şondan soňra olar tutuşlaýyn çalşylmaklyga degişli bolýar. Möhletler ýyllar bilen, üstünden geçýän bruttolaýyn ýükler, çalşymalaryň arasyndaky tonnalarynyň sany bilen aňladylýar.

Relsleriň egilmä, portluga we iýilmä bolan garşylygy boýunça umumy berkligi ýokary uglerodlanan poladyň ulanylmagy bilen üpjün edilýär. Şonuň üçin has kuwwatly we has agyr relsleriň düzüminde uglerod köp bolýar.

Martenow poladynyň düzüminde uglerody 0,4-den 0,63%-e çenli köpeldip, relsiň iýilmä bolan durnuklylygyny 7 esse, ony 0,63-den 0,7%-e çenli köpeldip-takmynan 30% ýokarlandyryp bolýar. Ýöne ony çendenaşa köpeltmek hem relsiň rugsat edilmeden ýokary bolan portlugyna getirýär. Şonuň üçin rels poladynyň düzümindäki uglerodyň maksimal möçberini 0,82 %-de çäklendirýärler.

1.2.1-nji tablisadan görnüşi ýaly, P43 tipli relsden P65 tipli relse geçirilende ýokarda görkezilen sebäplere görä, relsiň kelle bölümünde metalyň udel möçberi 42,83-den 34,11 %-e çenli peselýär.

Ýoluň öwrümli ýerlerinde rels çyzyklarynyň sepleşme yslyryny bir-biriniň garşysynda ýerleşdirmek boýunça düzgüniň talaplaryny berjaý etmek maksady bilen, içki rels çyzygy boýunça gysgaldylan relsler goýulýar. Munuň üçin zawodda ýörite gysgaldylan relsler goýberilýär. Goýberilýän relsleriň gysgalmalary: 25 *m*-lik uzynlykdaky standart relsler üçin bu gysgalmalaryň ululygy 80 we 160 *mm*, 12,5 *m*-lik uzynlykdaky standart relsler üçin- 40, 80 we 120 *mm*.

Relsleriň uçlarynyň aralarynda temperatura şertlerine baglylykda gysyna ulalyp, tomsuna kiçelip üýtgeýän ululykdaky yslyr goýulýar.

Relsleriň häsiýetleriniň bahalary

Häsiýetlendirmesi	Relsleriň tipleri			
	P43 (ГОСТ 7173-4)	P50 (ГОСТ 7174-75)	P65 (ГОСТ 8161-75)	P75 (ГОСТ 16210-77)
1 <i>m</i> -niň massasy, <i>kg</i>	44,65	51,67	64,72	74,44
Kese kesiminiň meýdany, <i>sm</i> ²	57,00	65,99	82,65	95,06
Relsiň elementlerinde metalyň möçberi, %:				
kelle bölümünde	42,83	38,12	34,11	37,44
boýun bölümünde	21,31	24,46	28,52	26,53
dabanynda	35,86	37,42	37,37	36,03
Kese kesiminiň oklaryna baglylykdaky inersion momenti, <i>sm</i> ² :				
kese oka	1489	2011	3540	4490
dik oka	260	375	564	661
Garşylygyň momenti, <i>sm</i> ² :				
dabanyň aşagy boýunça	217	285	435	509
kelle bölümüniň üsti boýunça	208	247	358	432
dabanyň gapdal gyraňy boýunça	45	55	75	88
Relsiň dabanyň <i>B</i> ininiň onuň <i>H</i> beýikligine gatnaşygy	0,814	0,868	0,833	0,781

Ýöne islendik ölçegdäki ýş goýmak bolmaýar. Sebäbi, uly bolanda üstünden tigr geçende dinamiki urgularyň täsirleri hem uly bolýar. Şonuň üçin gurluş taýdan mümkin bolan maksimal ýş bilen çäklenilýär. Gurluş taýdan mümkin bolan ýş $E_{y=G}$ bilen bellälin, onuň nominal bahasyny E_{y-G-n} we hemme oňaýsyz rugsat edilmeleriň we

gyşarmalaryň ähtimallyklary hasaba alnan maksimal bahasyny $E_{y-G-\min}$ bilen belläliň (1.2.2-nji tablisa); D-reldsde tegelek deşiğiň diametri; d_r -sepleşme boltunyň rezba kesigi boýunça we sterženi boýunça diametri - $d=d_r-2\text{ mm}$.

Onda:

$$E_{y-G-n} = 2[D - (d_r - 2)];$$

$$E_{y-G-\min} = E_{y-G-n} - \Delta.$$
(1.2.1)

Bu ýerde Δ -relslerde we goýumlarda deşikleriň goýulyşynyň we bu deşikleriň hem boltlaryň diametrleriniň nätaklyklarynyň täsirleriniň jemi.

1.2.2-nji tablisa

Yşlaryň, boltlaryň we relsleriň deşikleriniň ölçegleri, mm

Relsleriň tipleri	D	d_r	E_{y-G-n}	$E_{y-G-\min}$
P50	34	24	24	21
P65 we P75	36	27	22	19

Ähli görkezilen faktorlaryň mümkin bolan oňaýsyzlyklarynyň hasabynyň nazary çägi $\Delta \approx 8\text{ mm}$ berip biler. Δ -nyň bahasy 0,999 ähtimallyk bilen $2,65 \approx 3\text{ mm}$ bolýar. Şuny hem hasap işlerinde kabul edýärler.

Ýollarda kostyl berkidijili 12,5 m-lik relsler gysga hasaplanýar. Demir ýoluň tas ähli ýerlerinde goýlan 25 m-lik relsler hem yş ýetmezçilikleri bilen işleýär. Bu bolsa relsleriň uçlarynda gysylmalara ýa-da sepleşme boltlarynyň gyrkylmagyna getirýär.

ABŞ-da soňky döwürlere çenli 11,89 m-lik relsler ulanylýar. Bu relsleriň ýarymwagona laýyk ýerleşýändigini daşamakda degişli bolan amatlyklary döredýär. Bu uzynlykda sepleşme yşlary $6 \div 8\text{ mm}$ kabul edilýär. Inlislerde 18,29 m uzynlykdaky relsler ulanylýar. Fransiýada relsleriň standart uzynlygy 18 m. Germaniýa ýurtlarynda bu uzynlyk 30, 45 we 60 m.

Häzirki döwürde sepleşmesiz rels halkaly ýollaryň oňaýly taprlaryny belläp geçmeli. Sepleşmesiz ýollarda gündelik gurat saklamaklyga bolan çykdaýjylar azalýar, ÝÝG-niň işleýiş möhleti uzalýar, HED-iň tozmasy peselýär, herekete bolan garşylyk azalýar, rels halkalarynda omlaýyn garşylygy kiçelýär we ş.m.

Relsleriň hili. Relsiň çig maly (materialy) hökmünde 1.2.3-nji tablisada himiki düzümi görkezilen ýokary uglerodlanan polat hyzmat edýär.

1.2.3-nji tablisa

Rels poladynyň düzümindäki himiki elementleriň möçberi, %

Poladyň kysymy	Relsiň tipi	C	Mn	Si	Şundan köp bolmadyk			ГОСТ
					P	S	As	
M76	P75, P65	0,69-0,82	0,75-1,05	0,13-0,28	0,035	0,045	0,15	8161-75
M75	P50	0,67-0,80	0,75-1,05	0,13-0,28	0,035	0,045	0,15	6944-63
НБ67	P50	0,58-0,75	0,60-1,00	0,15-0,30	0,070	0,060	-	16852-71

„Azowstal“, Kuzneskiý we Nižnetagilskiý metallurgiýa kombinatlarynyň zawodlary Martenowyň öndürýän polatlaryndan relsleri (M harpy bolan kysymly polat; harpdan soňky san belgileri düzüminde uglerodyň ortaça görteriminiň 100 esse ulaldylan mukdaryny görkezýär) göýberýär. Dzeržinskiý adyndaky zawod kämilleşdirilen usulda alnan bessemerobskiý polatlaryndan relsleri (НБ-täze bessemer kysymly) göýberýär.

Uglerod laýyk mukdarda ulanylanda relsiň egilmä, gatylyga we iýilmä garşy durnuklylygyna bolan berkligini üpjün edýär. Onuň mukdarynyň köpeldilmegi relsiň portlugyny artdyrýar. Margenes we kremniý onuň gatylygyny we iýilmä garşy durnuklylygyny ýokarlandyrýar.

Fosfor pes temperaturada poladyň portlugyny artdyrýar. Şonuň üçin sowuk klimatly sebitlerde bessemer poladyndan bolan relsleri ulanmak rugsat edilmeyär. Kükürt gyzgyna döwürleşen häsiýet berýär we rels taýýarlananda şikeslenmesi ýokarlanýar. Myşýak poladyň gatylygyny we iýilmä garşy durnuklylygyny ýokarlandyrýar. „Azow-

stal“ zawodynyň relsleriniň düzüminde 0,15 %-e çenli myşýak bolup, olaryň düzüminde fosforyň we kükürdiň mukdarynyň deňişlilikde 0,040 we 0,050 %-den köp bolmaklygy rugsat edilmeyär.

Kesim boýunça metalyň ýaýradylmagy relsiň gowy hilde taýýarlanylma mümkinçiligini üpjün etmeli. Relsiň işleýiş möhletini uzaltmak üçin ony (taplaýarlar) termiki taýdan işleýärler. Bu hem onuň işleýiş möhletini 1,5 esse artdyrýar. Häzirki döwürde sorbit ýagynda göwrümleýin taplanan relsler göýberilýär. Olaryň bahasy taplanmadyk relsleriňkä görä takmynan $20 \div 25$ % ýokary.

Häzirki döwrüň uglerodlanan rels polady aralarynda ferrit geçen plastinalaýyn perlit göz önüne getirýär. Perlit ferritiň we sementitiň ewtektoidli mehaniki garyndysyndan durýar. Sementitiň (demir karbidiniň) Fe_3C formulasy bar. Ferrit perlit gurluşynyň iň ýumşak bölegi hökmünde tas arassa demirdir.

Rels poladynyň temperaturasy ýokarlandyrylyp, 723°C -den geçende austenit diýilýän birmeňzeş düzümlü gaty garyndy emele gelýär. Ýuwaşjadan sowadylanda bolsa, yzygiderlik tersine bolup geçýär, ýagny austenit ferrite we sementite dargaýar. Eger-de, 723°C -den ýokary gyzdyrylan polat has çalt sowadylsa, onda austenit margensite öwrülýär. Margensit gurluşyndan bolan polat örän gaty we port, şeýlede udel agyrlыgy kiçi bolýar. Ol rels üçin ýaramsyz hasaplanýar.

Iň oňat netijeler relsleri peç gyrgyznylygyndaky ýagdaýda, soňra yzygider göýberip, göwrümleýin taplamak usulyňy ulanmakda gazanyldy. Şonda relsiň dabany we boýny tas içinden geçip diýen ýaly taplanýar. Relsler peçlerde bir sagadyň dowamynda 850°C -a çenli gyzdyrylýar, soňra olar 100°C temperaturaly taplanylýan ýagly wanna geçirilýär. Bu ýerde 5 minut saklanýar we 120°C – 150°C -a çenli sowadylýar, mundan soň relsler göýberiliş üçin pes temperaturaly ýalynsyz peje gelýär. Ol ýerde 450°C temperaturada 2 sagat saklanýar.

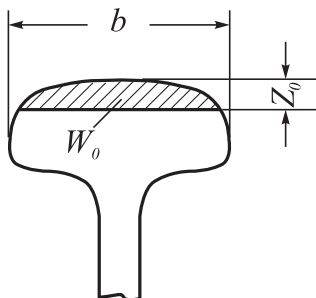
Rels poladynyň goýberilişinde içki galyndyly dartgynylyk (25-45 %-e çenli) peselýär, relsleriň portlaýyn şikeslenmegine bolan garşylygy ýokarlanýar, ýokary derejedäki gatylygyny, statiki berkligini, iýilmä bolan durnuklylygynyň saklanmagynda urga ýumşaklygy gowulanýar.

1.2.3-nji çyzydan görnüşi ýaly, relsiň kelle bölüminiň rugsat edilýän Z_0 iýilmesi (könelmesi) onuň kese kesiginden görünýän iýilen

W_0 meýdanyndan galan böleginiň rugsat edilýän agyrlýgy geçirmekligi üpjün etmegi bilen kesgitlenýär:

$$W_o = bZ_o - \Delta, \quad (1.2.1)'$$

bu ýerde Δ -reliň kese kesiminde göz önüne getirilýän göniburçlygynyň meýdany bilen reliň kelle bölümüniň şekiliniň 70 mm^2 -dan ybarat bolan meýdanynyň tapawudy; b -reliň kelle bölümüniň ini; W_0 -reliň kelle bölümüniň kada laýyklykda iýilmesiniň çägi (mysal üçin P65 tipli relsler üçin $\vartheta=120 \text{ km/sag}$ çenli, $W_0=12 \text{ mm}$, $\vartheta=121\div140 \text{ km/sag}$ bolsa $W_0=9 \text{ mm}$).

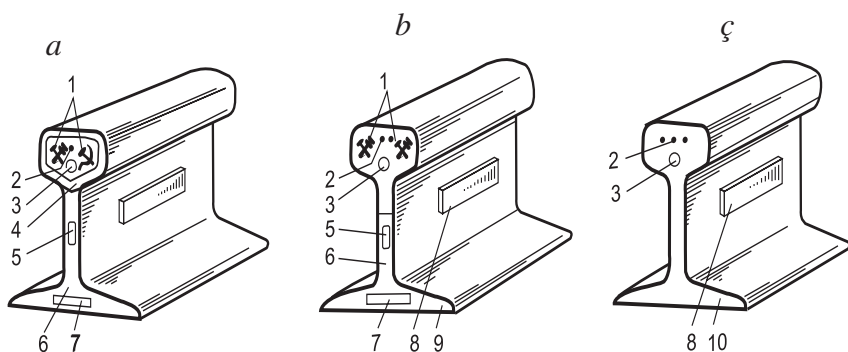


1.2.3-nji çyzgy. Reliň iýilme derejesiniň kesgitlenilişi

Reliň işleýiş möhletini uzaltmak üçin birnäçe çäreler amala aşyrylýar. Olardan iň esasy hökmünde şol bir relsleriň ýokary depginlilikli ýollarda özüniň işleýiş resurslaryny tamamlansoň, beýleki orta we pes depginlilikli ýollara çalşylmagyny bellemeli. Şeýle usulda senagat ýollaryndaky relsler soňky resursyna çenli ulanylýar, ýagny aýlaw üsti (bandažy) iýilen tigirleriň erňekleriniň sepleşme boltlarynyň kellelerini gyrmajakdygyna ynam bolýan derejä çenli ulanmak bolýar.

Relseri kysym, hil we tip taýdan bir-birinden tapawutlandyrmak üçin olar ýörite markalanma arkaly (1.2.4-nji çyzgy) häsiýetlendirilýär.

Berkidiji birleşdirijiler (mundan beýläk birleşdirijiler). Birleşdirijiler aralyk we sepleşme birleşdirijilerine bölünýär.

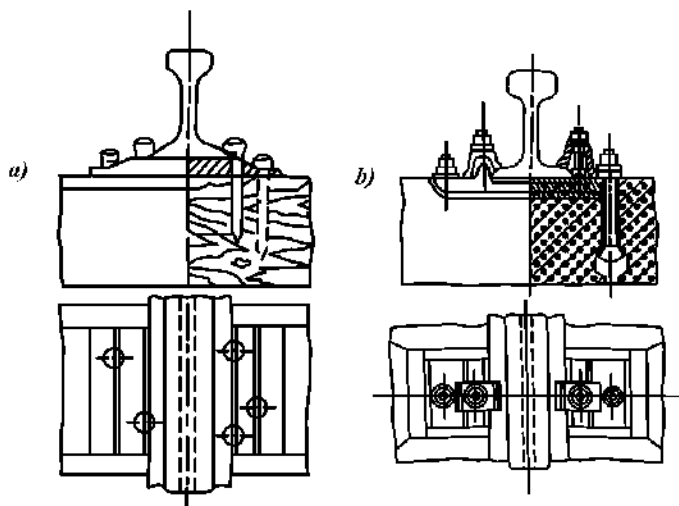


1.2.4-nji çyzgy. Relsleriň markalanlyşy: *a*-1-nji sort; *b*-2-nji sort; *ç*-senagat zaýa-sy; 1-inspektor belligi; 2-kern; 3-zawodyň tehniki-barlag bölüminiň belligi; 4-mawy (ak) jähekleme; 5-relsiň belgi goýulan ýeri (1-2 kelleli, X-düýpli); 6-taplama belgileri („3“-taplanan relsler üçin; „K“-taplanmadyk relsler üçin); 7-relsiň eredilme belgisiniň goýlan ýeri; 8-relsiň taýýarlanan zawodyny, taýýarlanan aýyny, taplanan ýylyny we relsiň tipini aňladýan çykytly harplar we sanlar bilen görkezilen marka taýdan kesgitlemesi; 9-gyzyl reňk (2-nji sort rels); 10-gök reňk (zaýa rels)

Aralyk birleşdirijiler relsler bilen relsasty esaslary birleşdirýär. Aralyk birleşdiriji öz gezeginde bölekleyin (1.2.6-njy çyzgy), tutuşlaýyn (1.2.5-nji *a* çyzgy) we garyşyk birleşdirijilere bölünýär. Bölekleyin birleşdirijiler esasan-da demir-beton şpallaryň *KB* görnüşlerinde, tutuşlaýyn birleşme bolsa agaç şpallarda ulanylýar.

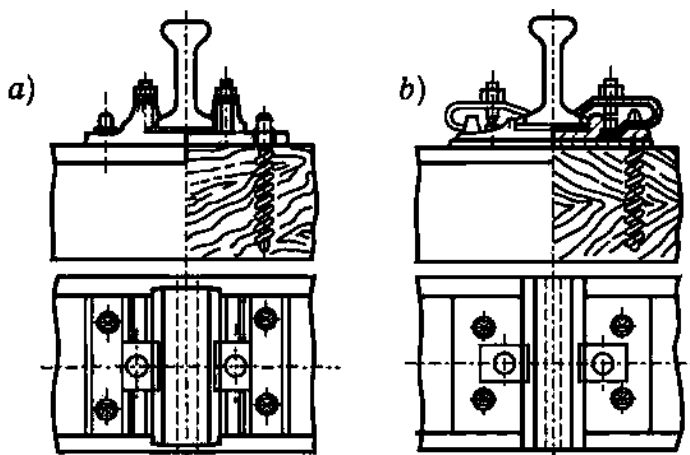
Bölekleyin birleşdirijiler diýilmeginiň sebäbi, rels relsasty goýuma, relsasty goýum bolsa, şpala aýratynlykdaky birleşdirijiler bilen birleşdirilýär. Tutuşlaýyn birleşdirijilerde rels relsasty goýum bilen bilelikde şpala şol bir birleşdirijiler arkaly birleşdirilýär. Garyşyk birleşdirijiler bolsa bölekleyin we tutuşlaýyn birleşdirijileriň elementlerini öz içine alýar. Şpallaryň materialyna baglylykda-da aralyk birleşdirijiler agaç we demir beton şpallaryň birleşdirijilerine bölünýär. Agaç şpallary üçin tipleýin aralyk birleşdirijileri garyşyk görnüşli baş kostylly *DO* birleşdirijileridir (1.2.5-nji çyzgy).

Şeýle-de, 1.2.6-njy *a* we *b* çyzgylarda, degişlilikde bölekleyin gaty klemmalý şurup-boltly *D2* we pružin klemmalý şurup-boltly *D4* birleşdirijiler görkezilýär.



1.2.5-nji çyzgy. Agaç şpallardaky garyşyk görnüşli aralyk birleşdiriji:

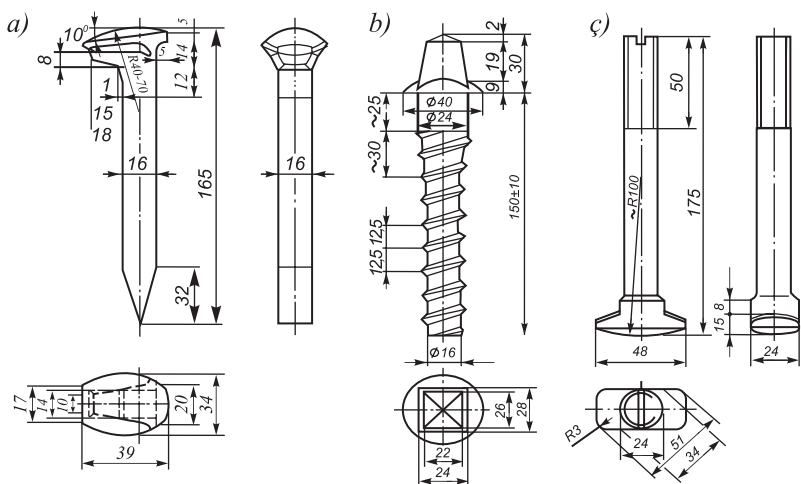
a-tutuşlaýyn; *b*-garyşyk



1.2.6-njy çyzgy. Böllekleriň birleşdirijileriň görnüşleri:

a-gaty klemmaly şurup-boltly; *b*-pružin klemmaly şurup-boltly

Biziň ýollarymyzda 1.2.7-nji *a*, *b*, we *ç* çyzgylardan görnüşi ýaly, kostylly (*a*) we şuruply (*b*), şeýle-de demir-beton şpallarda ulanylýan zakladnoý boltlaryň görnüşleri kabul edilen.



1.2.7-nji çyzgy. Gaty tipli berkidişler

Şpala göni kakylan kostyl onuň süýümini bozýar. Şonuň üçin kostyl kakyljak ýerlerde önünden 12,5 *mm* diametrli deşijek buraw-lansa, bu kostyllaryň göni kakylan kostyllar bilen deňeşdirilendäki sogrulkaklyga ýa-da goparylmaklyga bolan garşylygy 20÷30 % ýo-kary bolýar. Sosnalardan taýýarlanan şpallarda kostyllary sogurmak-lyga bolan ortaça garşylyk 20 *kN*, has berk agaçlardan taýýarlananlar-da-35 *kN* çenli bolýar.

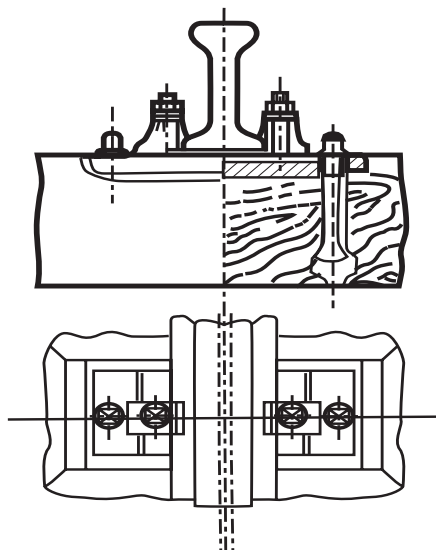
Berkidiji hökmünde ulanylýan şuruplaryň buraw şekilli rez-balylygy sebäpli, goparylmaga bolan garşylygy kostyllar bilen deňeşdirilende 1,5÷2 esse güýçli bolýar.

1.2.7-nji *b* çyzgyda bölekleyin birleşdirijiniň ýol şurupy görke-zilýär. Sowgutly geçirijilerde ulanylýan şuruplar ýol şuruplardan 20 *mm* uzyn bolýar.

Zakladnoý bolt süýri kelle, T-şekilli görnüşde bolýar (1.2.7-nji *ç* çyzgy). Bolt esasyň deşigine sokup, berkitmek üçin ony 90° burça aýlamaly. Ondan soň ol kellesi bilen betona çümdürilen söýeg şaýbasyna direnýär.

Demir-beton relsasty esaslar üçin birleşdirijileriň aýratynlykla-ry: 1) relsden betona basyş geçýän meýdan ýeterlik derejede, ýagny ony goýum arkaly ulaltmak gerek däl; 2) relsiň kese ugur boýunça

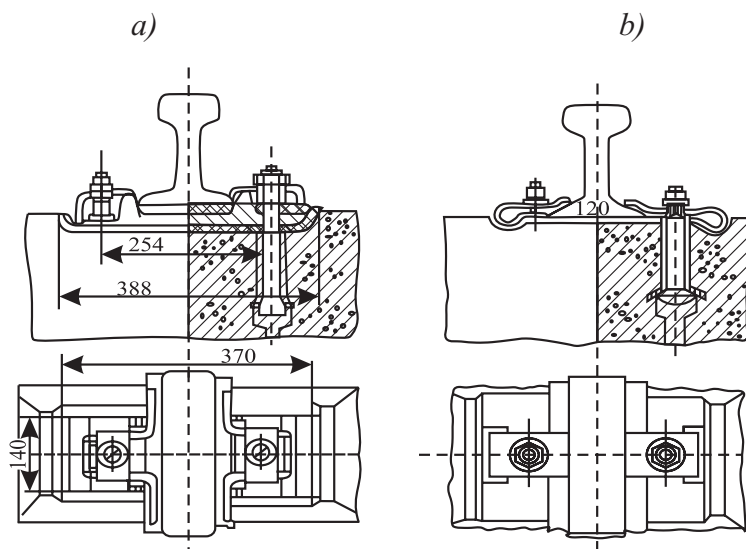
eňňitli oturdylmagy betondaky rels üçin niýetlenen ýapgytlyk bilen gazanylýar; 3) demir-beton esaslar, şeýle-de relsler, ýeterlikli derejede tok geçiriji. Eger-de olar elektrik halka hökmünde gulluk etseler, onda öz esaslaryndan üzňeldilmeli; 4) eger-de birleşdirijiler zerur bolan maýyşgaklygy üpjün etmeýän bolsa, demir-beton relsasty esasyň gatylygy tomus döwründe-de ýokary, gyşda bolsa has ýokary bolýar. Bu ýagdaýda relsniň esasyynyň dikligine maýyşgaklyk moduly U laýyk bolmaga derek, tomus döwri ortaça 1960 MPa -a, gyşyna 4900 MPa -a ýetip biler. Plitalaýyn esaslarda modulyň bu bahalary has-da ýokary bolýar.



1.2.8-nji çyzgy. Demir-beton şpallardaky КБ tipli bölekleriň birleşdiriji

Demir-beton şpallar üçin bölekleriň klemma-boltly КБ tipli gaty (1.2.8-nji çyzgy) we tutuşlaýyn pružinli berkidijili БП we ЖБП (1.2.9-njy *a* we *b* çyzgylar) birleşdirijileri ulanylýar.

Relsasty goýumsyz birleşdirijiler ýoluň gatylygyny peseldýär we 1 km ýola $20 \div 25 \text{ t}$ metal tygşytlanýar. Şol bir wagtyň özünde rezin aragoýumly birleşdirijiler ýaly birleşdirijileriň bölekleriniň tozmasy takmynan iki esse artýar. Relsleriň beýikligi boýunça derejeleriň ýagdaýlaryny sazlamak kynlaşýar we öwrümlü ýollarda relsara ululygynyň ininiň birsyhlylygynyň üpjünçiligi peselýär.



1.2.9-njy çyzgy. Tutuşlaýyn pružinli *БП* we *ЖБП* tipli birleşdirijiler

Üýtgäp duran agyryklaryň aşagynda berkidijileriň hemme elementleriniň bilelikde ygtybarly işlemegi üpjün edilýän relsasty goýumly *КБ* tipli birleşdirijiler esasan hem has ýokary yükdepginlikli, ýokary tizlikli we gysg döwri dowamly bolan sebitleriň ýollarynda ulanmak üçin göz önünde tutulýar.

Häzirki döwrüň aralyk birleşdirijileri relsara ululygynyň ininiň uzak wagtlap üýtgemezligini, rels sapaklarynyň planda hem profile sazlanylmagyna mümkinçiligini, relsleriň süýşmelere garşy berkidilmesiniň ygtybarlylygyny, rels bilen esasyň arasynda maýyşgak baglanşygy, bölekleriniň az bolmagyny we gurnalanda, ulanylanda, taýýarlananda oňalylygyny, ygtybarlylygyny we arzanlygyny üpjün etmeli.

Dürli görnüşli aralyk birleşdirijili ýollary ulanmaklygyň köpýyllyk tejribeligi we hasaplamalar bölekleyin birleşdirijileriň gowy taraplarynyň köpdüğini ýüze çykardy. Bölekleyin birleşdirijileriň işleýiş möhleti uly, ýoluň birsyhlylygyny ýokarlandyrýar, şpallaryň gulluk möhletlerini uzaldýar, materiallara, zähmet we gündelik gurat saklamaga bolan çykdaýjylary peseldýär.

Sepleşmeler we sepleşme birleşdirijileri. Relsleriň biri-biri bilen birleşýän ýerine sepleşme diýilýär. Sepleşmeler boltlanan,

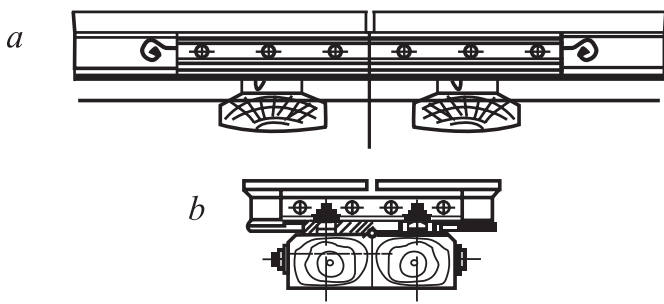
kebsirlenen, ýelimlenen we kleýboltly görnüşlere bölünýär. Boltlanan seplesmelerde seplesme goýumy bilen ýapylan relsleriň uçlarynyň arasynda, temperatura baglylykda, relsleriň uzynlyklarynyň üýtgeýänligi sebäpli yş goýulýar. Şeýle yşly seplesmeden HED geçende onuň tigirleri bilen ýoluň arasynda goşmaça dinamiki urgular döreýär. Şonuň üçin seplesme ýoluň iň bir dartgynly ýeri hasaplanýar. Ýoly düzlemek boýunça zähmet çykdaýjysynyň $35 \div 50$ %-i seplesmeleriň bolanlygy bilen baglydyr. Şeýle-de, seplesmeler otlularyň hereketine-de epesli garşylyk (esasy garşylygyň $5-7$ %-i) döredýär. Seplesmelerdäki we seplesmeleriň önündäki şpallaryň hem işleýiş möhletleri beýleki şpallaryňka görä $1,5 \div 2$ esse az bolýar.

Ýelimleýin seplesmelerde seplesme goýumy relslerde ýelimlenýär, ýelimboltly seplesmelerde goşmaça ýene-de boltlar bilen çekdirilýär.

Kebşirlenen seplesmelerde relsiň üzüksizligi üpjün edilýär.

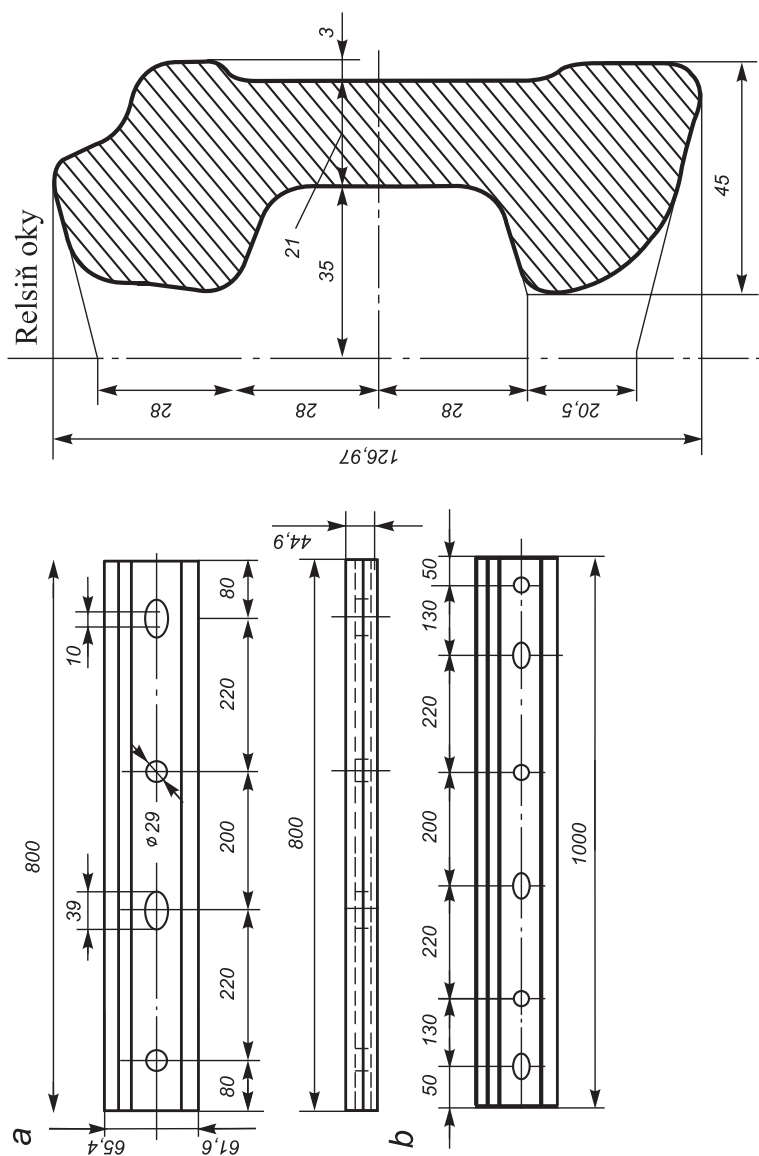
Relser we seplesme birleşdirijileri näçe iýildigiçe (köneldigige), şonça-da tigr bilen relsiň özara dinamiki urgulary köpeliýär.

Seplesmeler şpallara baglylykdaky ýerleşişleri boýunça *asma ýagdaýda* we *goşa şpalyň üstünde* bolýar (1.2.10-njy *a* we *b* çyzgylar)



1.2.10-njy çyzgy. Seplesmeler: *a*-asma ýagdaýda; *b*-goşa şpalyň üstünde

Biziň ýollarymyzda asma ýagdaýdaky pürsleriň (şpallaryň) okara aralygy P65 we P75 relsler üçin 420 mm we P50 - 440 mm görnüşdäki seplesmeler kabul edilen. Asma ýagdaýdaky seplesme tigriniň aşagynda goşa şpalyň aşagyndaky seplesmä garanda has maýyşgak, ýöne onuň goýumlarynda has ýokary dartgynlylyk döredýär. Goşa şpalyň üstündäki seplesmäniň kemçiligi: onuň gatylygy uly, goşa şpalyň aşagyndaky düşek gatlagyny dykzylamak (işlemek) kyn, çekdiriji boltlar üçin goşmaça metal sarp edilýär.



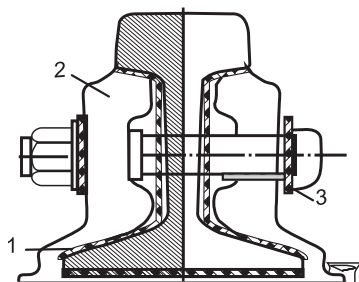
1.2.11-nji çyzgy. P65 we P75 tipli relsler üçin iki kelleli goýum

Sepleşme birleşdirijileri iki kelleli goýumlardan (1.2.11-nji çyzgy) (üzňeldiji sepleşmelerde göwrümleýin goýumlardan 1.2.12-nji çyzgy) we ýaýyk şaýbaly boltlardan durýar. Boltlaryň gaýkaly tarapy relsara ulugynyň içine we daşyna gezekleşdirilip goýulýar. Şonuň üçin goýumlaryň boltlar üçin deşikleri hem gezekleşen süýri we tegelek görnüşde bolýar.

P75 we P65 tipli relslere goýumlary dörtdeşikli 800 mm uzynlykda we altydeşikli 1000 mm uzynlykda taýýarlaýarlar. P50 tipli relsleriňki altydeşikli 820 mm uzynlykda bolýar. Dörtdeşikli goýum P65 we P75 tipli relsler üçin sepleşmeleriň durnuklylygyny, ýoluň öwrümli ýerlerinde bolsa sepleşmeleriň çäklerinde rels çyzygynyň egričyzyklylygyny üpjün etmeýär. Bular ýaly goýumlary altydeşikli goýumlara çalyşmaly.

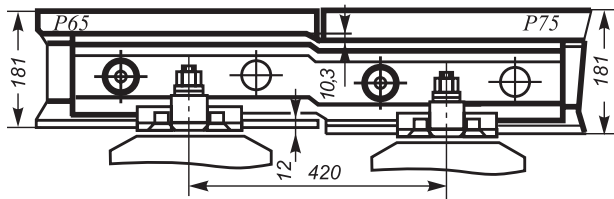
Şaýbalar dörtgyraň kesimli simden halkalaýyn kesilen pružinlenýän polady göz önüne getirýär.

P65 we P75 ýa-da P65 we P50 ýaly dürli tipli relsleri birleşdirmek üçin, birleşdirilýän relsleriň tigr geçýän üstüniň we kelle bölüminiň işçi gyraňynyň bir-birine gabat gelmegini üpjün edýän *geçiş goýumlary* ulanylýar (1.2.13-nji çyzgy).



1.2.12-nji çyzgy. Göwrümleýin goýumly üzňeldiji sepleşme: 1-üzňeldijiler;

2-göwrümleýin sepleşme goýumy; 3-üzňeldiji wtulka

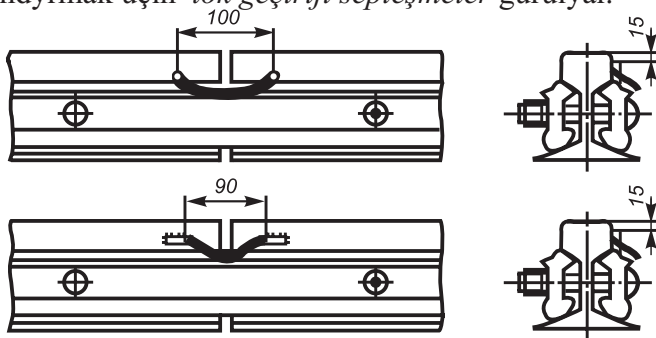


1.2.13-nji çyzgy. Geçiş goýumlary

Rels halkalarynyň araçäklerinde geçiş, çykyş, manýowr we geçiş swetoforlarynyň ýanynda *üzňeldiji sepleşmeler* goýulýar. Tipleýin üzňeldiji sepleşmede (1.2.12-nji çyzgy) iki kelleli goýuma derek *göwrümleýin goýum* bolýar. Sepleşmede bir relsiň beýleki bir relsden üzňeldilmegi mydamalyk aragoýumlary we fibradan, tekstolitden ýa-da polietilenden bolan wtulkalar arkaly üpjün edilýär.

Demir ýol ulgamynda kleýboltly üzňeldiji sepleşme has giň gerim alýar. Bu görnüşli sepleşmede aşaky we ýokarky gyraňlary ýonulan iki kelleli altydeşikli goýum we ýörite goýum ulanylýar. Üzňeltme epoksid kleýi siňdirilen steklotkan arkaly amala aşyrylýar.

Awtobekleýjili we dispetçer merkezleşdirilen ýol bölümlerinde, şeýle-de elektrofisirlenen şahalarda üstünden toguň geçmesini gowulandyrmak üçin *tok geçiriji sepleşmeler* gurulýar.



1.2.14-nji çyzgy. Tok geçiriji sepleşmelerde mis simli geçirijileriň goýulyşy

Munuň üçin 5 mm diametrli polat siminden bolan uzyn ştepsel birikdirijilerini (signal tokda) ýa-da relsiň işçi gyraňyna kebşirlenen 6 mm diametrli, 200 mm uzynlykdaky polat tanapyndan bolan gysga birikdirijileri, şeýle-de hemişelik tokda 70 mm^2 -den we üýtgeýän tokda 50 mm^2 -den kiçi bolmadyk kesimde mis tanapyndan bolan (yzyna gaýdýan çekiji tok üçin) birikdirijileri ulanýarlar (1.2.14-nji çyzgy).

Relsasty esaslar. Relsasty esaslar şpallaryň görnüşlerinden, pürsleriň görnüşlerinden, çarçuwalardan, bloklardan, plitalardan we ş. m. durýar. Olaryň esasy maksady: relslerden basyşy kabul etmek we ony deňagramlylykda paýlap, düşek gatlagyna geçirmek; relsara ululugynyň ininiň üýtgewsizligini, düşek gatlagy bilen bilelikde relsara ululugynyň planda we profilde dogrulygyny saklamak.

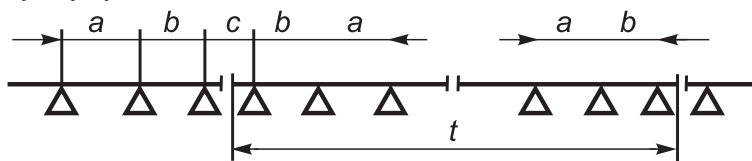
Relsasty esas hökmünde esasan şpal kabul edilýär.

Şpallaryň aça, demir-beton, demir görnüşleri bolup, biziň ýollarymyzda aça we demir-beton görnüşleri ulanylýar.

Dünýäniň demir ýol ulgamynda häzirki döwre çenli aça şpallary agalyk edýär.

Soňky döwürde demir-beton şpaly ulanylyşykda, has hem sepleşmesiz rels halkaly ýollarda, giň gerim alýar. Germaniýanyň, Hindistanyň, Afrikanyň, Şweýsariýanyň we ABŞ-nyň senagat ýollarında henize çenli hem köp bolmadyk möçberde demir şpallarda duşmak bolýar. Olaryň poslamasy, elektrik geçirijiligi, ýokary dinamik urgulylygy, şpallaryň aşagyndaky düşek gatlagyny işlemegiň kynlygy ýaly, birnäçe kemçilikli taraplary bar.

Şpallar ýola berk kesgitlenen tertipde goýulýar. Zwenoda şpallaryň goýulyş shemasyna (1.2.15-nji çyzgy) şpallary goýmaklygyň epýurasy diýilýär.



1.2.15-nji çyzgy. Şpallary goýmaklygyň epýurasy

$b = a$ kabul edilen. Belli bolan C bilen:

$$a = \frac{l - C}{n - 1},$$

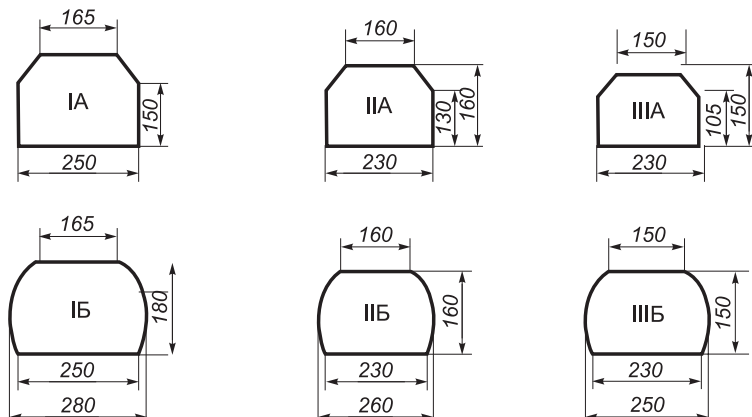
bu ýerde n -zwenodaky şpallaryň sany; C -sepleşmeli aralyk; b -sepleşmäniň önündäki aralyk; a -aralykdaky şpal aralyklary; l -relsiň uzynlygy.

Aça şpallaryň gowy taraplary: maýyşgaklygy, relsler bilen birleşdirijileriniň yönekeýligi, elektrik üzneldijilik ukyby, beýlekilere gazanda arzanlygy. Kemçilikli taraplary: gulluk möhletiniň gysgalygy we taýýarlamak üçin tokaýyň uly möçberde harçlanmagy (1 km ýola goýulýan 1840 şpal üçin takmynan 2 ga tokaý çapylýar).

Şpallar sosna, ýel, pihta, listwennisa, kedra, buk, berýoza we dub ýaly agaçlardan taýýarlanylýar.

Kese kesiminden görnüşi boýunça şpallar (A) taraplary kesilen

we (Б) taraplary kesilmedik (ýagny, diňe iki parallel taraplary kesilen) tiplere bölünýär (1.2.16-njy çyzgy).



1.2.16-njy çyzgy. Agaç şpallaryň tipleri

Taraplary kesilen şpallaryň süýsmä bolan garşylygy ýokary bolýar. Agaç şpallaryň uzynlygy 2,75 m, massasy 70 kg töweregi. Şpallar ölçeglerine baglylykda üç tipe bölünýär: I tip-esasy ýollarda goýulýar, II tip-stansiýanyň we senagat ýollarynda, III tip-ýük depginliligi pes bolan, az işleýän senagat ýollarynda ulanylýar.

Forma taýdan göniburçly agaç şpallar in gowusy hasaplanýar.

Şpallar ýoldan çüýremegi ýa-da mehaniki taýdan tozmagy sebäpli aýrylýar. Adatça iki ýagdaý hem bir wagtyň dowamynda bolup geçýär we öz aralarynda bir-birine täsir edýär. Şpallaryň çüýremekligi dürli sebitlerde dürli häsiýetlerde bolup geçýär. Ygally sebitlerde esasan ýokarsyndan çüýrese, gurak sebitlerde adatça aşagyndan çüýremek bilen bolýar. Çüýremeklige garşy çäreler görülmedik şpallaryň işleýiş möhleti has gysga bolýar. Şonuň üçin şpallaryň çüýremekliginiň önüni almak üçin, olary antiseptik ýaglary bilen siňdirýärler.

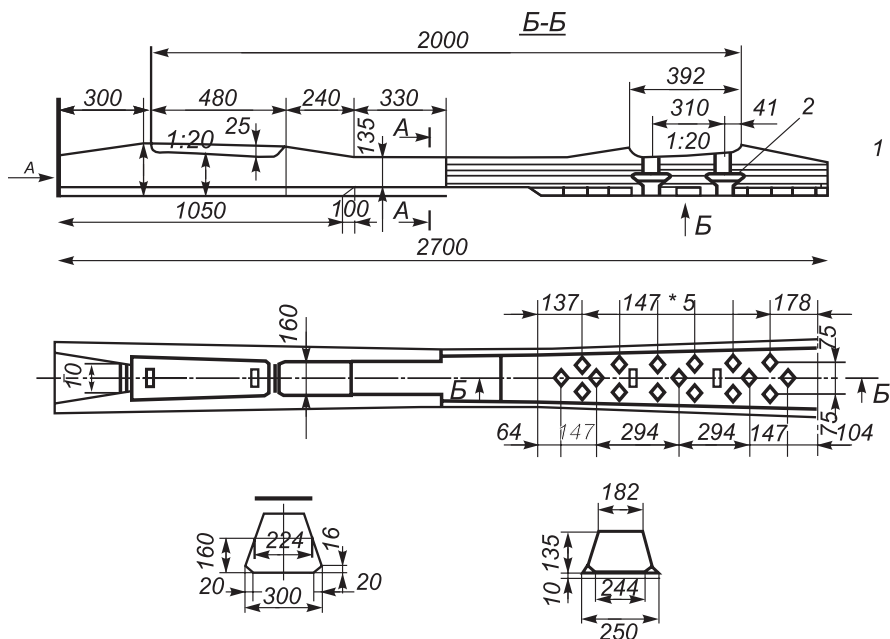
Biziň ýollarymyzda antiseptik serişdeleri bilen siňdirilmedik şpallary ulanmak gadagan edilyär.

Şpallar daşkömür, slans, ýarymkoks we beýleki antiseptik ýaglary bilen siňdirilýär. Munuň üçin 25 % çyglylykly şpallar (pürsler) ýüklenen wagonjagazy siňdirmiş silindrde ýerleşdirýärler we howa 0,2-0,4 MPa basyş berýärler. Bellenen wagta çenli saklanandan soň, silindri antiseptik bilen 0,8-12 MPa basyşa çenli doldurýarlar. Soňra silindrdäki antiseptigi

göýberýärler we agajyň öýjüklerinden gysylan howa bilen çykarylan artykmaç antiseptigi aýyrmak üçin, silindrde howany gowşadýarlar. Zawodlarda siňdirilmäniň ýokary hilli bolmagy üçin, siňdirmenden soň, agajyň relsiň aşagynda gabat gelyän ýerlerini çünlaýyn synçgylaýarlar, suwuk basyşyň aşagynda saklanşyny 30 minutdan 60 minuda çenli köpeldýärler. Şunlukda bir şpala siňyän antiseptigiň möçberi 7,5 kg-dan 9,6 kg-a çenli köpelyär.

Agaç şpallaryň ulanylýan ýerleri boýunça hiç hili çäklendirmesi ýok. Ulanylyş tejribelikleriniň görkezmesine görä, olary ýokary yük depginlilikli ýollarda ulanmak hem maksada laýykdyr.

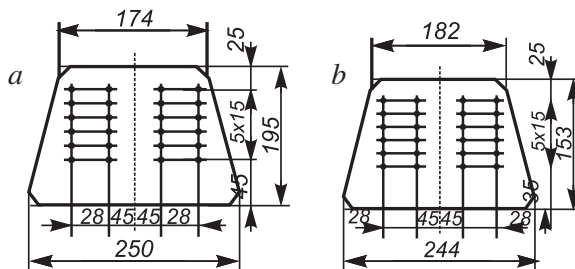
Demir–beton şpallary. Biziň ýollarymyzda demir-beton şpallary ýola goýmaklyk ýokary depgin bilen alnyp barylýar. Häzirki döwürde stansiýalaryň käbir ýollaryndan, sowgutly geçirijileriň aşagyndan we ýoluň öwrümli ýerlerinden başga ýerleriň tas hemmesinde diýen ýaly demir-beton şpal ulanylýar.



1.2.17-nji çyzygy. ШС-1У görnüşli demir-beton şpaly

Häzirki döwrüň şpallary 44 sany 3 mm-lik diametrli, üýtgeýän profilli sim bilen armirlenen (1.2.18-nji çyzygy). Şpallary taýýarlamak üçin 500-den pes bolmadyk kysymly beton ulanylýar. Şpalyň mas-

sasy 265 kg bolýar. Şpallary iki tipde taýýarlanylýar: IIIC-1 we IIIC-1Y-bölekleyin klemma-boltly ýalpak relsasty goýumly (KB tipli)



1.2.18-nji çyzgy. Şpallaryň kese kesimi boýunça armirleýji simleriň goýulyşy: a- IIIC-1Y; b- IIIC-2Y

birleşdirijiler üçin (1.2.17-nji çyzgy) hem IIIC-2 we IIIC-2Y-tutuşlaýyn, relsasty goýumsyz pružinlenen klemmaly klemma-boltly (БП, ЖБР) birleşdirijiler üçin. IIIC-2 we IIIC-2Y şpallaryň formasy we hemme ölçegleri, diňe zakladnoý boltlary üçin goýulan deşikleriniň ara uzynlyklaryndan başgasy IIIC-1 we IIIC-1Y şpallaryňka meňzeş. IIIC-1 şpallaryňka garanda, IIIC-1Y şpallaryň uç taraplarynda, simleriň ýokarky hatarynyň ýokarsynda betonynyň gorag gatlagynyň galyňlygy 15-den 30 mm-e çenli we şpalyň uç taraplarynyň beýikligi 135-den 150 mm-e çenli köpeldilen; relsasty meýdançalary 440-dan 480 mm-e çenli uzaldylan; şpalyň ýokarky üstüniň ortasy 174-den 182 mm-e çenli giňeldilen we ş. m.

Soňky döwürde *Russiýanyň* demir ýollarynda ýoluň (aralyk birleşdirijileriň, düşek gatlagynyň we beýlekileriň) durnuklylygyny we birsyhlylygyny artdyrmak maksady bilen, tejribe tertibinde direg meýdançalary we massasy (350 kg) ulaldylan demir-beton şpallary 1600 sany/km epýura bilen goýulyp başlandy.

Agaç şpallaryndan tapawutlylykda demir-beton şpallaryň gatylygy ýokary bolýar. Bu bolsa onuň düşek gatlagyna bolan basyşynyň üýtgemegine getirýär. Netijede ýoluň maýyşgaklyk moduly ýokarlanýar. Şunlukda, relslerde şikeslenme depgininiň ösüşi, ylaýta-da sepleşmelerde ýokarlanýar. Şonuň üçin demir-beton şpallary köplenç sepleşmesiz rels halkaly ýollarda ulanylýar. Şol bir wagtyň özünde, demir-beton şpalyň massasynyň ýokarlandyrylmagy ýoluň prodol ugra bolan durnuklylygyny ýokarlandyryýar. Demir-beton şpallaryň işleýiş möhleti KB birleşdirijili,

P65 tipli relslerde 2000 mln. *t-brutto* wagt boýunça, ýükdepginiligi pes bolan demir ýol şahalarda-50 ýyl. Ağaç şpallaryň ortaça gulluk möhleti 150 kN-a deň bolan tigr jübüdinden düşýän ortaça ýyllyk agyrlygynda 500 mln. *t-brutto*, wagt boýunça 15 ýyl töweregi, 250 kN ortaça agyrlykda-12 ýyl, ýoluň öwürümlü ýerlerinde 8 ýyl. Demir-beton şpallaryň amatly taraplarynyň biri-tokaý materiallarynyň tygşylanmagyndadyr.

Ağaç şpallaryň gulluk möhleti. Ağaç şpallaryň t_{γ} gulluk möhletiniň hasap işleri häzirki demir ýol ulgamyndaky şpallaryň hatardan çykmasynyň ýyllyk koeffissiýentiniň jemi γ_i bire deň bolanda ($\sum_{i=1}^{i=n} \gamma_i = 1$).

$$\gamma_i = A + BT_{0-i}^m; \quad (1.2.3)$$

$$A = A_0 \prod_{i=1}^{i=n} \alpha_i \quad \text{we} \quad B = B_0 \prod_{i=1}^{i=n} \beta_i,$$

bu ýerde T_{0-i} -i-nji ýylyň ýük depginiligi; m-sebitiň klimat taýdan aýratynlyklaryny hasaba alýan parametr; A_0, B_0 -umumylaşdyrylan parametrlər; $\alpha_i = \beta_i$ -şpalyň gulluk möhletine täsir edýän dürli faktorlary hasaba alýar; $\alpha_1 = \beta_1$ -relsiň tipini hasaba alýar; $\alpha_2 = \beta_2$ -relsiň uzynlygyny hasaba alýar; $\alpha_3 = \beta_3$ -düşek gatlagynyň materialyny hasaba alýar; $\alpha_4 = \beta_4$ -şpalyň epýurasyny hasaba alýar; $\alpha_5 = \beta_5$ -aralyk birleşdirijileriň tipini hasaba alýar.

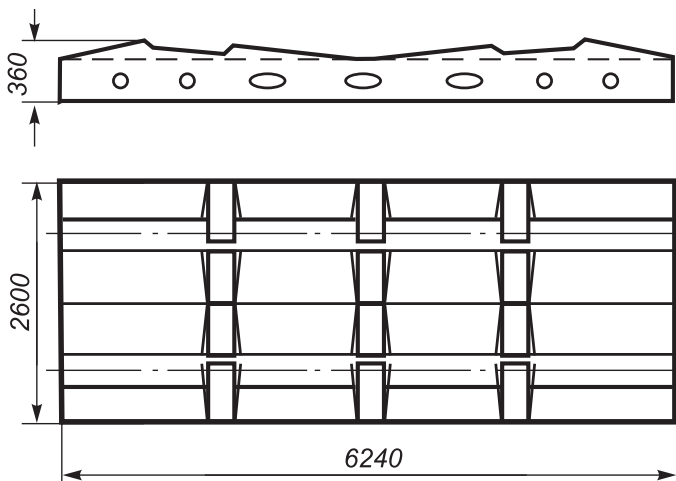
$$\gamma_i = 0,0269 \prod_{i=1}^{i=n} \alpha_i + 0,00067 \prod_{i=1}^{i=n} \beta_i T_{0-i}. \quad (1.2.4)$$

25 m uzynlykdaky P50 tipli relsi, ağaç şpally (1840 sany/km), çagyldan düşek gatlakly ýoluň ýokarky gurluşynda $\alpha_1 = \beta_1 = 1$ P65 tipli relslerde $\alpha_1 = \beta_1 = 0,86$, P75 tipli relslerde $\alpha_1 = \beta_1 = 0,80$, $\alpha_1 = \beta_1 = \alpha_2 = \beta_2 = \alpha_3 = \beta_3 = \alpha_4 = \beta_4 = \alpha_5 = \beta_5 = 1,0$.

Bloklaýyn relsasty esaslarda esasan birleşdirijileriň maýyşgak ýagdaýda işlemegini gowşatman, arassaçylygy we tämizligi üpjün edip, ÝÝG-niň gündeşik guratsaklama işlerini minimuma çenli azaltmaly. Ýöne ýer örtügini, onuň ýapgytlaryny, dürli görnüşli berkitmeleri, suw sowujy we suw geçiriji desgalary, drenažlary düzgüniň talabyna laýyk saklamaly. Bloklaýyn relsasty esasly ÝÝG-niň işleri işleýiş möhleti dolan relsleri we birleşdirijileri çalyşmak bilen çäklenmeli. Ujypsyzja ölçegde çöken ýerleriň düzleme işlerini relsiň beýik-

ligi boýunça relsiniň aşagyna relsasty goýumlary goýup sazlamaly. Beýleki çöken ýerleri bolsa bloklary galdyryp, dereje boýunça deňläp, degişli bolan ýetmeýän materiallary berip sazlamaly.

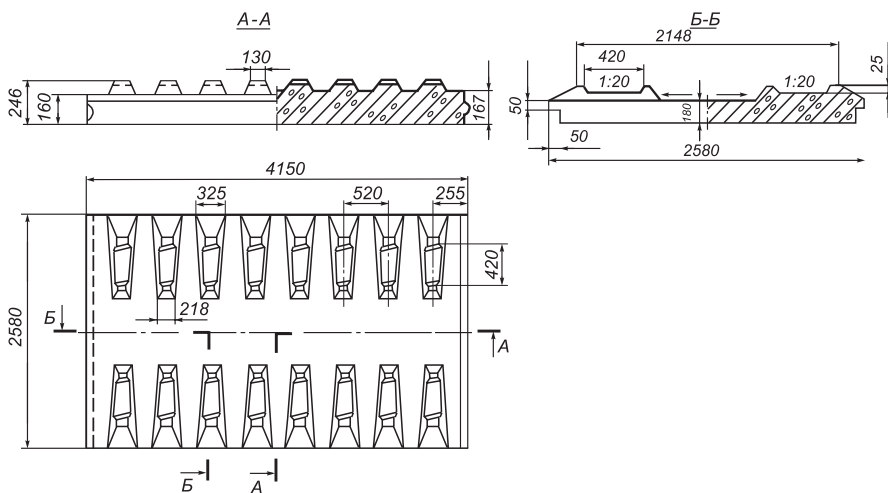
Çarçuwa gurluşly relsasty esasy ýoluň (1.2.19-njy çyzgy) ýer örtügininiň esasy meýdançasyna bolan basyşy aňaý şpally ýollaryňka garanda has ýokary we deňagramsyz bolýar. Bu gurluşyň şarnirliligi relsara ulugynyň mydamalygyny üpjün etmeýär. Bular ýaly gurluş gelejeksiz hasaplanýar.



1.2.19-njy çyzgy. Çarçuwa gurluşly relsasty esas

Plitalaýyn relsasty esasy ýol (1.2.20-nji çyzgy) birnäçe şertleri kanagatlandyrmaly. Plita özüniň aşaky üstüniň hemme ýeri bilen aşagyndaky diňe maýyşgaklyk stadiýasynda işleýän derejä çenli dykyzlanan düşek gatlagyna direnmeli. Bu gatlagyň gowy işlemegi üçin HED-iň plitadan geçýän esasy basyşynyň plitanyň gyralaryndan daşyrak bolmagyny gazanmaly. Sebäbi plitanyň gyralary boýunça garşylygy onuň ortasynyň garşylygyndan birnäçe esse kiçi. Munuň üçin plitalar maýyşgak ýagdaýda aşaklygyna hökgerýän bolmaly. Relsleriň diregleriniň üstleriniň takyk bir derejede bolmagyny üpjün etmeli. Häzirki döwürde olaryň okara aralyklary 500 mm kabul edilen.

Relsasty esasyň maýyşgaklygy diňe bir ýeterlikli derejede bolman, eýsem üýtgemeyän, ýagny 49-98 MPa çäkke bolmaly. Birleşdirijiler relsler bilen plitanyň mydamalyk maýyşgaklyk arabaglanyşygyny ygtybarly üpjün etmeli. Relsasty esasyň maýyşgaklyk moduly bu esasyň ýüklenme derejesine bagly bolmaly däl.



1.2.20-nji çyzgy. Plitalaýyn relsasty esas

Plitalaýyn relsasty esasy ÝÝG abatlanmaga ukyply, detallaryny çalyşmaklyga mümkinçilik berýän bolmaly.

Plitalaýyn relsasty esasy ulanmaklygyň köp meseleleri eýýäm çözülen, käbirlerinde bolsa, henizem barlaglar alnyp barylýar.

Düşek gatlagy. Düşek gatlagynyň esasy maksady: dik we kese, gapdal we ýoluň ugruna bolan güýçlerden ýüze çykýan täsirleriň esasynda galyndyly deformasiýasyz ýa-da galyndyly deformasiýanyň minimal ýagdaýda ýygnanmagynda rels-şpal gözeneginiň durnuklylygyny üpjün etmek; şpallardan gelyän basyşlary ýer örtüginin meýdançasynyň mümkin boldugyndan has giň meýdanyna deňagramlylykda paýlap geçirmek; relsasty esasyň ýeterlikli derejede maýyşgaklygyny üpjün etmek; ygal suwlaryny drenirmek ýa-da olary aşaky gatlaklara geçirmeklik.

Düşek gatlagynyň islendik howa şertlerinde-de zerur bolan geçirijilik ukyby bolmaly, suwa ýuwulyp, ýele sowrulyp azalmaly däl. Düşek gatlagynyň materialy agyrlygyň aşagynda berk hem durnukly bolmaly, owranmaly däl, dielektriki ukyply, arzan bolmak bilen uzak wagt gulluk etmeli.

ÝÝG-niň gulluk möhleti, ýer örtüginin esasy meýdançasynyň ýagdaýy, ýoly gurat saklamaga we abatlamaga bolan çykdajy we tutuş ýoluň saz işlemegi, esasan düşek gatlagynyň ýagdaýyna we saz işlemegine bagly bolýar.

Düşek gatlagynyň çig maly hökmünde çagyl, daş owuntgy (grawiy), gum, şlak, balykgulak, we ş. m. jynslar ulanylýar. Bularyň içinde çagyl iň gowusy hasaplanýar. Ol berk bolan dag jynslaryndan taýýarlanylmalý. Berkligi boýunça çagyl üç gradasiýa bölünýär (1.2.4-nji tablisa).

1.2.4-nji tablisa

Ýol çagylynyň berklik boýunça görkezijileri

Berklik	Berkligi			
	urga		iýilmä	
	çagylyň kysymy	Urga garşylygy, Y100 bagly birlikde.	çagylyň kysymy	Iýilmesi, % baglangyç massasynda
Ýokary	Y75	75 we ýokary	U20	20 çenli
Orta	Y50	50-74	U40	40 çenli
Gowşak	Y40	40-49	U50	50 çenli

Tebigy daşdan bolan çagyla şu aşakdaky talaplar bildirilýär:
urga garşylygy-IIМ koprasynnda synag edilen şertli birlikde 50-den pes bolmaly däl;

iýilmesi (massasynyň ýitgisi)-degirmen synagy edilen başlangyç massasynyň 30 %-inden köp bolmaly däl;

suw çekijiligi-gury çagylyň massasynyň 1,5 %-inden köp bolmaly däl;

sowuga çydamlylygy-doňmanyň we eremäniň 25, 20 we 15 gezek gaýtalanmagynda degişlilikde şatlama sowukly, pes we ýumşak klimatly şertlerde dargaman durkuny saklamaly.

Çagyl 25-60 mm ölçegdäki (60-dan 70 mm-e çenli ölçegdäki düwürler 5 %-e çenli rugsat edilýär), 25-50 mm ölçegdäki (50-den 60 mm-e çenli düwürler 10 %-e çenli rugsat edilýär) we ownuk çagyl 5-25 mm ölçegdäki (25-den 40 mm-e çenli düwürler 10 %-e çenli rugsat edilýär) fraksiýalarda bolmaly.

Asbest düşek gatlagy (adatça asbest önümlerini öndürýän fabrikleriň zyňyndylary) düwürleriniň iriligi boýunça 90 %-den az bolmadyk bölegi 0,14-den 25 mm-e çenli bolmaly. Asbest düşek gatlagyny ürgün ma-

teriallary (kömür, dag jynslary, torf we ş. m.) bilen depginli ýagdaýda hapalanýan ýol bölümlerinde ulanmak amatly hasaplanýar.

Daş owuntygyndan we daş owuntykly gumdan bolan düşek gatlagy tebigy gum gatşyşyk daş owuntygyny göz önüne getirýär. Bu görnüşli düşek gatlagynyň geçirijilik ukyby çagylyňkydan ýa-da asbestiňkiden has pes bolýar. 3-den 60 mm çenli ölçegdäki düwürler daş owuntygynyň düzüminde 40-80 %, 60-dan 100 mm çenli we 0,14 mm-den kiçi ölçegdäki düwürler 10 %-e çenli bolmaly. Daş owuntygyndan bolan düşek gatlagynyň gowy tarapy onuň çagyl düşek gatlagyna görä az hapalanýanlygydyr. Daş owuntykly gumdan bolan düşek gatlagynyň bölejikleri, ýagny 3-den 100 mm-e çenli düwürleri umumy massanyň 80 %-ine çenli, şol sanda 60-dan 100 mm çenlisi-10 %-e çenli, 0,14 mm-den kiçi-16 %-e çenli bolmaly. Bular ýaly düşeklik ýükdepginliligi pes bolan ýollarda we stansiýanyň ýollarynda, şeýle-de, çagyl prizmanyň aşagynda gumýassyk hökmünde ulanylýar.

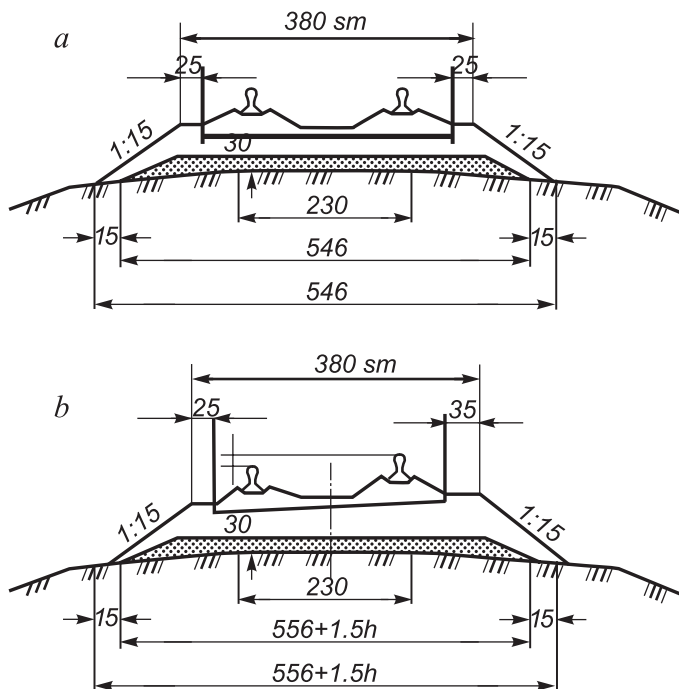
Balykgulak düşek gatlagy deňiz balykgulaklaryndan ybarat bolýar. Bölejikleri, ýagny 0,5 mm ölçegdäki we iri düwürleri umumy massanyň 50 %-inden az we 0,1 mm-den kiçisi-6 %-den köp bolmaly däl. Şeýle görnüşli düşeklik deňizýaka sebitlerde, ýükdepginliligi ýokary bolmadyk demir ýol şahalarynda ulanylýar.

Düşek gatlagynyň kese kesimleri. Düşeklik prizmasynyň ölçeglerini ýer örtüğine bolan rugsat edilýän basyşda (0,08 MPa) rels-şpal gözeneginiň birsyhly ýagdaýyny üpjün etmek şerti boýunça ykdysady pikirlenmeleri hasaba alyp kesgitleýärler.

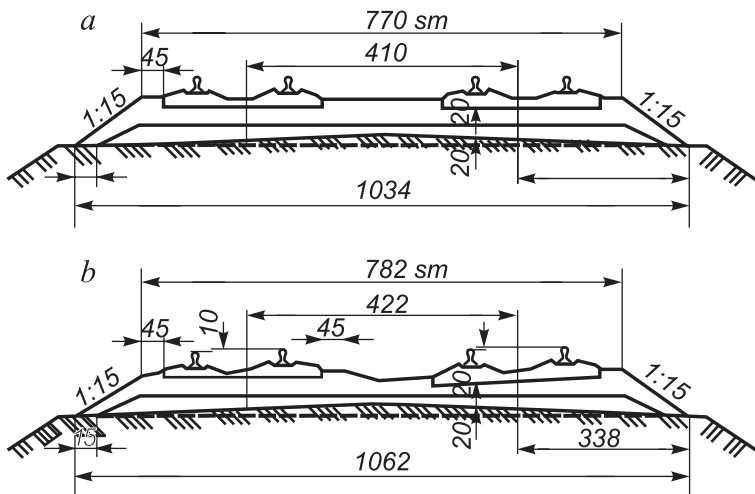
Rels-şpal gözeneginiň keseligine bolan durnuklylygy düşeklik prizmasynyň egniniň inine bagly bolýar. Egin näçe uly bolsa, şonça-da rels-şpal gözeneginiň kese ugur boýunça süýşmesine bolan garşylyk ýokary bolýar we ýoluň plandaky görnüşi boýunça bozulmasy azalýar. 35 we 45 sm ini bolan eginli ýol bölümlerinde gönüleme işleriniň göwrümi 25 sm inli egin bolan ýol bölümindäkiden, degişlilikde 25 we 35 % az bolýar.

Düşeklik prizmasynyň kese kesiminiň tipleýin profiliniň görnüşleri 1.2.21, 1.2.22 we 1.2.23-nji çyzgylarda, prizmanyň ölçegleri bolsa 1.3-nji tablisada görkezilýär.

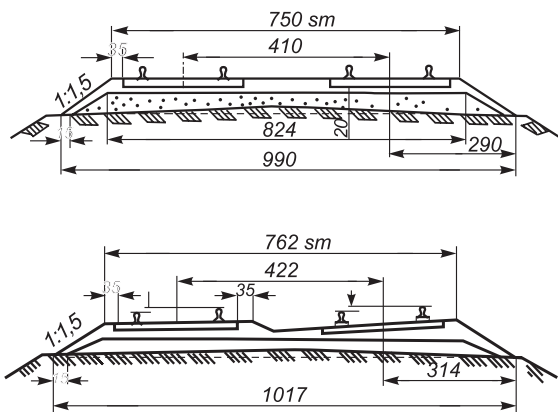
Düşek gatlagynyň gulluk möhleti T_d , mln.t-brutto, birinjiden-dürli täsirler sebäpli owranmagy boýunça, ikinjiden-dürli ýagdaýlar sebäpli daşyndan hapalanmagy boýunça kesgitlenýär.



1.2.21-nji çyzyg. Ýeňil ýükdepginlilikli ýollardaky düşek gatlagynyň kese kesiminiň görnüşleri: a - göni ýolda; b - ýoluň öwrümlü ýerlerinde



1.2.22-nji çyzyg. Agyr ýükdepginlilikli, ikiýolly ýollardaky düşek gatlagynyň kese kesiminiň görnüşleri: a - göni ýolda; b - ýoluň öwrümlü ýerlerinde



1.2.23-nji çyzgy. Agyr ýükdepginlilikli, ikiýolly, ağaç şpally ýollardaky düşek gatlagynyň kese kesiminiň görnüşleri: *a* - göni ýolda;
b - ýoluň öwrümli ýerlerinde

1.3-nji tablisa

Düşeklik prizmasynyň ölçegleri

Düşek gatlagynyň materialy	Relsiň tipi	C_d , ürgün ýüküň düşürilýän ýerine çenli ýoluň uzaklygyna (km) baglylykda 1 mln. <i>t</i> -brutto massa boýunça göterimde		
		100-den az	100-200	200-den köp
Çagyl	P75	0,22	0,14	0,12
	P65	0,24	0,16	0,13
	P50	0,44	0,29	0,23
Asbest	P65	0,040	0,030	0,020
	P50	0,050	0,039	0,023

T_d -ny ýakynlaşdyrylan hasaplamalarda kesgitlemekde şu formula ulanylýar:

$$T_d = \frac{D - d}{C_d} K_d, \quad (1.2.5)$$

bu ýerde D -düşekligiň ulanylyşykda hapalanmasynyň (massasy boýunça) rugsat edilýän göterimi, çagyl üçin $D=35\div50\%$, daş owuntgy üçin $D=15\%$; d -düşekligiň ýola goýulmazdan öňki (massasy boýunça) hapalanmasynyň göterimi, çagyl üçin $d=5\%$, daş owuntgy üçin $d\leq 10\%$; C_d -1 mln.*t*-brutto ýük geçirilende (massasy boýunça) düşekligiň hapalanma göterimi (1.3-nji tablisa); K_d -ýoluň gurluşyny hasaba alýan parametr, zwenolaýyn ýol üçin $K_d=1$, sepleşmesiz ýol üçin $K_d=1,2$.

Mysal. Çagyldan bolan düşekligiň, *mln. t-brutto* birliginde gulluk möhletini kesgitlemeli. Ýol bölümi zwenolaýyn, P65 tipli relsli, ağaç şpalda we ýük ýüklenýän ýerden 200 km-den köp bolan aralykda $D=40\%$; $d=5\%$; $C_d=0,13$ kabul edýäris. Bu ýerden

$$T_d = \frac{40 - 5}{0,13_d} 1,0 = 269 \text{ mln. t-brutto.}$$

$T_0=50$ *mln.t-brutto* bolanda düşekligi 5 ýyldan çalyşmaly ($t_d=5$ ýyl). Ýoly aralyk abatlamak boýunça kadalaýyn möhleti 280-300 *mln. t-brutto* bolýar.

Sepleşmesiz ýol. Sepleşmesiz ýoluň gurluşyna seretmezden önürti, haýsy uzynlykdan başlanýan uzynlykdaky rels halkasy-na sepleşmesiz ýol diýilýändigini kesgitlemeli. Temperaturalaýyn işleýşine baglylykda relsler “adaty uzynlykdaky relsler”, “uzyn relsler” we “sepleşmesiz ýol” görnüşlere bölünýär.

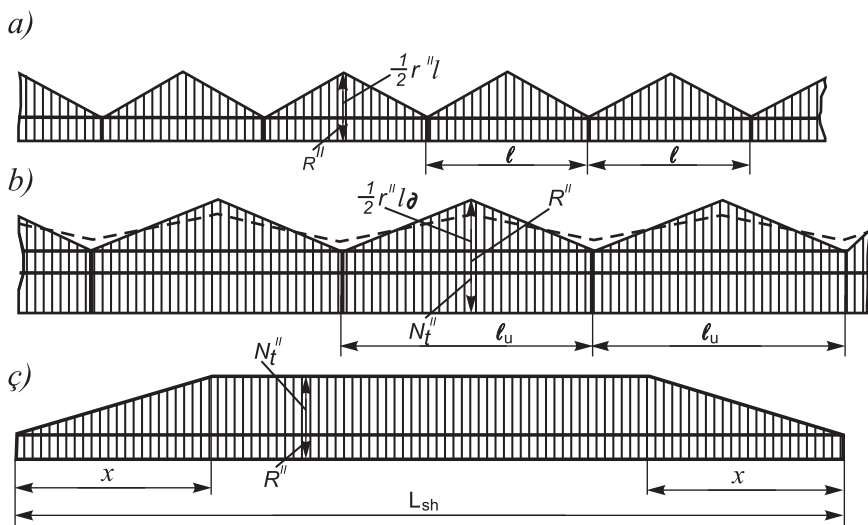
Gyzanda ýa-da sowanda uzalmasy we gysgalmasy köpýyllyk temperatura üýtgemesiniň ýyllyk amplitudasy T_A -nyň çäginde sepleşme yşy λ -niň hasabyna sazlanýan, ýagny nuldan maksimal baha çenli ($\lambda_{\max} \geq \lambda \geq 0$) üýtgeýän uzynlykdaky relsler *adaty uzynlykdaky relsler* diýilýär, t_{\max} maksimal temperaturada goňşy goýulan relsleriň uçlarynyň arasynda gysylma ýüze çykmaýar.

Ulanlyýan ýoldaky relsiň uzynlygy, ol gyzanda ýa-da sowanda sepleşmede boltlaryň çekdirilme güýjüne bagly bolan goýumlaryň belli bir derejede kesgitlenen R garşylygynyň hötdesinden gelensoň üýtgäp başlaýar. Soňra relsiň uzynlygynyň kostyllar we klemallar arkaly relsiň dabanyynyň şpala gysylmagynyň hasabyna ýoluň ugry boýunça ýüze çykýan r garşylygynyň hötdesinden gelensoň, biraz haýal üýtgemesi bolup geçýär (1.2.24-nji *a* çyzgy).

Ýylyň yssy döwründe relsiň temperaturasy günün göni şöhlesiniň astynda daşky gurşawa garaňda $15-25^\circ C$ ýokary bolup biler.

Şonuň bilen baglylykda T_A ululyk relsiň temperatura üýtgemesiniň ýyllyk amplitudasyny aňladýar.

Göz önünde tutulýan sebitde maksimal temperaturadan kiçi bolan t_1 temperaturada sepleşme yşy $\lambda=0$ bolan relsler *uzyn relsler* diýilýär. Temperaturanyň ýene-de ýokarlanmagy relsleriň bir-biriniň uçlarynyň özaralarynda gysylmagyna we olara goşmaça prodol güýçleriň täsir etmegine getirýär (1.2.24-nji *b* çyzgy).



1.2.24-nji çyzgy. Prodol temperatura güýçleriniň epýurasy: *a*-adaty uzynlykdaky relslerde; *b*-uzyn relslerde; *c*-halkalaýyn sepleşmesiz ýollarda; ℓ , ℓ_u , L_{sh} —degişlilikde adaty, uzyn relsleriň we sepleşmesiz halkanyň uzynlyklary; R'' -rels çyzygy boýunça goýumlardaky garşylyk; r'' -relsiň uzynlygyna paýlanan prodol garşylyk; *b* çyzgydaky punktir çyzyk uzyn relslerde täsir edýän uly temperatura güýçleriniň

hakyky paýlanyşyny görkezýär

Temperatura T_{\max} ýetende goşmaça temperatura güýji N_t'' (iki rels çyzygy boýunça) $\Delta t = t_{\max} - t_1$ tapawut bilen kesgitlenýär we örän uly bahalara ýetip biler. N_t'' -niň rugsat edilýän bahasy (bu ýerde, ýene-de $\Delta t = t_{\max} - t_1$) rels-şpal gözeneginiň durnuklylygyna bagly bolýar. Temperatura peselende, $t > t_{\min}$ temperaturada λ sepleşme yşy λ_{\max} baha ýetýär. Temperaturanyň ýene-de peselmegi sepleşmelerde ýolunma bolan güýçleri döredýär.

Uzyn relsiň ortasynda (iki rels çyzygy boýunça) maksimal prodol güýji şeýle bolýar:

$$N_u'' = R'' + \frac{1}{2} r'' l_u + N_t'' \quad (1.2.6)$$

Önümçilikde prodol güýçler deňlenende 1.2.24-nji *b* çyzgydaky üçburçly epýura hem punktir bilen görkezilen görnüşe eýe bolýar.

Sepleşmesiz kebşirlenen rels halkaly ýol diýip temperaturanyň köp bolmadyk ýyllyk üýtgemesinde-de onuň relsleri, adatyça uç taraplaryndan $x = 70 \div 100 \text{ m}$ (1.2.24-nji *c* çyzgy) bolan bölegi uzalýar ýada gysgalýar. Halkanyň $L_{sh} - 2x$ uzynlykdaky ortaky bölümi süýşmeýär,

ýagny öz ýerinde galýar. Relsiň bölüminiň temperaturasynyň onuň berkidilen wagtyndaky temperatura görä Δt üýtgemegi relslerde prodol güýçleri N_i'' -iň ýokarlanmagyna getirýär we şeýle kesgitlenýär:

$$N_i'' = \alpha E \Delta t F, \quad (1.2.7)$$

bu ýerde α -rels poladynyň uzynlygyna bolan giňelme koeffisiýenti; E -rels poladynyň maýyşgaklyk moduly; F'' -iki relsiň meýdany.

Sepleşmesiz ýol sözüň göni manysynda, sepleşmesiz, kebşirlenip seplenlen üznüksiz rels halkasyny göz önüne getirýär. Ýöne, önümçilikde bular ýaly tükeniksiz uzynlykdaky gurluşy döretmek mümkin däl. Sebäbi blok-bölmeleriň araçäklerine, uly köprülere we sowgutly geçirijilere gabat gelnen ýerlerde rels halkasyny bölmeli bolýar.

Sepleşmesiz ýollaryň relslerinde egilme we HED-iň tigirleriniň täsiri astynda ýüze çykýan beýleki dartgynlylyklardan başga-da, ep-esli G_t temperatura dartgynlylyklary bolýar. Munuň özi hem sepleşmesiz ýollarda goşmaça ätiýaçlykly berkligi bolan relsleriň ulanylmagyny talap edýär.

Mundan başga-da, sepleşmesiz ýollaryň relsleriniň dikeldilmesi ýörite usullary talap edýär. Zwenolaýyn ýollarda zaýаланан rels aýrylýar, oňa derek täze rels goýulýar. Sepleşmesiz ýollarda bolsa rels halkasynyň zaýаланан bölegini aýyrmak birnäçe çylşyrymly işleriň etaplaýyn ýerine ýetirilmegi bilen baglydyr. Şeýlelikde, sepleşmesiz ýoluň gowy taraplarynyň köpdügi şübhesiz, ýöne ony gurat saklamakda we dikeltmekde belli bir derejede kynçylyklaryň hem bardygyny belläp geçmeli.

Adatça kebşirlenen rels halkalarynyň uzynlyklary 250 *m*-den blok-bölümiň uzynlygyna deň bolan ölçege çenli uzynlykda (1,5-2,5 *km*) bolýar. Ýöne has giň ýaýran rels halkalarynyň uzynlygy 800-950 *m*-den ybaratdyr.

Rels halkalaryny öz aralarynda sazlaýjy serişdeler (sazlaýjy relsler, sazlaýjy ysarlar we ş. m.) bilen birleşdirýärler.

Sazlaýjy serişdeler rels çyzygynyň üznüksizligini saklap, relsleriň uçlarynyň süýşmeklerine mümkinçilik döredýär. Sazlaýjy serişdeler ikidört sany gysga relslerden ybarat bolup, olar kebşirlenen uzyn halkalaryň arasynda goýulýar. Birleşdirilýän halkalaryň uzynlyklarynyň jemi 600 *m* we ondan-da köp bolanda olaryň arasynda 12,5 *m*-lik üç aralyk, 600 *m*-den kiçi bolanda-12,5 *m*-lik iki aralyk goýulýar.

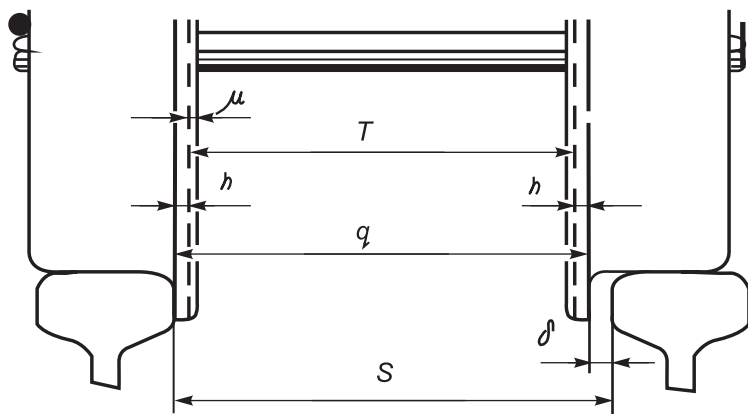
Sazlaýjy serişdeler sepleşmesiz ýoluň iň gowşak ýeri hasaplanýar. Bu ýerde hereketiň rahatlygy peselýär, relsleriň şikeslenmesi ýokarlanýar, gündelik gurat saklamaga bolan çykdaýjylaryň köp bölegi şol ýerlere sarp edilýär.

Ikinji bölüm

RELSARA ULULYGynyň TASLANYLYŞY WE GURLUŞY

2. Göni ýolly aralyklarda relsara ululygyň gurluşy

Demir ýolda relsüstleriniň 13 mm içki aşak gyrasyndan ölçenýän, relsleriň kelle bölümleriniň içki gyraňlarynyň ara ölçegine relsara ululygy diýilýär. Türkmenistanyň demir ýoluny tehniki ulanmagyň kadalaryna (TUK) laýyklykda, göni ýolda we öwrümiň radiusy $R \geq 350\text{ m}$ bolan öwrümlü ýolly aralyklarda relsara ululygy $S = 1520 \pm 4\text{ mm}$. Şeýlelikde $S_{\max} = 1526\text{ mm}$ we $S_{\min} = 1516\text{ mm}$ bolýar.



2.1-nji çyzgy. Göni ýoldaky relsara ululygynda tigrir jübüdiniň ýagdaýy

Eger-de göni ýolda tigrir jübüdiniň bir tigririniň erňegini ýoluň haýsy hem bolsa bir tarapky relsine gysylyp durar ýaly edip goýsak, onda beýleki tigririniň erňegi bilen şol tarapky relsiniň işçi gyraňynyň arasynda δ yş galýar (2.1-nji çyzgy).

$$\delta = S - (T + 2h + 2\mu) = S - q, \quad (2.1)$$

bu ýerde S -göni ýoldaky relsara ululygy, mm ; T -tigrleriň oturdylmasy (geýdirilmesi), mm .

Türkmenistanyň demir ýoluny tehniki ulanmagyň kadalaryna laýyklykda 120 km/sag -a çenli tizlikli hereket edýän lokomotiwlerde we wagonlarda $T=1440\pm 3 \text{ mm}$, $121\div 140 \text{ km/sag}$ tizlikli otlularda $T = 1400^{+3}_{-1} \text{ mm}$; h -tigiriň erňeginiň galyňlygy, mm , demir ýoluny tehniki ulanmagyň kadalaryna laýyklykda $h_{\max}=33 \text{ mm}$, $h_{\min}=25 \text{ mm}$ we tizlikli ($121\div 140 \text{ km/sag}$) hereket üçin $h_{\min}=28 \text{ mm}$; μ -hasap tekizliginden ýokarda tigr erňeginiň galňaldylmasy, bu ölçeg wagon tigrlerinde 1 mm , lokomotiw tigrlerinde nula deň; q -tigrara ululygy, mm .

S , T we h ululyklaryň minimum, laýyk we maksimum bahalary bolýanlygy sebäpli, deňişlikde δ ululygyň hem minimum, laýyk we maksimum bahalary bolýar. T , h we μ ululyklaryň bahalaryny goýup δ ululygyň şu aşakdaky bahalaryny alyarsy (2.1-nji tablisa). 2.1-nji tablisadan görnüşi ýaly, kähalatlar δ ululygyň bahasy ulurak ölçeglerde-de bolup biler.

2.1-nji tablisa

**Tigr jübüdiniň we relsara ulugynyň
göni ýoldaky parametrleri**

Tigrler	Hereketiň tizligi km/sag	T, mm			h, mm			q, mm			S, mm			δ, mm		
		Maksimal	Laýyk	Minimal	Maksimal	Laýyk	Minimal	Maksimal	Laýyk	Minimal	Maksimal	Laýyk	Minimal	Maksimal	Laýyk	Minimal
Lokomotiwleriň	0-dan 120-ä çenli	1443	1440	1437	33	33	25	1509	1506	1487	1526	1520	1516	39	14	7
		1443	1440	1439	33	33	28	1509	1506	1495	1526	1520	1516	31	14	7
Wagonlaryň	121-dan 140-a çenli	1443	1440	1437	33	33	25	1511	1508	1489	1526	1520	1516	37	12	5
		1443	1440	1439	33	33	28	1511	1508	1497	1526	1520	1516	29	12	5

2.1. Ýoluň öwrümlü ýerlerinde relsara ululygynyň gurluşy

Demir ýoluň öwrümlü ýerlerinde birnäçe aýratynlyklar göz önünde tutulýar. Olardan: egrisiniň radiusy $R < 350 \text{ m}$ bolan öwrümlerde relsara ululygynyň giňeldilmesi; daşky relsiň içki relse görä ýokarlandyrylyp gurulmagy; geçiş egrileriniň gurulmagy; içki rels çyzygy boýunça gysgaldylan relsleriň goýulmagy; iki we köp ýolly aralyklarda ýollaryň okara ululyklarynyň ulaldylmasy we ş. m.

Türkmenistanyň demir ýollarynda TUK-yň talaplaryna laýyklykda, öwrümlü ýolly ýerlerde şu aşakdaky relsara ululyklarynyň inleri bellenen:

$R = 350 \text{ m}$ we ondan-da uly bolanda $S = 1520_{-4}^{-6} \text{ mm}$;

$R = 349 \div 300 \text{ m}$ bolanda $S = 1530_{-4}^{-6} \text{ mm}$;

$R = 299 \div 250 \text{ m}$ bolanda $S = 1535_{-4}^{-6} \text{ mm}$.

Öwrümlü ýolly ýerlerde relsara ululygy ýa-da onuň giňelmesi, öwrümiň egrisinden demir ýol ekipažyny gowuşgynly geçirmegiň hasaplamasy bilen şu aşakdaky iki şerte esaslanyp kesgitlenilýär.

Relsara ululugynyň ini laýyk ölçegde bolmaly, ýagny mümkin boldugyça otlularyň hereketine bolan garşylygynyň we relsleriň hem tigrileriň sürtülmeden bolan iýilmesiniň azalmagyny üpjün etmeli, relsleri we tigrileri şikeslenmekden we şekilleriniň üýtgemesinden goramaly, tigr jübütleriniň relsara ululugynyň içine gaçmagyna ýol bermeli däl.

Relsara ululugynyň ini rugsat edilýän minimum ölçegden kiçi bolmaly däl, ýagny ekipažyň ýöreýiş bölüminiň bölekleriniň daşky we içki relsleriň arasynda gysylýp galmagynyň önüni almaly.

2.2. Relsara ululygynyň laýyk inini kesgitlemek

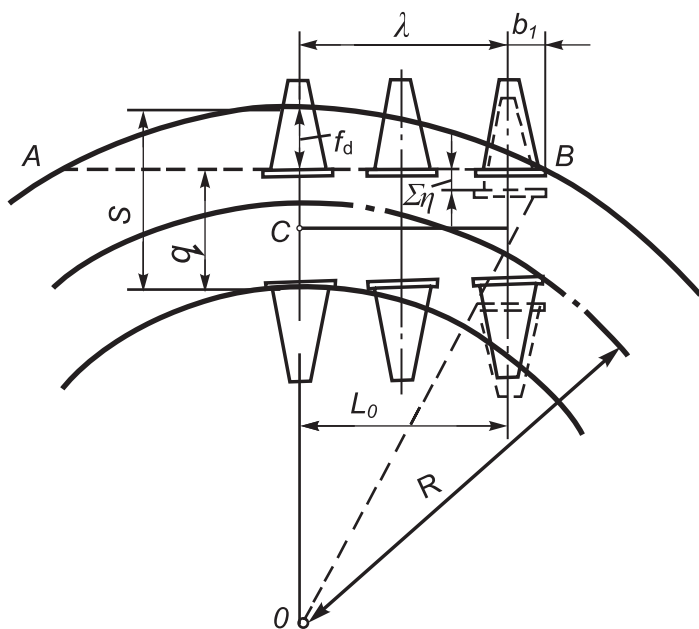
Relsara ululugynyň laýyk inini kesgitlemegiň hasap shemasy hökmünde özüniň gowuşgynsyz bazasynyň önki okunyň daşky tigiri bilen öwürüm egrisiniň daşky relsine gysylýan, yzky oky bolsa radial ýagdaýy eýelär ýaly, ýa-da şol ýagdaýy eýelemäge ymtylýan demir

ýol ekipažyny kabul edýäris; şol bir wagtyň özünde ekipažyň öwrülme merkezi bu radius bilen gowuşgysyz bazaly ekipažyň prodol geometriki okunyň kesişmesinde bolýar. Bulardan başgda:

a) islendik ýagdaýda-da hasap bilen kesgitlenen relsara ululygynyň ini maksimal relsara ululygynyň ini $S_{\max}=1535 \text{ mm}$ -den uly bolmaly däl;

b) eger-de hasaplanan relsara ululugynyň ini S -iň bahasy onuň maksimal bahasy S_{\max} -dan uly bolsa, onda degişli bolan hasap shemasyny kabul edip, minimal rugsat edilýän relsara ululygynyň inini kesgitlemäge girişmeli;

ç) eger-de hasaplanan relsara ululygynyň ini S kadalaýyn relsara ululygy $S=1520 \text{ mm}$ -den kiçi bolsa, onda seredilýän ekipažyň ýöreyiş bölüminiň ölçegleri we aýratynlyklary göz önünde tutulýan radiusly öwrümden relsara ululygynyň inini ulaltmazdan geçmäge mümkinçilik beýär. Şeýle ýagdaýda relsara ululygynyň ini S TUK boýunça radiusyň ululygyna baglylykda kabul edilmeli.



2.2-nji çyzgy. Öwrümde relsara ululygynyň rugsat edilýän laýyk (optimal) inini kesgitlemek üçin ekipažyň ýagdaýynyň hasap shemasý

Şu aşakdaky bellemeleri kabul edip, üç okly, L_o gowuşgynsyz bazaly ekipažy R radiusly öwürüm egrisinden geçirmek üçin laýyk relsara ululygy S -i kesgitlemegiň ýagdaýyna seredeliň (2.2-nji çyzgy): $q=T+2h+2\mu$ -tigrara ululygynyň ini; C -ekipažyň öwrülme merkezi; λ -ekipažyň öwrülme merkezinden birinji tigiriň geometriki okuna çenli aralyk (şu sereden ýagdaýymyzda 2.2-nji çyzgydan görnüşi ýaly, $\lambda=L_o$);

b_f -birinji tigr jübüdiň geometriki okundan tigr erňeginiň relse baryp direýän nokadyna çenli aralyk;

f_d -daşky relsiň egiminiň strelasy (AB hordada);

S -öwürümde relsara ululugy;

$\Sigma\eta$ -oklaryň kese ugur boýunça süýşmeleriniň jemi.

2.2-nji çyzgydan görnüşi ýaly

$\Sigma\eta=0$ bolanda $S=q+f_d$;

$\Sigma\eta\neq 0$ bolanda $S=q+f_d-\Sigma\eta$

Iň uly relsara ululygyny talap edýän ekipažlarda q_{\max} bolýandygyny göz önünde tutup, S üçin aňlatmany aşakdaky görnüşde ýazýarys:

$$S = q_{\max} + f_d - \sum \eta \leq S_{\max} , \quad (2.2)$$

bu formulada f_d aşakdaky aňlatma boýunça tapylýar:

$$f_d \approx \frac{(\lambda + b_1)^2}{2R} , \quad (2.3)$$

bu ýerde iýilmedik tigr erňekleri üçin b_1 ölçegi G.M. Şahunýans şu aşakdaky formula boýunça kesgitlemegi maslahat berýär:

$$b_1 = \frac{\lambda(r+t)\operatorname{tg}\tau}{R + \frac{S}{2} - (r+t)\operatorname{tg}\tau} , \quad (2.4)$$

bu ýerde λ we R – (2.3) formuladaky bahalaryna deň; $S=1520$ mm kabul edilýär; r -tigiriň aýlaw üstüniň ortaça radiusy; t -relsiň kelle böleginiň orta aýlaw üstünden tigiriň erňeginiň relse gysylýan nokadyna çenli aralyk, 10 mm-e deň kabul edilýär; T -tigr erňeginiň içinden döreýän kese tekizlige bolan ýapgytlyk burçy, wagon bandažlarynyň profili üçin $60^\circ C$ -a, teplowozlaryňky üçin $70^\circ C$ -a deň.

Mysal. Tigiriň aýlaw üstüniň radiusy $r = 600 \text{ mm}$ we kese ugur boýunça süýşmeleriniň jemi $\Sigma\eta = 3 \text{ mm}$ bolan $L_0 = 2000 + 2000 = 4000 \text{ mm}$ gowuşgynsyz bazaly üçokly lokomotiw teležkalaryny geçirmek üçin $R = 200 \text{ m}$ radiusly öwrümde laýyk relsara ululygynyň inini kesgitlemeli.

(2.4) aňlatma boýunça b_1 -i tapýarys:

$$b_1 = \frac{\lambda(r+t)\operatorname{tg}\tau}{R + \frac{S}{2} - (r+t)\operatorname{tg}\tau} = \frac{4000 \cdot (600 + 10) \cdot 2,747}{200000 + \frac{1520}{2} - (600 + 10) \cdot 2,747} = 33 \text{ mm},$$

bu ýerde $\lambda = L_0 = 4000 \text{ mm}$; $t = 10 \text{ mm}$; $\operatorname{tg}\tau = \operatorname{tg}70^\circ = 2,747$

(2,3) nazary baglanyşykdan peýdalanyň f_d -ny tapýarys:

$$f_d = \frac{(\lambda + b_1)^2}{2R} = \frac{(4000 + 33)^2}{2 \cdot 200000} = 40 \text{ mm}.$$

Talap edilýän relsara ululygynyň inini (2.2) aňlatma boýunça tapýarys:

$$S = q_{\max} + f_d - \Sigma\eta = 1509 + 40 - 3 = 1546 > S_{\max} = 1535 \text{ mm}.$$

Talap edilýän relsara ululygynyň ini rugsat edilýän maksimal ölçegden uly boldy (TUK boýunça), diýmek bu ýagdaýda relsara ululygynyň rugsat edilýän minimal inini kesgitlemäge geçmeli.

2.2.1. Relsara ululygynyň rugsat edilýän minimal inini kesgitlemek

Öwrümde relsara ululygynyň rugsat edilýän minimal inini kesgitlemek üçin hasap shemasy hökmünde gyraky oklarynyň daşky tigirleriniň erňekleri daşky relse, ortaky oklarynyň içki tigirleriniň erňekleri bolsa içki relse direlip, relsara ululygynyň arasynda gysylýp (gowuşman) duran demir ýol ekipažyny kabul edýäris. Ekipažyň

Baş okly (ortaky oky erñeksiz) L_0 gowuşgynsyz bazaly ekipažy R radiusly öwrümden gowuşgynly geçirmek şerti boýunça relsara ululygynyň minimal rugsat edilýän ini S -i kesgitlemekligiň ýagdaýyna seredeliň (2.3 çyzgy). Munuň üçin aşakdaky bellemeleri kabul edýäris:

C -ekipažyň öwrülme merkezi;

$q=T+2h+2\mu$ -tigirara ululygynyň ini;

λ -öwrülme merkezden daşky relse direlýän gyraky tigiriň geometriki okuna çenli aralyk;

i - C -den ikinji tigr jübüдиниň okuna çenli aralyk;

f_d -AB hordada daşky relsiň egiminiň oky;

$f_i - f_i - (2_i - 2b_2)$.hordada içki relsiň egiminiň oky;

b_1 -başınji (ýa-da birinji) tigr jübüдиниň geometriki okundan tigiriň daşky relse degýän nokadyna çenli aralyk;

b_2 -dördünji (ýa-da ikinji) tigr jübüдиниň geometriki okundan tigiriň içki relse degýän nokadyna çenli aralyk;

$\Sigma\eta$ –oklaryň keseligine süýşmeleriniň jemi.

2.3-nji çyzgydan görnüşi ýaly:

$$S = q + f_d + f_i - \sum \eta. \quad (2.5)$$

Iň uly relsara ululugyny talap edýän ekipažda q_{\max} bolýanlygyny hasaba almak bilen S üçin gutarnykly aňlatma şeýle bolar:

$$S = q_{\max} + f_d - f_i - \sum \eta + S_{\min},$$

bu formulada f_d (2.3) formula boýunça, f_i -aşakdaky aňlatma boýunça kesgitlenýär:

$$f_i \approx \frac{(i - b_2)^2}{2R}, \quad (2.6)$$

b_2 -ni öz gezeginde iýilen tigrler üçin şeýle formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$b_2 \approx \frac{i(r + t) \operatorname{tg} \tau}{R - \frac{S_{\max}}{2} + (r + t) \operatorname{tg} \tau}, \quad (2.7)$$

bu ýerde r we τ (2.4) formuladaky bahalaryna eýedir.

Mysal. Tigiriň radiusy $r = 660 \text{ mm}$ we $L_0 = 1460 + 1430 + 1430 + 1460 = 5780 \text{ mm}$ gowuşgynsyz bazaly ekipažy geçirmek üçin $R = 300 \text{ m}$ radiusly öwrümiň relsara ululygynyň rugsat edilýän minimal inini kesgitlemeli; birinji we başynji oklarynyň keseligine süýşmeleri $\pm 6 \text{ mm}$, ikinjiňki we dördünjiňki $\pm 4 \text{ mm}$, üçünji okunyňky 0 , $\Sigma \eta = 10 \text{ mm}$. Iki tarapa oýnap (süýşüp) duran okuň gyşarmasy $\pm 125 \text{ mm}$, şonuň üçin “ol gowuşgynsyzlyga täsir etmeýär”-diýip hasap edýäris.

2.3-nji çyzgydaky hasap shemasyna laýyklykda (2.4) formula boýunça b_1 -iň we (2.7) formula boýunça-da b_2 -niň ölçegini tapýarys.

$$b_1 = \frac{\lambda(r+t)\operatorname{tg}\tau}{R + \frac{S_0}{2} - (r+t)\operatorname{tg}\tau} = \frac{2890 \cdot (660 + 10) \cdot 2,747}{300000 + \frac{1520}{2} - (660 + 10) \cdot 2,747} = 18 \text{ mm};$$

$$b_2 = \frac{i(r+t)\operatorname{tg}\tau}{R - \frac{S_{\max}}{2} + (r+t)\operatorname{tg}\tau} = \frac{1430 \cdot (660 + 10) \cdot 2,747}{300000 - \frac{1535}{2} + (660 + 10) \cdot 2,747} = 9 \text{ mm};$$

bu ýerde $\lambda = 1430 + 1460 = 2890 \text{ mm}$; $i = 1430 \text{ mm}$.

(2.3) formula boýunça f_d -ny we (2.6) formula boýunça hem f_i -i tapýarys

$$f_d \approx \frac{(\lambda + b_1)^2}{2R} = \frac{(2890 + 18)^2}{2 \cdot 300000} = 28 \text{ mm};$$

$$f_i \approx \frac{(i + b_2)^2}{2R} = \frac{(1430 + 9)^2}{2 \cdot 300000} = 9 \text{ mm};$$

(2.5) aňlatma boýunça relsara ululygynyň rugsat edilýän minimal inini

$$\begin{aligned} S &= (T_{\max} + 2\mu + 2h_{\max}) + f_d - f_i - \sum \eta + \delta_{\min} = \\ &= (1443 + 0 + 2 \cdot 33) + 28 - 9 - 10 + 7 = 1523 \text{ mm}. \end{aligned}$$

Şeýlelik-de, göz önünde tutulan ekipažy geçirmek üçin hasaplanyp alnan $R = 300 \text{ m}$ radiusly öwrümde talap edilýän relsara ululygynyň rugsat edilýän minimal inini takmynan TUK boýunça ulanylýandaky ýaly boldy.

2.3. Ýoluň öwrümlü ýerlerinde daşky relsiniň ýokarlandyrylmasy

Demir ýol ekipažy öwrümiň egrisi boýunça hereketdekä merkezden ymtylýan tizlenmeden bolan güýç ýüze çykýar. Bu güýç tigirlerden daşky relse (rels çyzygyna) goşmaça basyş döredýär. Şonuň bilen baglylykda rels çyzygynyň durky üýtgäp, relslerde dartgynlylyk döredýär, olar wagtyndan ön tozýar; merkezden ymtylýan tizlenme ýüze çykyp, onuň ýokarlanýan halatlarynda ýolagçylary biynjalyk edýän täsirler peýda bolýar.

Belli bolşy ýaly, merkezden ymtylýan tizlenmeden bolan güýç

$$I = \frac{m\vartheta^2}{R} = \frac{G\vartheta^2}{gR} \quad (2.8)$$

formula boýunça kesgitlenýär.

Bu ýerde m -ekipažyň massasy, ϑ -ekipažyň hereket tizligi, G -ekipažyň agramy; g -agyrlık güýjüniň tizlenmesi; R -öwrümiň radiusy.

Şeýle-de, ýeliň güýjüniň hem gapdal güýçlere degişlidigini göz önünde tutup, ony

$$W_y = k\vartheta_y^2 \quad (2.9)$$

formula boýunça kesgitlemek bolar.

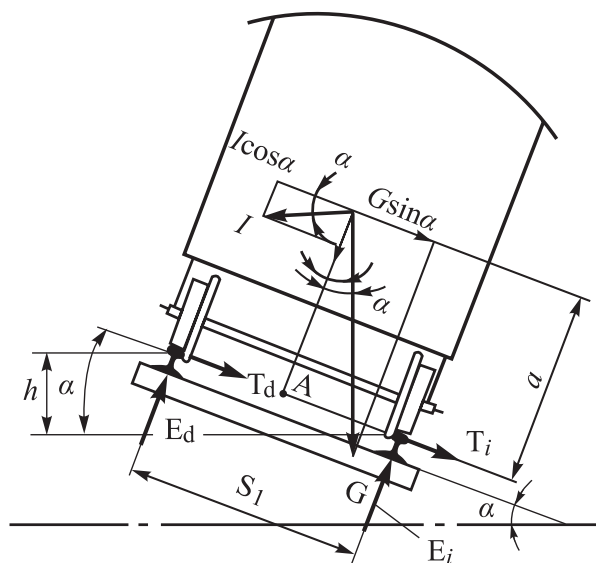
Bu ýerde, W_y -ýeliň basyşy, kg/m^2 ; k -basyş kabul edilýän tekizligiň görnüşine baglylykdaky koeffisiýent, üsti tutuşlaýyn (wag-onlar) üçin $k = 0,085 \div 1,25$, gözenek görnüşliler üçin $k = 0,078$; ϑ_y -ýeliň tizligi, $\frac{m}{s}$

Daşky rels sapagynyň relsine bolan gapdal basyşy peseltmek, relsleriň urulmagynyň (ýerinden üýtgemeginiň) önüni almak, olaryň aşa ýüklenmesini azaltmak, iki rels sapagyna-da düşýän agramy we olaryň iýilmesini deň derejede saklamak, şeýle-de, ýolagçylary biynjalyk edýän täsirlerden goramak maksady bilen, öwrümlü ýollarda ýoluň daşky relsini ýokarlandyryp gurýarlar.

Daşky relsiň ýokarlandyrylmasy we onuň ululygy tehniki-yk-dysady hasaplamalaryň esasynda, daşky we içki relsleriň optimal şertlerde işlemegini hem ýolagçylaryň rahatlygyny gazanmagy üpjün etmek nukdaý nazardan bellenýär.

2.3.1. Iki rels çyzygy boýunça dikligine bolan iýilmäniň deň derejede bolmagyny üpjün etmek şertine laýyklykda, daşky relsiň ýokarlandyrylmasy kesgitlemek

Daşky relsi h ýokarlandyrylmaly we R radiusly öwrümdäki ekipažyň ýagdaýyna seredeliň (2.4-nji çyzgy). Munyň üçin indiki bellikleri girizeliň: E_d we E_i -daşky we içki relsleriň dik reaksiýalary; T_d we T_i -daşky we içki relsleriň tangensial reaksiýalary; a -rels üstünden G agramly ekipažyň agyrlýk merkezine çenli aralyk.



2.4-nji çyzgy. Daşky relsi ýokarlandyrylan öwrümde ekipažyň ýagdaýy

Iki rels sapagynyňam iýilmesini deňlemek üçin, şeýle h saýlamakda aşakdaky deňlik ýerine ýetirilmeli:

$$\sum E_d = \sum E_i \quad \text{ýa-da} \quad \sum E_d - \sum E_i = 0. \quad (2.10)$$

(2.10) deňligiň şertine laýyklykda $W_{\dot{y}}=0$ bolanda,

$$I \cos\alpha = G \sin\alpha \quad (2.11)$$

diýip kabul etsek bolar.

α burç kiçi bolanlygy sebäpli $\cos\alpha=1$, $\sin\alpha=h/S_1$ hökmünde kabul edýäris,

bu ýerde S_1 -iki relsiň okara ululyklary.

$\cos\alpha$ -nyň we $\sin\alpha$ -nyň bu bahalaryny (2.11) aňlatmada ýerine goýup, alýarys:

$$I = G \frac{h}{S_1},$$

şu ýerden $h = \frac{S_1}{G} I$, ýöne (2.8) aňlatma boýunça $I = \frac{G \vartheta^2}{gR}$, şeýlelikde,

$$h = \frac{S_1 G \vartheta^2}{gGR}.$$

Köp otlularyň-ekipažlaryň ýola edýän täsirini göz önünde tutup, (2.10) aňlatmanyň şertine laýyklykda $G = \sum N_i P_i$ hökmünde kabul edýäris. Şu ýerden:

$$h = \frac{S_1 \sum N_i P_i \vartheta_i^2}{gR \sum N_i P_i}. \quad (2.12)$$

$S_1=1,6 \text{ m}$, $g=9,81 \text{ m/s}^2$ bahalaryny ýerine goýup ϑ , km/sag , R , m we P , t birliklerinde kabul etmek üçin öwrüji koeffisiýentlerini girizip, şeýle-de, h , mm birlikde alýarys:

$$h = 12,5 \frac{\sum N_i P_i \vartheta_i^2}{R \sum N_i P_i} \quad (2.13)$$

we aýyk görnüşde:

$$h = 12,5 \frac{(N_1 P_1 \vartheta_1^2 + N_2 P_2 \vartheta_2^2 + N_3 P_3 \vartheta_3^2 + \dots + N_n P_n \vartheta_n^2)}{R(N_1 P_1 + N_2 P_2 + N_3 P_3 + \dots + N_n P_n)}, \quad (2.13.1)$$

bu ýerde $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ -göz önünde tutulýan R radiusly öwrümden bir gije-gündiziň dowamynda geçýän kesgitlenen görnüşdäki otlularyň sany (mysal üçin: ýokary tizlikli ýolagçy, tizlikli ýolagçy, ýolagçy, poçta-bagaž, ýük otlulary); $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ -degişlilikde, görkezilen otlularyň massalary, t birlikde, $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \dots, \vartheta_n$ -şol öwrümden geçýän görkezilen otlularyň hereket tizlikleri.

Köp ýyllyk tejribelikleriň we G. M. Şahunýansyň barlaglarynyň netijelerini göz önünde tutmak bilen, (2.13) formula boýunça kesgitlenen daşky relsiň ýokarlandyrylmasyna Δh goşundyny girizmeli, ýagny, daşky relsiň ýokarlandyrylmasyny aşakdaky formula boýunça bellemeli:

$$h = 12,5 \frac{\sum N_i P_i \vartheta_i^2}{R \sum N_i P_i} + \Delta h. \quad (2.14)$$

Δh goşundysy ekipažyň ressorlanan we ressorlanmadyk gurluşlaryna we ekipažyň relsara ululygynda ýerleşişine bolan eksentritetleriň täsirini hasaba alýar.

G. M. Şahunýansyň barlagy boýunça bu goşundy takmynan:

ýükli hereket üçin $\Delta h_{\text{ýük}} = 4 \text{ mm}$;

ýolagçyly hereket üçin $\Delta h_{\text{ýol}} = 21 \text{ mm}$;

garyşyk hereket üçin

$$\Delta h_{\text{gar}} = \frac{\Delta h_{\text{ýük}} \sum (N_i P_i)_{\text{ýük}} + \Delta h_{\text{ýol}} \sum (N_i P_i)_{\text{ýol}}}{\sum (N_i P_i)_{\text{ýük}} + \sum (N_i P_i)_{\text{ýol}}}. \quad (2.15)$$

Ylmy barlag institutlary Δh -yň şu aşakdaky bahalaryny teklipe edýär: esasan ýolagçy otlulary gatnaýan ýollarda $\Delta h_{\text{ýol}} = 30 \text{ mm}$, esasan ýük otlulary gatnaýan ýollarda $\Delta h_{\text{ýük}} = 20 \text{ mm}$; beýleki ýagdaýlarda $\Delta h_{\text{gar}} = 25 \text{ mm}$.

2.3.2. Ýolagçylaryň rahatlygyny üpjün etmek şertine baglylykda daşky relsiň ýokarlandyrylmasyny kesgitlemek

Demir ýoluň köpýyllyk tejribeligi we köpsanly barlag işleri öwrümde gapdal ugur boýunça ýüze çykýan öçürilmedik tizlenmäniň ýolagçylar üçin ýakymсыz birahatlyk döredýändigini

görkezýär. Barlag işleriniň netijesinde 0,4-den 0,8 m/s^2 -a çenli aralykdaky merkezden ymtylýan öçürilmedik tizlenmäni ýolagçylar kanagatlanarly kabul edýärler. Merkezden ymtylýan öçürilmedik tizlenme 1 m/s^2 -a deň bolanda, ol ýolagçy tarapyndan köp gaýtalanmaýan we dowamlylygy gysga bolan halatlarda kanagatlanarly kabul edilýär.

Ýokarda görkezilen sebäpleriň esasynda gapdal ugur boýunça öçürilmedik tizlenme ortaça kada hökmünde $a_{\text{goş}}=0,7 \text{ m/s}^2$ kabul edilýär.

Haçan-da $h=0$ bolanda merkezden ymtylýan güýç $I = ma = \frac{m\vartheta^2}{R}$ dolulygyna sazlanmaýar we ϑ^2/R deň bolan öçürilmedik tizlenme adama täsir edýär.

Haçan-da $h \neq 0$ bolanda merkezden ymtylýan güýç $H = G \sin \alpha = \frac{Gh}{S_1}$ ýüze çykýar. Deňlemäniň iki tarapyňy hem m-e paýlap, $\frac{gh}{S_1}$ -e deň bolan tizlenmäni tapýarys. Şeýlelikde, tizlenme, ýagny adamyň agramyna baglylykdaky $(I-H)$ güýç merkezden ymtylýan $(\frac{\vartheta^2}{R})$ bilen merkeze ymtylýan $(\frac{gh}{S_1})$ tizlenmeleriň tapawudy hökmünde, gapdal ugur boýunça öçürilmedik tizlenme bolup durýar. Adatça bu tizlenme islendik pursatda-da ýüze çykýar, ýagny

$$\frac{\vartheta^2}{R} - \frac{gh}{S_1} = a_{\ddot{o}}. \quad (2.16)$$

Şunlukda, ýolagçylaryň rahatlygyny üpjün etmek şertine baglylykda $a_{\ddot{o}}$ -ni çäklendirmeli, ýagny, $a_{\text{goş}}$ kabul etmeli. Şonda ϑ_{max} -da, haçanda h -yň ýeterlik bolmadyk ölçeginde merkezden ymtylýan öçürilmedik tizlenme döreýär we (2.16) aňlatmany şeýle ýazmak bolar:

$$\frac{\vartheta_{\text{max}}^2}{R} - \frac{gh}{S_1} = a_{\text{goş}},$$

bu ýerden

$$h = \frac{\vartheta_{\max}^2 S_1}{Rg} - \frac{S_1}{g} a_{\text{goş}}.$$

$S_1=1,6 \text{ m}$, $g=9,81 \text{ m/s}^2$ we $h, \text{ mm}$ birlikde kabul etsek $a_{\text{goş}}, \text{ m/s}^2$ we $\vartheta, \text{ km/sag}$ birlikde,

$$h = 12,5 \frac{\vartheta_{\max}^2}{R} - 163 a_{\text{goş}} \quad (2.17)$$

alýarys.

h -yň gutarnykly bahasy hökmünde (2.14) we (2.17) formulalar boýunça kesgitlenilen bahalaryň ulusyny kabul etmek teklip edilýär.

Biziň ýurdumyzyň ýollarynda maksimal $h=150 \text{ mm}$.

Myсал. Üstünden bir gije-gündiziň dowamynda ortaça 2.2-nji tablisada görkezilen möçberdäki sanda otlular geçýän bölümde ýerleşen $R=1000 \text{ m}$ radiusly öwrümiň daşky relsiniň zerur bolan ýokarlandyrylmasyny kesgitlemeli.

(2.15) aňlatmadan peýdalanyp, formula boýunça goşmaça goşundy Δh -y tapýarys:

$$\begin{aligned} \Delta h &= \frac{4(N_4 P_4) + 21(N_1 P_1 + N_2 P_2 + N_3 P_3)}{N_4 P_4 + (N_1 P_1 + N_2 P_2 + N_3 P_3)} = \\ &= \frac{4(20 \cdot 3600) + 21(2 \cdot 1000 + 2 \cdot 1000 + 18 \cdot 750)}{(20 \cdot 3600) + (2 \cdot 1000 + 2 \cdot 1000 + 18 \cdot 750)} = 7,3 \text{ mm}, \end{aligned}$$

bu ýerde $\Delta h_{\text{ýük}}=4 \text{ mm}$; $\Delta h_{\text{ýol}}=24 \text{ mm}$.

(2.14) formula boýunça $W_{\dot{y}}=0$ bolanda, iki rels sapagynyň hem dik iýilmesi deň derejede bolmagyny üpjün etmek şertine laýyklykda, daşky relsiň ýokarlandyrylmasyny kesgitleliň:

$$h = 12,5 \frac{N_1 P_1 \vartheta_1^2 + N_2 P_2 \vartheta_2^2 + N_3 P_3 \vartheta_3^2 + N_4 P_4 \vartheta_4^2}{R(N_1 P_1 + N_2 P_2 + N_3 P_3 + N_4 P_4)} + \Delta h =$$

$$= 12,5 \frac{(2 \cdot 1000 \cdot 130^2 + 2 \cdot 1000 \cdot 100^2 + 18 \cdot 750 \cdot 80^2 + 20 \cdot 3600 \cdot 80^2)}{1000(2 \cdot 1000 + 2 \cdot 1000 + 18 \cdot 750 + 20 \cdot 3600)} +$$

$$+ 7,3 = 89 \text{ mm.}$$

2.2-nji tablisa

**Göz önünde tutulýan bölümden bir gije-gündiziň
dowamynda geçýan otlularyň sany**

Otlular	Otlularyň sany	her otlynyň massasy <i>brutto</i> , <i>t</i>	Bölüm boýunça bellenen tizlik, <i>km/sag</i>
Ýokary tizlikli ýolagçy otlular	$N_1=2$	$P_1=1000$	$\vartheta_1=130$
Tizlikli ýolagçy otlular	$N_2=2$	$P_2=1000$	$\vartheta_2=120$
Şäherara otlular	$N_3=18$	$P_3=750$	$\vartheta_3=80$
Ýük otlular	$N_4=20$	$P_4=3600$	$\vartheta_4=80$

Ýolagçylaryň rahatlygyny üpjün etmek şertine laýyklykda (2.17) formula boýunça h -y tapýarys:

$$h = 12,5 \frac{\vartheta_{\max}^2}{R} - 163a_{\text{goş}} = 12,5 \frac{130^2}{1000} - 163 \cdot 0,7 = 97 \text{ mm.}$$

Gutarnykly ýagdaýda $h = 100 \text{ mm}$ kabul edýäris.

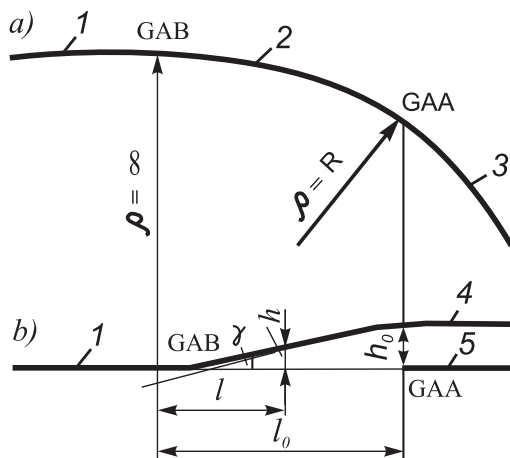
2.4. Öwrümiň geçiş aralyklarynyň egrileri

Öwrümiň geçiş aralyklarynyň egrileri (ÖGAE) göni ýoldan gelyän ekipaža R radiusly aýlaw egrisine girende, onuň dowamyn-da we ondan çykanda birsyhlylygy saklap, durnukly geçmegini, ýagny, öwrümde döreyän güýçleriň birden ýüze çykmazlygyny üpjün etmek üçin gurulýar. Munuň üçin ÖGAE-de dolulygyna daşky relsiň ýokarlandyrylmasy we relsara ululygynyň giňeldilmesi otwod (ýuwaş-ýuwaşdan deň derejede üýtgame) bilen ýerine ýetirilen bolmaly.

Öwrümde ýüze çykýan esasy güýç-merkezden ymtylýan tizlenmeden bolan I güýçdir.

Geçiş aralygynyň başlangyjynda (GAB) bu güýç nula deň, geçiş aralygynyň ahyrynda (GAA) bolsa maksimal baha eýedir, ýagny $I = \frac{m\vartheta^2}{R}$. I bütün ÖGAE-niň dowamyn-da ýuwaş-ýuwaşdan 0-dan ahyrky bahasyna çenli üýtgemeli.

Umumy ýagdaýda $I = \frac{m\vartheta^2}{\rho}$, onda GAB-da $\rho = \infty$, GAA-da bolsa $\rho = R$.



2.5-nji çyzgy. ÖGAE-niň shemasy: a) plandan görnüşi; b) profilden görnüşi:

1-göni; 2-geçiş egrisi; 3-aýlaw egrisini; 4-daşky relsiň kelle bölüminiň derejesi;

5-içki relsiň kelle bölüminiň derejesi

Eger-de, daşky relsiň ýokarlandyrylmasynyň otwody γ burçly göni kanun boýunça ýerine ýetirilse (2.5-nji çyzgy), onda hereketdäki ekipažyň daşky rels boýunça aýlanýan tigirleri geçiş aralygynyň başynda we ahýrynda dik tekizlikde bu relse urulýarlar. Şeýle ýagdaýyň bolmazlygy üçin GAB-da we GAA-da γ -nyň nula deň bolmagy zerur. Ýöne, $\operatorname{tg} \gamma = \frac{dh}{dl}$ bolsa, onda GAB-da we GAA-da $\frac{dh}{dl} = 0$ bolmagy gerek.

Öň seredilenlerden belli bolşy ýaly, $W_{\dot{\gamma}}=0$ bolanda:

$$h = \frac{S_1 \sum N_i P_i \mathcal{D}_i^2}{gR \sum N_i P_i}.$$

Ortaça ölçenen (tonnaž boýunça) $\frac{\sum N_i P_i \mathcal{D}_i^2}{\sum N_i P_i}$ kwadratiki tizligi $\mathcal{D}_{\text{or}}^2$ -yň üsti bilen belläp alýarys: $\frac{S_1}{g}$ -y A -nyň we $\frac{1}{\rho}$ -y K -nyň üsti bilen belläp we $A\mathcal{D}_{\text{or}}^2$ konstantlygyny göz önünde tutup, $\frac{dk}{dl} = 0$ diýip ýazýarys.

Häzirki döwürde görkezilen şertleriň käbirlerini hasaba almasaň hem bolýanlygyny belleýärler. Adatça daşky relsiň ýokarlandyrylmasynyň göni kanun boýunça ýerine ýetirilmegine ýykgyň edýärler, ýagny, γ burçuň kiçiliginde GAB-da we GAA-da $\frac{dk}{dl} \neq 0$

Ýokarlandyrylma h gurulanda göni boýunça $i = \operatorname{tg} \gamma$ eňňit bilen ÖGAE-niň islendik nokady üçin $l = \frac{h}{i}$ hökmünde ýazsa bolar, sebäbi $h = \frac{A\mathcal{D}_{\text{or}}^2}{\rho}$, onda şu ýerden $l = \frac{A\mathcal{D}_{\text{or}}^2}{i\rho}$.

$\frac{A\mathcal{D}_{\text{or}}^2}{i}$ -ny C -iň üsti bilen belläp, bu ululugy parametr diýip atlandyralyň, onda i üçin aňlatma şeýle görnüşe eýe bolýar:

$$i = \frac{C}{\rho}. \quad (2.18)$$

Bu deňlemäni radioidal spiraly diýlip atlandyrylýan egri kanagatlandyryr.

(2.18) formulada $\rho = R$ we $l = l_0$ bolanda $C = Rl_0$ bolýar, ol

egriniň geometriki parametri diýip atlandyrylýar; $C' = \frac{A\vartheta_{or}^2}{i}$ -aňlatma bolsa fiziki parametr diýilýär.

Göni burçly koordinatalar ulgamynda radioidal spiralyň deňlemesi indiki görnüşe eýedir:

$$\begin{aligned} x &= l - \frac{l^5}{40C^2} + \frac{l^9}{3456C^4}; \\ y &= \frac{l^3}{6C} - \frac{l^7}{336C^3} + \frac{l^{11}}{42240C^5}. \end{aligned} \quad (2.19)$$

Bu ýerde x we y koordinatalaryny tapmak üçin ÖGAE-niň uzynlyklaryny berýärler. Mysal üçin 10; 20; 30 m we ş.m. l_0 -yň bahasyna çenli.

Köp halatlarda her hatarda birinji agza bilen çäklenmek mümkin diýip göz önüne getirilýär, ýagny

$$x \approx l \quad \text{we} \quad y = \frac{l^3}{6C},$$

diýip kabul edýärler.

l -i onuň bahasy x -iň ýerine goýup,

$$y = \frac{x^3}{6C}, \quad (2.20)$$

ýagny kubiki parabolanyň deňlemesini alýarys.

Differensial geometriýasyndan belli bolşy ýaly, koordinatalaryň başynda (2.6-njy çyzgy) kubiki parabolanyň egrisi nula deň, soňra ýokarlanylýp başlaýar we B nokatda maksimuma ýetýär, onsoň bu egri peselip başlaýar we tükeniksizde nula deňleşýär. B nokatda $24^\circ 5' 41''$ deň burçda bolýar. Şeýlelikde, kubiki parabola ÖGAE hökmünde diňe OB kesimde ulanylýp bilner.

G. M. Şahunýansyň barlaglaryndan görnüşi ýaly, eger-de

$$R \geq 1,602C^{5/9}$$

bolsa, onda kubiki parabolany radioidal spiraly bilen bilelikde ulanmak bolar.

ÖGAE-niň uzynlygy l_0 dürli şertler boýunça kesgitlenýär:

a) adatça daşky relsniň ýokarlandyrylmasy göni çyzyklaýyn otwodda, ÖGAE-niň uzynlygy bu ýokarlandyrmanyň birsyhly otwodynda ýerine ýetirilme şertinde kabul edilýär, ýagny

$$l_0 = \frac{h}{i}, \quad (2.22)$$

bu ýerde i -daşky relsniň ýokarlandyrylmasynyň otwodynyň eňňitligi, relsleriň içki gyraňyndan tigirleriň çykyp gitme howpsuzlygyny üpjün etme ölçegi bilen çäklenilýär.

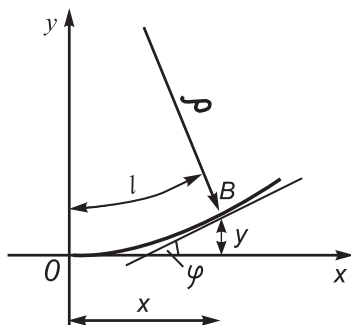
(i 2‰-den ýokary bolmaly däl); Biziň ýollarymyzda 120 km/sag -daky tizlige çenli $i=1‰$, 121 km/sag -dan ýokary- $i=1/1,5 ‰$

b) bu uzynlygy tigiriň ýokarlandyrylma bolan galma tizligini çäklendirme şerti boýunça barlaýarlar:

$$l_0 = 10h\vartheta_{\max} \quad (2.23)$$

bu ýerde ϑ_{\max} - R radiusly öwrümde hereketiň bellenen maksimal tizligi.

(2.22) we (2.23) formulalar boýunça alnan l_0 -iň bahalarynyň ulusy kabul edilýär.

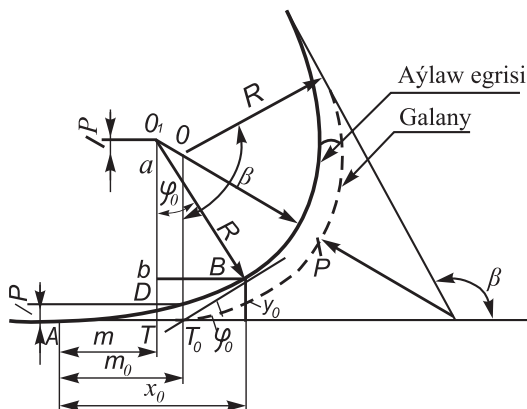


2.6-njy çyzgy. Kubiki parabolanyň ulanylma çäginin interpretasiýasy

Öwrümiň biçim işleri üçin zerur bolan ÖGAE-niň elementlerini ýerinde biçim işleriniň usulyna baglylykda tapýarlar.

ÖGAE-niň biçim işleri aşakdaky usullara bölünýär: aýlaw egisini içe süýşürmek usuly; esasy aýlaw egrisiniňkä görä kiçi radiusly

goşmaça aýlaw egrisini girizmek usuly; öwrümiň merkezini süýşürüp, radiusyny üýtgetmek usuly.



2.7-nji çyzgy. Aýlaw egrisini içe süýşürme usuly boýunça ÖGAE-niň biçim işleriniň hasap shemasy

ÖGAE-niň aýlaw egrisini içe süýşürmek usuluna seredeliň.

Ýerindäki tangens sütünjagazy T_0 -dan (2.7-nji çyzgy) m_0 aralygy ölçeýärler we A nokatda GAB-ny alýarlar. ÖGAE-ni deňlemesine laýyklykdaky ordinatalary boýunça gurýarlar. Munuň üçin m -i, ýagny, GAB-dan tangens sütünjagazynyň täze goýlan ýeri T nokadyna çenli aralygy tapýarlar. Soňra esasy aýlaw egrisiniň süýşmesi p -ny, φ_0 burçy we egriniň hemme ordinatalaryny kesgitleýärler.

Radioidal spiralyň ýa-da kubiki parabolanyň kanuny boýunça, biçilýän geçiş egrisiniň yzyndaky (B nokatda) keseligine tarap bolan eňňitlik burçy φ_0 şu formula boýunça kesgitleýär:

$$\varphi_0 = \frac{l_0^2}{2C} = \frac{l_0^2}{2Rl_0} = \frac{l_0}{2R} . \quad (2.24)$$

Şunlukda, eger-de

$$2\varphi_0 \leq \beta \quad (2.25)$$

bolsa, *geçiş egrisini bölmek bolar*, bu ýerde β -seredilýän egriniň öwrüm burçy.

Eger-de $2\varphi_0 = \beta$ bolsa, onda aýlaw egrisi bolmaýar, onuň ýerini iki ÖGAE-leri alýar. Eger-de $2\varphi_0 > \beta$ bolsa, onda iki ÖGAE-leri kesişýärler, ýagny, bu ýagdaýda biçim işlerini ýerine ýetirip bolmaýar.

2.7-nji çyzgydan görnüşi ýaly,

$$m = x_0 - R \sin \varphi_0, \quad (2.26)$$

$$p = y_0 - R(1 - \cos \varphi_0) = y_0 - 2R \sin^2 \frac{\varphi_0}{2}. \quad (2.27)$$

Onda,

$$m_0 = m + \operatorname{ptg} \frac{\beta}{2}. \quad (2.28)$$

$x > R \sin \varphi$ bolup, GAB-nyň koordinatalar bilen baglylykda taýýar tablisalary ulanylanda, aýlaw egrisiniň biçim işleri üçin şeýle bolýar:

$$\left. \begin{aligned} x_a &= m + x_{\text{tab}} \\ y_a &= p + y_{\text{tab}} \end{aligned} \right\}, \quad (2.29)$$

bu ýerde x_{tab} we y_{tab} -aýlaw egrisiniň D nokadyna baglylykdaky tablisadan alnan koordinatalary.

Seredilen usul ulanylýan demir ýol şahalarynda adatça, haçanda süýşme ululygy p has kiçi (25 sm-den uly bolmadyk) ýagdaýlarda, egriniň uzynlygy ujypsyz we ýer örtügininiň esasy meýdançasynyň ini hasap boýunça alnan p süýşmäni ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýän halatlarynda ulanylýar.

Mysal. Düýpli abatlaýyş işleri geçirilmeli ýol bölümünde ýerleşýän, $R=1000$ m aýlaw egrisi üçin ÖGAE-leriniň elementleriniň hasap işlerini geçirmeli. Şunlukda aýlaw egrisiniň merkezi burçy ($\beta = 32^\circ$) we meýilnama boýunça ýoluň düýpli abatlanşygyndan soňky daşamagyň we gatnatmagyň ölçegleri belli (2.2-nji tablisa).

Hasap işleri aşakdaky yzygiderlikde ýerine ýetirilýär.

1) Ilki (2.14) aňlatma boýunça daşky relsniň ýokarlandyrylmasy h-y kesgitlemeli.

h -y kesgitlemek üçin berlen maglumatlar (meýilnama boýunça gije-gündiziň dowamyndaky geçýän otlularyň sany we olaryň hä-

siýetleri) bu tabşyrykda-da edil öňki mysaldaky ýaly, diýmek hasap işleriniň gaýtalanmazlygy üçin görkezilen mysalda kesgitlenen ýokarlandyrmanyň bahasyny ýazýarys, ýagny, $h = 100 \text{ mm}$ diýip kabul edýäris.

2) ÖGAE-niň uzynlygy l_0 -ny kesgitleýäris.

ÖGAE-niň бүтін dowamynda daşky relsi ýokarlandyrmanyň birsyhly otwodyny ýerine ýetirmek şerti bilen $i=0,001$ eňňitli otwodda

$$l_0 = \frac{h}{i} = \frac{100}{0,001} = 100000 \text{ mm} = 100 \text{ m} .$$

$R=1000 \text{ m-de}$ ÖGAE-niň bu uzynlygyna $C = R \cdot l_0 = 1000 \cdot 100 = 100000 \text{ m}^2$ parametr degişli bolýar.

3) ÖGAE-niň görnüşini we göniburçly sistemada onuň biçim işleri üçin koordinatalaryny kesgitlemeli.

Munuň üçin ilki (2.21) aňlatmadan ÖGAE-si hökmünde kubiki parabolanyň ulanylmagynyň mümkinçiligini barlaýarys.

$$R \geq 1,602C^{\frac{5}{9}} .$$

Logarifmirläp, bu aňlatmanyň sag tarapynyň san boýunça bahasyny tapýarys:

$$\begin{aligned} \lg 1,602C^{\frac{5}{9}} &= \lg 1,602 + \frac{5}{9} \lg C = \lg 1,602 + \frac{5}{9} \lg 100000 = \\ &= 0,20466 + 2,77777 = 2,98243 \end{aligned}$$

Bu ýerden

$$1,602C^{\frac{5}{9}} = 1,602 \cdot 100000^{\frac{5}{9}} = 960,3 \leq 1000 \text{ m}$$

Şeýlelikde, (2.20) aňlatma laýyklykda ÖGAE-si hökmünde kubiki parabolanyň kanuny boýunça biçilýän egrini kabul etmek bolar.

$$y = \frac{x^3}{6C} .$$

Bu deňlemenden peýdalanyň, (10 m aralykdan) ÖGAE-niň ordinatalaryny hasaplaýarys, netijesini 2.3-nji tablisa salýarys.

ÖGAE-niň ordinatalary

x, m	$y = \frac{x^3}{6C}, m$	x, m	$y = \frac{x^3}{6C}, m$
$x_1=10$	$y_1=0,0016(6)$	$x_6=60$	$y_6=0,360$
$x_2=20$	$y_2=0,013$	$x_7=70$	$y_7=0,572$
$x_3=30$	$y_3=0,045$	$x_8=80$	$y_8=0,853$
$x_4=40$	$y_4=0,107$	$x_9=90$	$y_9=1,216$
$x_5=50$	$y_5=0,208$	$x_a=100$	$y_a=1,666$

Bellik: x_a -ahyrky absissa, y_a -ÖGAE-niň ahyrky ordinatasy (2.8-nji çyzgy)

4) ÖGAE-niň biçimi üçin aýlaw egrisini içe süýşürmek usuluny kabul edýäris we bu biçim işleri üçin ÖGAE-niň zerur bolan elementlerini kesgitleýäris (2.7-nji çyzgy):

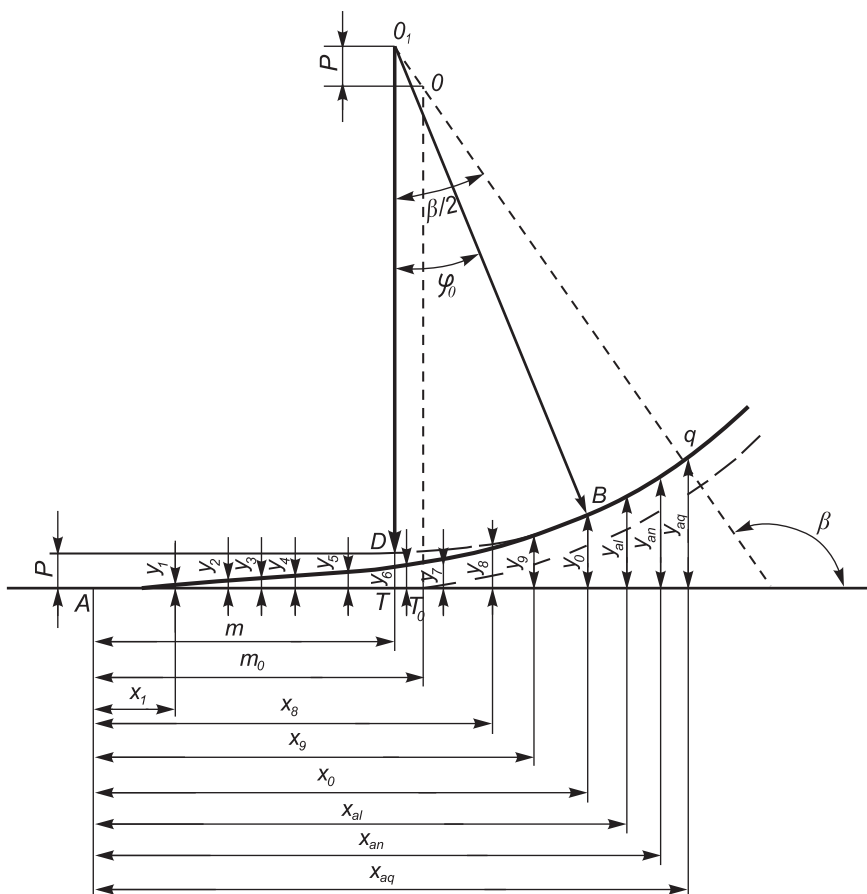
a) ÖGAE-niň B nokatdaky (onuň yzyndaky) eňňitlik burçuny (2.25) aňlatma laýyklykda tapýarys:

$$\varphi_0 = \frac{100^2}{2C} = \frac{100^2}{2 \cdot 100000} = 0,05rad = 2^\circ 51' 53''.$$

Onda $2\varphi_0 = 5^\circ 43' 46'' < \beta = 32^\circ$, ýagny bu usul boýunça ÖGAE-niň biçim işlerini geçirmek bolýar, sebäbi (2.25) şerti berjaý edilýär;

b) GAB-ndan (A nokatdan) geçirilen tangens sütünjagazyna (T nokadyna) çenli m aralygy (2.26) aňlatma boýunça 2.7-nji we 2.8-nji çyzgylara laýyklykda kesgitleýäris:

$$m_0 = x_a - R \sin \varphi_0 = 100 - 1000 \cdot 0,049978 = 50,022 \text{ m}.$$



**2.8-nji çyzgy. Aýlaw egrisini içe süýşürmek usulyndaky biçim işlerinde
ÖGAE-niň we aýlaw egrisiniň koordinatalary**

ç) Süýşme P (2.27) formula boýunça kesgitlenýär:

$$P = y_a - R(1 - \cos \varphi_0) = 1,666 - 1000(1 - 0,99875) = 0,416 \text{ m.}$$

Görşümüz ýaly süýşmäniň ep-eslije bahasy alyndy.

d) GAB-ndan (A nokatdan) tangens sütünjagazynyň ilkinji ýeri T_0 -a çenli m_0 aralygy (2.28) formula boýunça tapýarys:

$$m_0 = m + \text{ptg} \frac{\beta}{2} = 50,022 + 0,416 \cdot 0,2867 = 50,141 \text{ m.}$$

e) ÖGAE-ni gurandan soň, aýlaw egrisiniň galan böleginiň uzynlygyny hasaplaýarys.

$$\frac{\pi R}{180}(\beta - 2\varphi_0) = \frac{3,14 \cdot 1000}{180}(32^\circ - 2 \cdot 2^\circ 51' 53'') = 458,667 \text{ m.}$$

B_q dugasy aýlaw egrisiniň galan böleginiň deň ýarysy hökmünde,

$$\frac{458,667}{2} = 229,113 \text{ m deň bolýar.}$$

Aýlaw egrisiniň bu böleginiň x_a we y_a koordinatalaryny demir ýol egrileriniň biçim işleri üçin tablisasyny ulanyp, (2.29) aňlatma boýunça tapýarlar. Şunlukda x_{tab} -yň we y_{tab} -yň bu formulasynda aýlaw egrisiniň D nokada baglylykdaky koordinatalarynyň bardygyny ýatdan çykarmaly däl.

Demir ýol egrileri üçin tablisalarda $l_0=100 \text{ m}$ -da $R=1000 \text{ m}$ öwrüm üçin 10 m aralyklar bilen y_a -nyň taýýar ordinatalary berilýär. Şondan peýdalanylýp biziň seredýän ýagdaýymyz üçin $y_{a_1}=2,2 \text{ m}$ ($x_{a_1}=110 \text{ m}$ bolanda), $y_{a_2}=2,87 \text{ m}$ ($x_{a_2}=120 \text{ m}$ bolanda) we ş.m. tapýarys.

2.5. Öwrümde gysgaldylan relsleriň goýulşy

TUK-nyň talaplaryna laýyklykda demir ýolda iki rels çyzygy boýunça rels sepleşmeleri bir-biriniň garşysynda (göniburçlyk boýunça) goýulmaly.

Öwrümde içki rels çyzygynyň daşky rels çyzygyndan radiusy kiçi bolansoň, içki rels çyzygy gysga bolýar. Şonuň üçin daşky rels çyzygy boýunça relsleriň sepleşmelerini içki rels çyzygy boýunça relsleriň sepleşmeleriniň garşysynda goýmak maksady bilen, içki rels çyzygy boýunça gysgaldylan relsler goýulýar.

Islendik görnüşli öwrümiň islendik kesiminde onuň içki rels

çyzygynyň daşky rels çyzygyndan gysga bolýan ululygyny kesgitleliň.
 $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ burçda baglanyşýan (2.9-njy çyzgy) öwrümiň AA_1 we BB_1 kesimleriniň aralygyna seredeliň.

Daşky rels çyzygy boýunça AB duganyň uzynlygy

$$\cup AB = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho_d d\varphi.$$

Içki rels çyzygy boýunça A_1B_1 duganyň uzynlygy:

$$\cup A_1B_1 = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho_i d\varphi.$$

Şeýlelikde, gysgalma

$$\varepsilon = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho_d d\varphi - \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho_i d\varphi = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (\rho_d - \rho_i) d\varphi.$$

2.9-njy çyzgydan görşümüz ýaly, $(\rho_d - \rho_i) = S_1$ we $(\varphi_1 - \varphi_2) = \varphi$ bolsa,

$$\varepsilon = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} S_1 d\varphi = S_1(\varphi_2 - \varphi_1) = S_1 \varphi.$$

Belli bolşy ýaly, ÖGAE-si üçin:

$$\varphi = \frac{l_0^2}{2C},$$

aýlaw egrisi üçin:

$$\varphi = \frac{l_{AE}}{R}.$$

Şeýlelikde, ÖGAE-nde doly gysgalma

$$\varepsilon_{GE} = S_1 \frac{l_0^2}{2C},$$

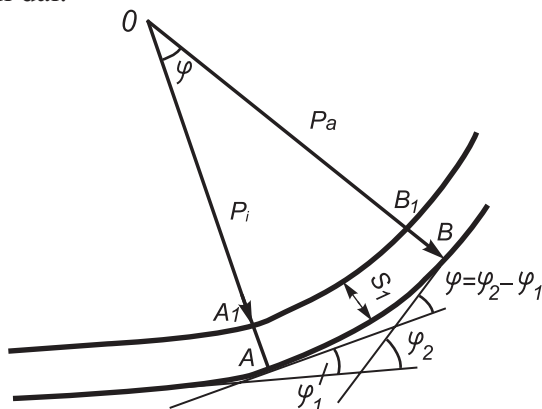
aýlaw egrisinde:

$$\varepsilon_{AE} = S_1 \frac{l_{AE}}{2C}.$$

Iki ÖGAE-niň we bir aýlaw egrisiniň gysgalmasynyň jemi:

$$\varepsilon_j = 2\varepsilon_{GE} + \varepsilon_{AE} = S_1 \left(\frac{l_0^2}{C} + \frac{l_{AE}}{R} \right) . \quad (2.31)$$

Daşky we içki rels sapaklary boýunça sepleşmeleriň göniburçlyk boýunça takyk gabat getirilmesiniň uly kynçylykdygyny göz önünde tutup, olaryň gabat gelmezlik ululugyň ujypsyzja ululuga rugsat edilmesi bolýar. Ýogsam dürli uzynlykdaky relsleriň zerurlygy ýüze çykardy. Biziň ýollarymyzda gysgaldylan relsleriň dört görnüşi kabul edilen, ýagny 12,5 metrlik relsler üçin gysgalma K üç ululukda bolýar: $K_1=40 \text{ mm}$; $K_2=80 \text{ mm}$; $K_3=120 \text{ mm}$; 25 metrlik relsler üçin gysgalma K iki ululukda bolýar: $K_1=80 \text{ mm}$ we $K_4=160 \text{ mm}$. Şunlukda, gabat gelmezligiň rugsat edilýän ululugy, gysgalma $K/2$ -den geçmeli däl.



2.9-njy çyzgy. Öwrümiň içki rels çyzygynyň gysgalmasyny kesgitlemek üçin hasap shemasy

Bir öwrüm ulgamynda, ýagny iki ÖGAE-nde we bir aýlaw egri-sinde gysgaldylan relsleriň sanyny N_g bilen belleýäris.

N_g kabul edilen K standart gysgalmalarynda şeýle kesgitlenýär:

$$N_g = \frac{\varepsilon_j}{K} . \quad (2.32)$$

Öwrüm ulgamynda gysgaldylan relsleriň hasap işleri we goýulýş tertibi aşakdakylar boýunça kabul edilýär:

1. GAB-a baglylykda birinji sepleşmäniň ýagdaýyny bellemeli.
2. Aşakdaky aňlatma boýunça öwürüm ulgamyndaky rels-şpal gözenekleriniň umumy sanyny kesgitlemeli:

$$N = \frac{2l_0 + l_{AE}}{l_{lr}}, \quad (2.33)$$

bu ýerde l_{lr} -laýyk standart relsniň uzynlygy.

2.4-nji tablisa

Gysgaldylan relsleriň goýuş tertibi

Ýoluň plandan görnüşi boýunça elementleriniň çäkleri	Relsleriň tertip bellikleri	Relsleriň uzynlyklary, m	Ýoluň elementleriniň hasaplanan gysgalmalary, mm	Sepleşmede relsiň ýetmeýän ýa-da artyk galýan ýeri	Relsleriň goýulyş tertibi
1	2	3	4	5	6
Göni	1 ₁	16,00	-	-	-
100 m uzynlykdaky birinji ÖGAE GAB GAA	1 ₂	9,01	$1,6 \frac{(9,01^2 - 0)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 1$	0+1=+1	Laýyk
	2	25,01	$1,6 \frac{(34,02^2 - 9,01^2)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 11$	+1+11=+12	Laýyk
	3	25,01	$1,6 \frac{(59,03^2 - 34,02^2)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 23$	+12+23=+35	Laýyk
	4	25,01	$1,6 \frac{(84,04^2 - 59,03^2)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 36$	+35+36-80=-9	Gysgaldylan
	5 ₁	15,96	$1,6 \frac{(100^2 - 84,04^2)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 29$	} -9+29+18=+38	Laýyk
AEB	5 ₂	9,05	$1,6 \frac{9,05}{800} = 18$		+38+50-80=+8
	6	25,01	$1,6 \frac{25,01}{800} = 50$		

2.4-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6
160,56 m uzynlykly aýlaw egrisi AEA	7	25,01	$1,6 \frac{25,01}{800} = 50$	+8+50-80= =-22	Gysgaldylan
	8	25,01	$1,6 \frac{25,01}{800} = 50$	-22+50=+28	Laýyk
	9	25,01	$1,6 \frac{25,01}{800} = 50$	+28+50-80=-2	Gysgaldylan
	10	25,01	$1,6 \frac{25,01}{800} = 50$	-2+50-80=-32	Gysgaldylan
	11	25,01	$1,6 \frac{25,01}{800} = 50$	-32+50=+18	Laýyk
	12 ₁	1,45	$1,6 \frac{1,45}{800} = 3$	} +18+3+6= =+27	Laýyk
100 m uzynlykly ikinji ÖGAE GAB GAA	12 ₂	23,56	$1,6 \frac{(23,56^2 - 0)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 6$		
	13	25,01	$1,6 \frac{(48,57^2 - 23,56^2)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 18$	+27+18-80=-35	Gysgaldylan
	14	25,01	$1,6 \frac{(73,58^2 - 48,57^2)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 30$	-35+30=-5	Laýyk
	15	25,01	$1,6 \frac{(98,59^2 - 73,58^2)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 43$	-5+43=+38	Laýyk
	16 ₁	1,41	$1,6 \frac{(100^2 - 98,59^2)}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 3$	+38+3-80=-39	Gysgaldylan
Göni	16 ₂	23,60	Göni		

Jemi $\varepsilon_j=521 \text{ mm}$. 7 sany gysgaldylan rels

3. (2.31) formula boýunça E_j -gysgalmalaryň jemini we (2.32) formula boýunça bu öwürüm ulgamyna goýulýan gysgaldylan relsleriň sanyny kesgitlemeli.

4. Gysgaldylan relsleriň goýulýş tertibini kesgitlemek üçin forma boýunça (2.4-nji tablisa) tablisa düzmeli:

a) birinji grafada ýoluň plandan görnüşi boýunça elementleriniň ÖGAE-leriniň we aýlaw egrisiniň çäklerini görkezmeli;

b) ikinji grafada relsleriň we olaryň bir elementden beýleki elemente geçýän bölekleriniň tertip belliklerini görkezmeli;

ç) üçünji grafada 0,01 m -e deň bolan sepleşme ýslary hasaba alnan laýyk relsleriň uzynlyklary we bir elementden beýleki elemente geçýän relsleriň bölekleriniň uzynlyklary berilmeli;

d) dördünji grafada ýoluň elementleriniň hasaplanan gysgalmany, başinjide-sepleşmelerde relsleriň artyk gelýän we ýetmeýän ululyklaryny ýazmaly.

Daşky rels çyzygyna baglylykdaky içki rels çyzygynyň sepleşmelerinde artyk gelmesini (ýetmeýänini) we gysgaldylan relsleriň goýulmaly ýerlerini aşakdaky formula boýunça kesgitlep bolar:

$$a_g = a_{g-1} + \varepsilon - K, \quad (2.34)$$

bu ýerde a_g -seredilýän sepleşmedäki artyk gelme; a_{g-1} -seredilýän sepleşmäniň ön ýanyndaky sepleşmede artyk gelme (özüniň “+” ýa-da “-“ belgisi bilen); ε -seredilýän elementde relsiň ýa-da onuň böleginiň hasaplanan gysgalmany; K -hasaplamak we goýmak üçin relsiň standart gysgalmany.

Eger-de (2.34) aňlatmada $a_{g-1} + \varepsilon$ -iň jemi $\frac{K}{2}$ -den geçmese, onda munuň içinde K bolmaly däl we bu ýagdaýda laýyk rels goýulýar.

Eger-de $a_{g-1} + \varepsilon$ -iň jemi $\frac{K}{2}$ -den geçse, onda formulada K agza bolmaly we bu ýagdaýda gysgaldylan rels goýulmaly. Şeýlelikde, içki rels çyzygynda laýyk we gysgaldylan relsleriň goýulýş tertibi kesgitlenýär;

e) başinji grafada (2.34) formula boýunça her sepleşmäniň artyk gelmesi ýa-da ýetmeýäni hasaplanýar; K agzanyň bolmagy gysgaldylan relsiň goýulýandygyny aňladýar, ýagny, artyk gelme ýa-da ýetmeýäni kabul edilen gysgalmanyň ýarysyndan geçmez ýaly.

Belli bolşy ýaly, bir relsiň ýa-da onuň aýlaw egrisi üçin böleginiň hasaplanan gysgalmany:

$$\varepsilon_{AE} = S_1 \frac{l_r}{R}, \quad (2.35)$$

bu ýerde $S_1=1,6 \text{ m}$; l_r -laýyk relsniň ýa-da onuň plandan görnüşini boýunça, başga elemente geçýän böleginiň uzynlygy; R -aýlaw egrisiniň radiusy.

Mysal üçin: $R=800 \text{ m}$ radiusly öwrümde 25 m -lik laýyk we $\varepsilon=80 \text{ mm}$ gysgalmaly $24,92 \text{ m}$ uzynlykly gysgaldylan relsler goýulanda:

$$\varepsilon_{AE} = S_1 \frac{l_r}{R} = 1,6 \frac{25,01}{800} = 50 \text{ mm}.$$

Bu ýerde $l_r=25,01 \text{ m}$, $0,01$ yşyň uzynlygy bilen bilelikde (2.34) formula boýunça kesgitlenen artyk gelme (ýetmeýäni) aýlaw egrisiniň başlangyjy (AEB) sepleşme bilen gabat gelende:

$$a_1=0+50-80=-30 \text{ mm (gysgaldylan rels);}$$

$$a_2=-30+50=+20 \text{ mm (laýyk rels);}$$

$$a_3=+20+50-80=-10 \text{ mm (gysgaldylan rels) we ş. m.}$$

Eger-de, AEB sepleşme bilen gabat gelmese, mysal üçin 16 m aralykda ýerleşýän bolsa, onda relsniň bölegi üçin birinji gysgalma, ýagny, $25-16=9 \text{ m}$ üçin şeýle bolýar:

$$\varepsilon_1 = S_1 \frac{l_r}{R} = 1,6 \frac{9}{800} = 18 \text{ mm}.$$

Artyk gelme (ýetmeýäni) bolsa şol tertip boýunça kesgitlenýär:

$$a_1=0+18=+18 \text{ mm (laýyk rels);}$$

$$a_2=+18+50-80=-12 \text{ mm (gysgaldylan rels);}$$

$$a_3=-12+50=+38 \text{ mm (laýyk rels) we ş.m.}$$

Belli bolşy ýaly, ÖGAE-niň çäginde onuň başlangyjyndan l_{GE} çenli bölüm üçin gysgalma:

$$\varepsilon_{GE} = S_1 \varphi = S_1 \left(\frac{l_{GE}^2}{2C} \right). \quad (2.36)$$

ÖGAE-niň çäginde bir rels üçin gysgalma:

$$\varepsilon_{GE} = S_1 \varphi = S_1 \left(\frac{l_{GE}^2}{2C} - \frac{l_{GE-1}^2}{2C} \right), \quad (2.37)$$

bu ýerde $\varphi = (l_{GE} - l_{GE-1})$ egriniň merkezi burçy; l_{GE} -ÖGAE-niň başyndan ýa-da ahyryndan, gysgaldylmasy kesgitlenýän rels bilen bilelikdäki bölümi; l_{GE-1} -ÖGAE-niň başyndan ýa-da ahyryndan, bu rels hasaba alynmandaky bölümi.

Mysal. Aşakdaky maglumatlaryň esasynda öwrüm ulgamynda (aýlaw egrisinde we oňa birigýän iki ÖGAE-de) gysgaldylan relsleriň sanyny we goýulyş tertibini kesgitlemeli: aýlaw egrisiniň radiusy $R=800\text{ m}$; her ÖGAE-niň uzynlygy $l_0=100\text{ m}$; aýlaw egrisiniň merkezi burçy $\beta = 18^\circ 40'$; bu ulgama goýulmak üçin göz önünde tutulan relsleriň uzynlygy $l_{lr} = 25\text{ m}$; birinji sepleşme GAB-ndan 16 m aralykda ýerleşýär.

Hasaplamany kesgitlenen yzygiderlikde ýerine ýetirmeli.

1. ÖGAE-nde, onuň yzyndaky eňňitlik burçuny (2.24) formula boýunça tapýarys:

$$\varphi_0 = \frac{l_0^2}{2C} = \frac{100^2}{2 \cdot 800 \cdot 100} = 0,0625\text{rad} = 3^\circ 34' 50''.$$

2. Aýlaw egrisiniň galan böleginiň uzynlygyny kesgitleýäris:

$$l_{AE} = \frac{\pi R}{180} (18^\circ 40' - 2 \cdot 3^\circ 34' 50'') = 160,56\text{ m}.$$

3. (2.33) formula boýunça öwrüm ulgamyndaky rels-şpal gözenekleriniň sanyny kesgitleýäris:

$$N = \frac{2l_0 + l_{AE}}{l_{lr}} = \frac{2 \cdot 100 + 160,56}{25,01} = 14 \text{ rels-şpal gözenegi} + 10,42\text{ m}$$

galyndy.

Birinji ÖGAE-niň başlangyjynyň birinji sepleşme bilen gabat gelmeýändigini, ýagny aralarynda 16 m aralyk, ikinji ÖGAE-niň başlangyjy- $23,60\text{ m}$ (2.4-nji tablisanyň 3-nji grafasy), ýagny öwrüm ulgamynyň gönidäki birinji sepleşmesinden gönidäki soňky sepleşmä çenli bölegini hasaba alyp, rels-şpal gözenekleriniň sanyny hasaplaýarys:

$$N = \frac{16 + 2 \cdot 100 + 160,56 + 23,6}{25,01} = 16 \text{ rels-şpal gözenegi.}$$

4. Seredilýän öwrüm ulgamynda içki rels çyzygy boýunça gysgalmalaryň jemi (2.31) formula boýunça kesgitlenýär:

$$\varepsilon_j = S_1 \left(\frac{l_0^2}{C} + \frac{l_{AE}^2}{R} \right) = 1,6 \left(\frac{100^2}{800 \cdot 100} + \frac{160,56}{800} \right) = 521 \text{ mm.}$$

5. Bir relsiň talap edilýän gysgalmasyny kesgitleýäris:

$$K_r = S_1 \frac{l_r}{R} = 1,6 \frac{25}{800} = 50 \text{ mm.}$$

Hasaplamada goýmak üçin ýakyn bolan uly gysgalmany, $K=80 \text{ mm}$, ýagny, gysgaldylan relsiň uzynlygyny $l_{\text{gys}}=24,92 \text{ m}$ kabul edýäris.

6. (2.32) formula boýunça N_g gysgaldylan relsiň umumy sanyny tapýarys:

$$N_g = \frac{\varepsilon_j}{K} = \frac{521}{80} = 6 \text{ sany} + \text{galyndy } 41 \text{ mm} > \frac{K}{2}.$$

Goýmak üçin $N_g=7$ kabul edýäris.

7. 2.4-nji tablisany düzýäris, bu ýerde:

a) birinji grafada öwrüm ulgamynyň plandan görnüşi boýunça elementleriniň çäklerini berýäris-birinji ÖGAE, 160,56 *m* aýlaw eg-risi, ikinji ÖGAE;

b) ikinji grafada relsleriň we olaryň bölekleriniň belliklerini gör-kezyäris. Mysal üçin, birinji rels üçin l_1 bellik bilen onuň göni ýol-daky 16,00 *m* bölegi, l_2 -ÖGAE-indäki 9,01 *m* (yşyň ölçegi hasaba alnan) bölegi bellenen;

ç) üçünji grafada relsleriň we olaryň plandan görnüşi-ne bagly-lykdaky (yşlary hasaba almak bilen) bölekleriniň uzynlyklary görke-zilýär;

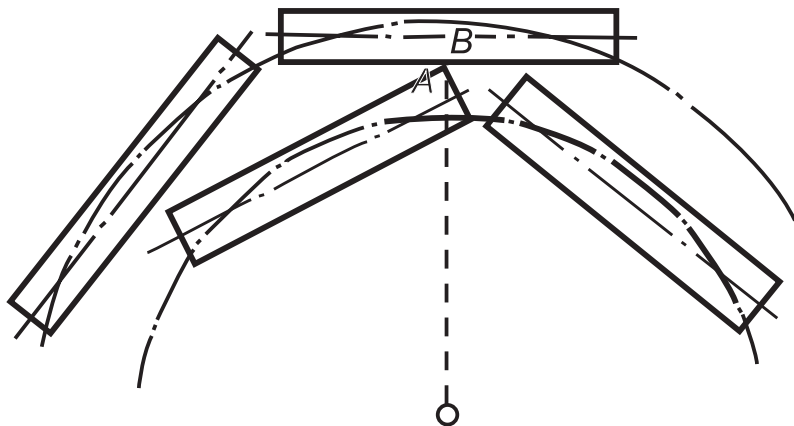
d) dördünji grafada her relsiň we plandan görnüşi boýunça bir elementde ýatan bölekleriniň we beýleki elementlere geçýän bölekleriniň gysgalmalarynyň hasaplamalary getirilýär. Şunlukda, relsleriň ýa-da onuň bölekleriniň ÖGAE-nde ýerleşýänleriniň gysgal-

malaryny (2.37), aýlaw egrisinde ýerleşýänlerini bolsa (2.35) formulalar boýunça kesgitleýäris;

e) başinji grafada (2.34) formula boýunça her sepleşmedäki artyk gelmesini ýa-da ýetmeýänini hasaplaýarys. “80” san ululugynyň bolmagy gysgaldylan rels goýulanda artyk gelmesiniň ýa-da ýetmeýäniniň kabul edilen gysgalmadan (biziň ýagdaýymyzda $80/2=40$) geçmezligini üpjün edýändigini aňladýar. Görşümüz ýaly, gysgalmalaryň fakt boýunça jemi (2.31) formula boýunça hasaplanan baha deň, altynjy grafadaky gysgaldylan relsleriň sany mysaly ýerine ýetirmek üçin berlen maglumatdaky sana gabat gelýär.

2.6. Ýollaryň ok aralyklarynyň giňelmeleri

Öwrümde ýollaryň ok aralyklarynyň giňeldilmeginiň sebäbi, hereketdäki ekipaž öwrüme girende onuň gyraky bölekleri daşa, ortaky bölegi bolsa içe çykýar. Şunuň bilen baglylykda demir ýoluň iki ýolly bölümünde dürli ýollardan geçýän ekipažlaryň A we B ýaly aýry nokatlarynyň arasyndaky bellenen minimal aralyk kiçelýär (2.10-njy çyzgy). Mundan başga-da, öwrümde daşky ýoluň daşky relsiniň ýokarlandyrylmasy içki ýoluňkydan ýokary bolanda, gabatlaşýan ekipažlaryň arasynda dik tekizlikde hem şeýle ýakynlaşma ýüze çykýar.



2.10-njy çyzgy. Iki ýolly bölümiň öwrümlü ýerinde iki goňşy ýoldaky ekipažlaryň ýagdaýy

Şonuň üçin demir ýoluň iki ýolly bölümleri taslananda tehniki şertlere laýyklykda, ýollaryň okara ululyklarynyň giňeldilmesi göz önünde tutulýar (2.5-nji tablisa).

2.5-nji tablisa

Iki we köp ýolly bölümleriň öwrümlerinde ýollaryň okara ululyklarynyň giňelmeleri

Öwrümiň radiusy, <i>m</i>	Iki we köpýolly bölümleriň kowumlaryndaky öwrümleriň çäklerinde daşky ýoluň daşky relsiniň ýokarlandyrylmasynda ýollaryň okara ululyklarynyň giňelmeleri, <i>mm</i>		Öwrümiň radiusy, <i>m</i>	Iki we köpýolly bölümleriň kowumlaryndaky öwrümleriň çäklerinde daşky ýoluň daşky relsiniň ýokarlandyrylmasynda ýollaryň okara ululyklarynyň giňelmeleri, <i>mm</i>	
	Daşky ýoluň daşky relsiniň ýokarlandyrylmasy içki ýoluňkydan uly bolanda	Daşky ýoluň daşky relsiniň ýokarlandyrylmasy içki ýoluňky bilen deň ýa-da kiçi bolanda		Daşky ýoluň daşky relsiniň ýokarlandyrylmasy içki ýoluňkydan uly bolanda	Daşky ýoluň daşky relsiniň ýokarlandyrylmasy içki ýoluňky bilen deň ýa-da kiçi bolanda
4000	70	20	700	295	105
3000	96	25	600	310	120
2000	145	35	500	335	145
1800	155	40	400	370	180
1500	185	50	350	395	205
1200	235	60	300	430	240
1000	265	75	250	480	290
800	280	90	200	550	360

Üçünji bölüm

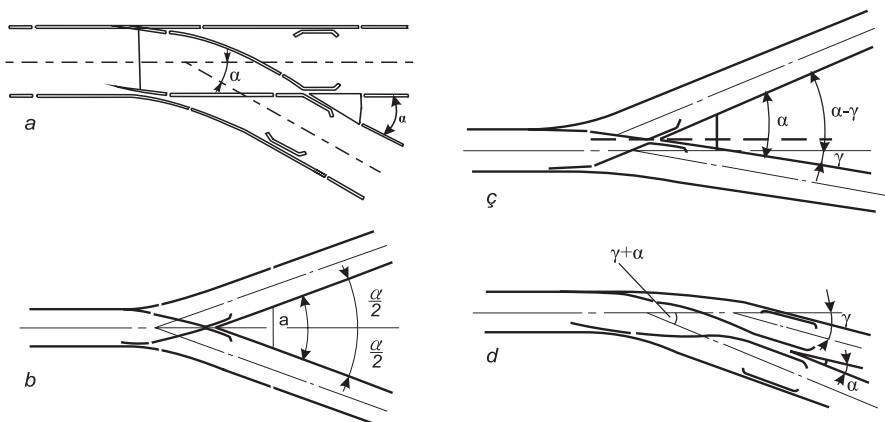
RELS ÝOLLARYNYŇ BIRLEŞMELERİ WE KESIŞMELERİ

Ýoluň birleşmeleri we kesişmeleri ýoluň ýokarky gurluşynyň (ÝÝG) aýratyn elementleri hökmünde otlulary ýa-da ýekelikdäki ekipažlary bir rels ýolundan beýlekä geçirmekligi, demir ýol ekipažlaryny 180° yzyna öwürmekligi we ýollaryň bir derejede kesişmelerini üpjün edýär.

Ulanylyş maksatlaryna baglylykda, rels ýollarynyň birleşmeleri we kesişmeleri şu aşakdaky üç görnüşde göz önüne getirilip bilner: ýekebara sowgutly geçirijiler; bitewi kesişmeler, sowgutly geçirijiler bilen bitewi kesişmeleriň bilelikdäki ulanylyşy.

3. Ýekebara sowgutly geçirijiler

Ýekebara sowgutly geçirijiler plandan görnüşinde geometriki formasy boýunça adaty sowgutly geçiriji (3.1-nji a çyzgy), simmetriki (3.1-nji b çyzgy), ikitaraplaýyn simmetriki däl (3.1-nji ç çyzgy) we birtaraplaýyn simmetriki däl (3.1-nji d çyzgy) görnüşlere bölünýär. Adaty ýekebara sowgutly geçirijiler ýekebara sowgutly geçirijileriň, şeýle-de beýleki köp görnüşli birleşmeleriň we rels ýol kesişmeleriniň içinde esasy görnüşi hasaplanýar. Olar dünýäniň ähli demir ýollarynda giňden ulanylýar.

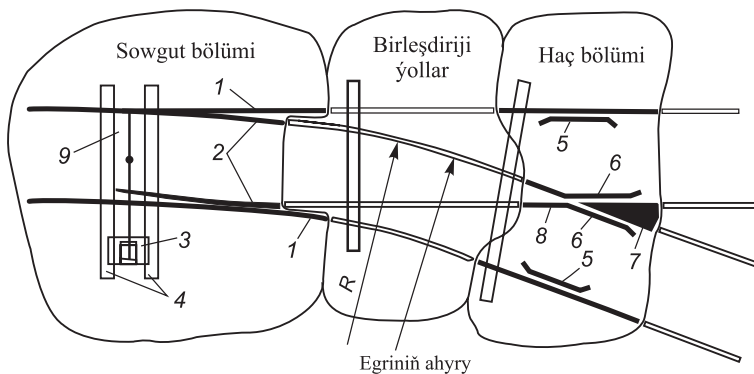


3.1-nji çyzygy. Ýekebara sowgutly geçirijileriň shemalary

3.1. Adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň esasy elementleri

Häzirki döwrüň adaty ýekebara sowgutly geçirijisiniň esasy elementleri sowgut bölüminden, haç bölüminden, birleşdiriji ýollardan, geçiriji pürslerinden ýa-da beýleki relsasty esasan ybaratdyr (3.2-nji çyzygy).

Döwrebap sowgutly geçirijiniň sowgut bölümi iki sany çarçuwa relsinden, iki sany ýitiden, iki toplum düýp gurluşdan, geçiriji mehanizmden, flýugar pürslerinden söýeg we direg enjamlaryndan, berkidiji we beýleki şaýlardan durýar.



3.2-nji çyzygy. Adaty ýekebara sowgutly geçiriji: 1-çarçuwa relsleri;

2-ýitiler; 3-geçiriji mehanizm; 4-flýugar pürsler;

5-kontrelsler; 6-usowikler; 7-serdeçnik; 8-haç; 9-çeki

Sowgutly geçirijiniň *haç bölümi* toplumy serdeçnikden we iki sany usowigi bilen hajyň özünden, hajyň iki sany sepleşme gurluşlaryndan, hajyň garşysynda ýatan iki sany kontrrelslerden, di-reg enjamlaryndan, berkidiji we beýleki şaýlardan durýar.

Birleşdiriji ýollar diýip sowgut bilen haç bölümlerini birleşdirýän bir sany göni we bir sany egri ýollara aýdylýar.

Sowgutly geçirijiniň metal bölekleri goýulyp gurnalýan *relsasty esas* dürli görnüşli materiallardan bolan geçiriji pürslerinden, demir-beton plitalaryndan ýa-da monolitden bolýar.

3.2. Sowgutly geçirijileriň gurluş taýdan aýratynlyklary we olary gurat saklamadaky talaplar

Sowgutly geçirijiniň kowumdaky adaty ýoldan tapawutlanýan aýratynlyklary: hajyň çäginde (merkezinde) içki rels çyzyklarynyň kesişýän ýerinde relsara ululugynyň üznükliligi; ýitileriň diňe olaryň düýp gurluşynda direglerine berkidilmegi; sowgudyň çäginde tigiriň çarçuwa relsinden ýitä ýa-da ýitiden çarçuwa relsine we hajyň çäginde, tigiriň usowikden serdeçnige ýa-da serdeçnikden usowige tigirle-nip geçýän ýerlerinde dik tekizlik boýunça bitekizlikleriň bolmagy; sowgutda-ýitä, haç bölümünde-usowiklere we kontrrelslere tigiriň kese tekizlikdäki urgy burçlarynyň bolmagy; sowgudyň we hajyň, şeýle-de birleşdiriji ýollaryň we relsasty esasyň maýyşgaklygynyň deň derejede däldigi; birleşdiriji ýollarynyň egrilerinde radiusynyň (200-300 *m*) kiçiligi.

Görkezilen aýratynlyklar öçürilmedik dik we gapdal tizlenmeleriň döremegi esasynda hereket edýän düzüm (HED) bilen sowgutly geçirijileriň elementleriniň arasynda goşmaça dinamiki täsirleriň ýüze çykmagyna getirýär. Bu ýagdaýlar sowgutly geçirijileriň taslanylmasynda, gurulmasynda we gurat saklanylmasynda ýörite talaplaryň berjaý edilmeginiň zerurlygyny görkezýär.

Esasy talaplar aşakdakylardan ybarat:

sowgutly geçiriji berk hem durnukly bolmaly we üstünden geçýän otlularyň bellenen ýokary tizlikdäki howpsuz we akymlaýyn hereketini üpjün etmeli;

sowgutly geçiriji ýönekeý, taýýarlanylmasynda we ulanylmasynda arzan hem onuň gulluk (işleýiş) möhleti ýokary bolmaly.

Bu talaplaryň ýerine ýetirilmeginiň esasy şertleri:

a) HED-iň aşagynda işleýän sowgutly geçirijiniň we onuň hemme elementleriniň birsyhlylygyny üpjün etmek üçin, onuň bu elementleri uly ölçegde we agyr bolmaly.

Sowgutly geçirijileriň çig malyny tygşytlamak, zawodda taýýarlananda, ulaglananda, ýüklenende, düşürilende we elementleri çalşylanda oňaýly bolmagyny gazanmak maksady bilen, olar mümkin boldugyça kiçi ölçegde we ýeňil bolmaly;

b) sowgutly geçirijiniň metal böleklerine dinamiki urgularyň täsirini azaltmak üçin, onuň materialy ýeterlik derejede süýgeşik bolmaly.

Sowgutly geçirijiniň elementlerine tigirlerden düşýän basyşy sazlap, ýerli ýemşermeleri azaltmagy göz önünde tutup, onuň elementleriniň materialy ýeterlik derejede gaty bolmaly;

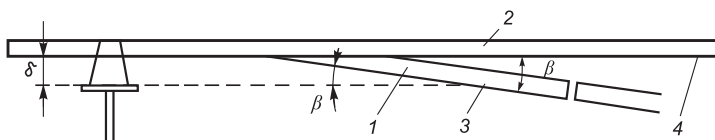
ç) Sowgutly geçirijileriň hojalygynyň alnyp barylmagyny gowulandyrmak maksady bilen, demir ýol ulgamynda mümkin boldugyça sowgutly geçirijileriň tiplerini we görnüşlerini azaltmaly.

Döwlet bähbidinden ugur alyp, sowgutly geçirijileriň ulanylyş maksatlaryny ýöriteleşdirmek şerti boýunça, şol bir sowgutly geçirijini dürli ulanylyş şertlerinde ulanmaly.

Şeýlelikde, sowgutly geçirijileri ulanmakda talaplar we şertler wajyp we şonuň bilen bilelikde, bir-birine garşylyklaýyn häsiýetdedir. Sowgutly geçirijiniň belli bir ulanylyş şertinde görkezilen talaplaryň ýokary derejede kanagatlandyrylandakysyny onuň optimal häsiýeti diýip hasap etmeli.

3.3. Adaty sowgutly geçirijiniň esasy elementleriniň umumy häsiýetleri

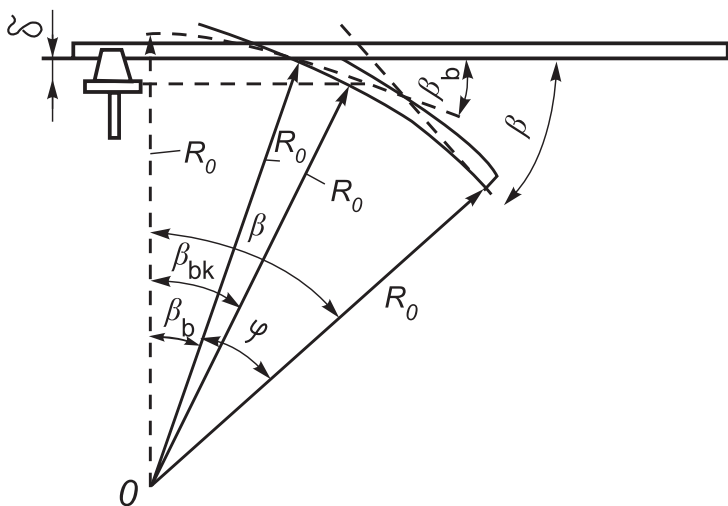
Sowgutlar. Ugrukdyryjylarynyň plandan görnüşi boýunça sowgutlar göniçyzyklaýyn ýitili, egriçyzyklaýyn ýitili kesişme görnüşli we egriçyzyklaýyn ýitili galtaşma görnüşli bolýarlar. Göniçyzyklaýyn ýitili sowgutlarda ýitiniň işçi gyraňy bilen çarçuwa relsiniň arasynda döreýän β burça (3.3-nji çyzgy) sowgut burçy diýilýär.



3.3-nji çyzgy. Göni ýitili ýarym sowgudyň shemasy: 1- ýiti; 2-çarçuwa relsi;
3,4-degişlilikde ýitiniň we çarçuwa relsiniň işçi gyraňlary

Şeýle sowgutlaryň gowy tarapy, olary çep taraplaýyn şeýle-de sag taraplaýyn sowgutly geçirijilerde ulanmak mümkinçiligidir. Ýöne bu sowgutlaryň beýlekilere görä ýitä bolan urgy burçy uly, bu bolsa gapdal ugra girme şertini kynlaşdyrýar. Sowgudyň bu görnüşi biziň ýurdumyzyň esasy ýollarynda ulanylmaýar.

Egriçyzyklaýyn ýitili kesişme görnüşli sowgutda, R_0 radiusly egriçyzyklaýyn ýitiniň işçi gyraňy çarçuwa relsiniň işçi gyraňy bilen nazary taýdan kesişende, plandan görnüşinde ýiti çarçuwa relsine β_b başlangyç burçy bilen birigýär (3.4-nji çyzgy). Şunlukda sowgut burçy β çarçuwa relsiniň işçi gyraňy bilen ýitiniň düýp gurluşynda onuň galtaşmasynyň arasynda ýüze çykan burçdyr.



3.4-nji çyzgy. Egriçyzyklaýyn ýitili kesişme görnüşli ýarym sowgudyň shemasy

Bu sowgutlaryň gowy taraplary, şeýle sowgudy bolan sowgutly geçirijileriň uzynlygynyň göni ýitili sowgutly geçirijileriňkiden gysgalygy we HED-iň gapdal ugra has akymly girmegidir. Biziň ýollarymyzda şeýle görnüşli sowgutlar kabul edilendir. Bularyň kemçiligi, şol bir ýitini sag taraplaýyn, şeýle-de çep taraplaýyn sowgutly geçirijilerde ulanyp bolmaýar.

Egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitiler iki radiusly hem bolýar: başynda R_0 radiusly, soňra R_0 -a görä kiçi R radiusly. Ýiti iki radiusly bolanda ekipažyň gapdal ugra girende akymlylygy gowulanýar we ýitiniň ýonulan böleginde urga bolan burçy kiçelýär. Bular ýaly sowgutlar bir radiusly ýitili sowgutlardan amatly hasaplanýar.

Egriçyzyklaýyn ýitili galtaşma görnüşli sowgutlarda ýitiniň nazary başlangyjy hökmünde egriçyzyklaýyn ýitiniň çarçuwa relsiniň işçi gyraňy bilen galtaşýan nokady göz önünde tutulýar. Şeýle seredende şular ýaly ýitilerde β_b başlangyç burç nula deň bolmaly, ýöne amalyýetde muny amal edip bolmaýar, şonuň üçin hem bu ýerde $\beta_b \neq 0$. Bular ýaly sowgutlar biziň ýollarymyzda ulanylmaýar. Olar Germaniýanyň, Fransiýanyň we beýleki käbir ýurtlaryň ýollarynda ulanylýar.

Çarçuwa relsleri rels böleklerini ýa-da standart uzynlykdaky bitin relsi göz önüne getirýär.

Çarçuwa relsleriniň adaty ýol relslerinden tapawutly taraplary:

a) relsiň uçlarynyň boýun bölegindäki deşiklerinden başga-da, söýeg boltlaryny berkitmek ýa-da söýeg goýumlary goýup, çarçuwa relsleriniň özünü paşmaklara berkitmek, şeýle-de, düýp gurluşy gurnamak we geçiriji mehanizmiň bölekleri üçin goşmaça deşikleriniň bolmagy;

b) plandan görnüşi boýunça biriniň göni, beýlekisiniň egri bolmagy;

ç) ýitiniň başlangyjyny tigiriň erňeginiň urgusyndan sowmak üçin relsiň kelle böleginiň içki gyraňynyň aşagynda ýörite ýonugyň bolmagy.

Ýitiler HED-iň tigirleriniň onuň üstüne tigirlenip geçmegi we çarçuwa relsine bir tekiz gysylp, ýapyşyp durmagyny üpjün edýän ýonulan rels böleginden durýar.

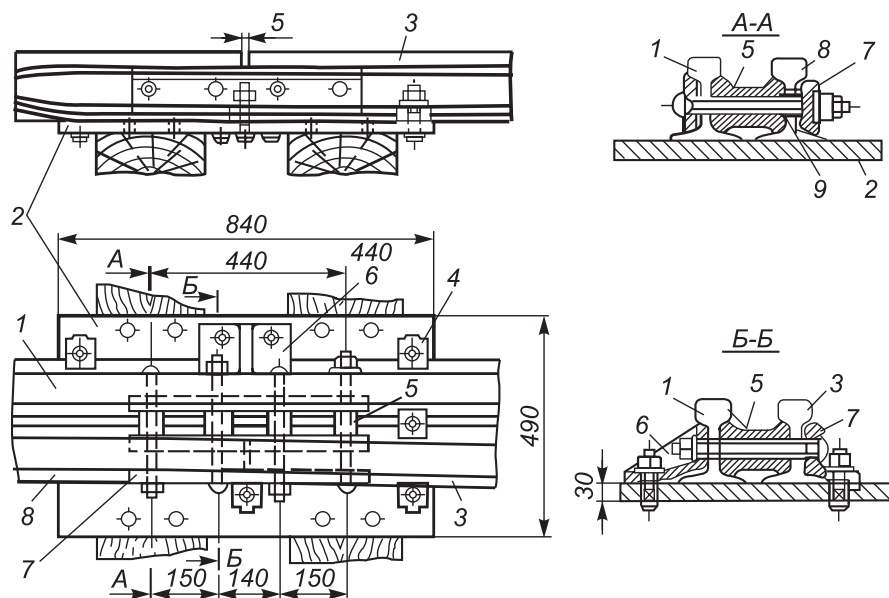
Ýitiniň çarçuwa relsine dykyzja ýapyşyp durmagy üçin, ol koordinatalar boýunça ýonulýar. Ýitiniň kese tekizlikde ýonulyp alnan

tilere bolan talaplary kanagatlandyrmakda iň amatlysy hasaplanýar. Munuň kemçiligi diňe onuň düýp gurluş tarapdaky ujunyň laýyk relsiň profilinde preslenilmegidir. Sebäbi, düýp gurluşda içinden goýulýan görnüşli gurluş ulanylýar.

Düýp gurluş ýitini onuň düýp tarapky ujundan berkitmek we oňa kese tekizlikde süýşmekligini üpjün etmek üçin niýetlenendir. Ol şkworen görnüşli, içinden goýulýan goýum görnüşli we maýyşgak ýitili adaty seplesme görnüşli bolýar.

Şkworen görnüşli düýp gurluşyň birnäçe kemçilikli taraplary bar. Şonuň üçin biziň ýollarymyzda köp ýyllardan bäri ulanylmaýar.

Içinden goýulýan goýum görnüşli düýp gurluş biziň ýollarymyzda tas ähli görnüşli sowgutly geçirijilerde ulanylýar we esasy görnüşleriň biri hasaplanýar (3.6 çyzgy). Onuň gurluşy: düýp gurluşdaky seplesme asma görnüşde kabul edilen köprüjigiň 2 üstünde berkidilen.



3.6-njy çyzgy. Içinden goýulan goýum görnüşli düýp gurluş: 1-çarçuwa relsi; 2-köprüjik; 3-geçiriji egriniň relsi; 4-saklaýjy penje; 5-içki goýum; 6-söýeg; 7-dörtdeşikli goýum; 8-ýiti; 9-rasporly wtulka

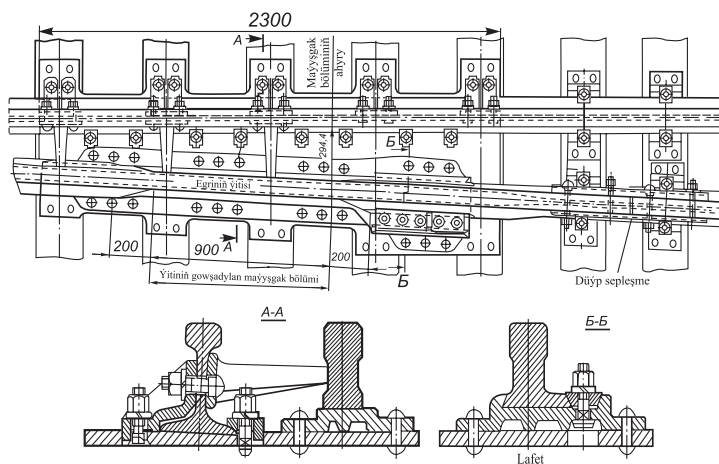
Ýitiniň düýbünde berkidilen söýeg 6 bilen çarçuwa relsiniň 1 we ýiti 8 bilen oňa birigýän geçiriji egriniň relsiniň 3 arasynda çoyundan ýa-da polatdan içki goýumy 5 goýulan. Ýoluň oky tarapyndan ýiti bilen oňa gelýän rels dörtdeşikli goýum 7 bilen birikdirilen.

Bu goýum ortasyndan ýoluň oky tarapa biraz egredilen. Şonuň üçin ýiti bilen goýumyň arasynda ýitini bir ýagdaýdan beýleki bir ýagdaýa geçirmäge mümkinçilik berýän yş bolýar. Öňünden egredilen goýum bolt bilen çekdirilende gönelmez ýaly, goýum bilen içki goýumyň arasynda (ýitiniň boyun bölümünde) ýitiniň başlangyjyndan birinji bolta, ýagny rasporly wtulka 9 geýdirilýär.

Şeýle görnüşli düýp gurluşyň gowy taraplary: berk, gurluşy ýönekeý we bölek şaýlarynyň sany köp däl.

Kemçilikli taraplary: ýitiniň düýp bölegi preslenende onuň bu böleginiň metalynyň strukturasy üýtgeýär, şonuň üçin ýitiniň uza-boýuna iýilmesi deň bolmaýar; häzirki döwrüň otlularynyň hereket tizliginde we ýük depginliginde ýiti bilen içki goýumyň arasy we ýitiniň düýp tarapynda ýiti bilen goýumyň arasy tozan we gum bilen şeýle derejede dykylýar, netijede, ýitiniň bir ýagdaýdan beýleki bir ýagdaýa geçirilmegi kynlaşýar. Bu dykyzlanan hapany aýyrmak üçin düýp gurluşy sökmeli bolýar.

Maýýsgak ýitili adaty seplesme (3.7-nji çyzgy) görnüşli düýp gurluşy biziň ýollarymyzda hajy 1/18 kysymly P50 görnüşli we hajy 1/11 kysymly P65 görnüşli sowgutly geçirijiler üçin kabul edilen.



3.7-nji çyzgy. Maýýsgak ýitili düýp gurluş

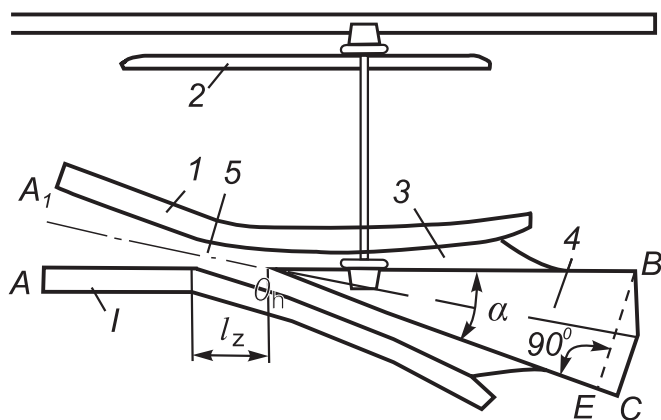
Onuň gurluşy: ýitiniň düýp sepleşmesi adaty standart sepleşmelerden hiç hili tapawutlanmaýar. Ýitiniň düýp tarapyndan bir-üç şpal aralykdan ýitiniň dabanyňnyň ýüzüni 800-900 mm aralykda onuň içine doly otwod berip, her tarapa 200-250 mm ýonýarlar. Beýle edilmegi onuň kese tekizlikde gowuşgynsyzlygyny (gatylygyny) azaldyp, ony bir ýagdaýdan beýleki bir ýagdaýa geçirende şol ýerinden egilmekligine mümkinçilik döredýär. Şonuň üçin olara maýyşgak diýilýär. Gowşadylan bölegi lafediň üstünde gurnalýar. Soňky döwürde egilýän ýerinde dabany ýonulmadyk ýitiler hem ulanylyp başlandy, ýöne ol heniz doly oňlanylanok.

Maýyşgak ýitili düýp gurluşyň gurluşyny iň amatlysy diýip hasaplamak bolar. Ol gurluş taýdan ýönekeý, ulanyşykda oňaýly, berk, durnukly we içinden goýulýan goýumly görnüşli gurluşyň kemçiliklerini (düýp gurluşa hapalanmalaryň düşmegini) dolulygyna aradan aýyrýar.

Maýyşgak ýitili sowgutlar Günbatar Ýewropanyň ýurtlarynda ulanylýar.

Sowgudyň beýleki bölekleri sowgut ýassyklaryndan we paşmaklaryndan, lafetlerden, zolaklaýyn baglaýjylardan, direg boltlaryndan, gaýkaly boltlardan we ş. m. durýar.

Haçlar. Olar gowuşgynsyz (gaty) süýşýän elementleri bolmadyk we süýşýän elementli görnüşlerde bolýar.



3.8-nji çyzgy. Hajyň shemasy

Häzirki döwürde hajyň giň ýaýran görnüşi gowuşgynsyz haç hasaplanýar. Şeýle hajyň esasy elementleri- O_hC we O_hB işçi gyraňlary we iki usowikleri 1 bolan serdeçnik 4 (3.8-nji çyzgy). Iki usowigiň arasynda olaryň birinji egilýän ýerindäki iň darajyk ýerine *hajyň bogazy* 5 diýilýär. Usowikleriň gapdal gyraňlary bilen serdeçnigiň arasy tigr erňeklerini geçirmek üçin niýetlenen *želob* 3 hasaplanýar. Usowikleriň we hajyň işçi gyraňlarynyň kesişmesi bolan O_h nokadyna *hajyň matematiki merkezi* diýilýär.

Usowikleriň egimlerinden serdeçnigiň ýiti ujuna çenli aralyga *zyýanly boşluk* diýilýär, sebäbi onuň üstünden geçýän tigr hiç zat bilen ugrukdyrylmaýar. Tigr $l_{zyý}$ aralygynda ugruny üýtgetmän hajyň degişli želobyndan geçmegi üçin, zyýanly boşlugyň garşysynda kontrölsler 2 goýulýar.

Hajyň işçi gyraňlary kesişýän α burça *hajyň burçy* diýilýär. Ol gradus birliginde ýa-da $1/N$ drob gatnaşygynda (bu ýerde N -köplenc ýagdaýlarda bitin san) aňladylýar we *hajyň kysymy* diýip atlandyrylýar.

Hajyň kysymynyň onuň burçy bilen baglanyşygy: B depeden hajyň O_hC işçi gyraňyna düşürilen BE göni perpendikulýary we O_hE gyraňy ölçäp,

$$\frac{BE}{O_hE} = \frac{1}{N}$$

gatnaşygy aňladýarlar we ony $\text{tg}\alpha$, ýagny $\frac{1}{N} = \text{tg}\alpha$ diýip kabul edýärler.

Biziň ýollarymyzda adaty sowgutly geçirijileriň kysymlarynyň esasan $1/9$; $1/11$; $1/18$ we simmetrikileýiň $1/6$ görnüşlerini ulanýarlar.

Işçi gyraňlarynyň plandan görnüşi boýunça haçlar göni çyzyklaýyn we egri çyzyklaýyn görnüşlere bölünýär.

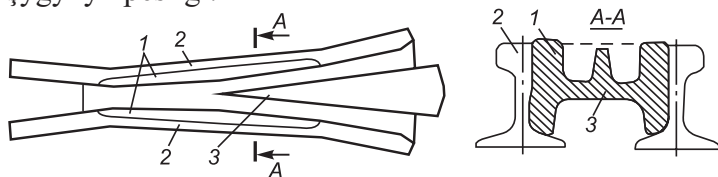
Iki ugur boýunça-da işçi gyraňlary göni bolan *göni çyzyklaýyn haçlar* umumy ulanyşykda giň gerim aldy. Olaryň esasy gowy taraplary: şol bir hajy hem sag taraplaýyn hem çep taraplaýyn, adaty hem simmetriki sowgutly geçirijilerde ulanmak bolýanlygy.

Egri çyzyklaýyn haçlarda usowikleriniň we serdeçniginiň gapdal ugur boýunça işçi gyraňlary egri boýunça ýerine ýetirilen. Olaryň kemçilikli taraplary: taýýarlanysynyň çylşyrymlylygy, şol bir hajy

sag taraplaýyn hem çep taraplaýyn we adaty hem simmetriki sowgutly geçirijilerde ulanmak bolmaýanlygy.

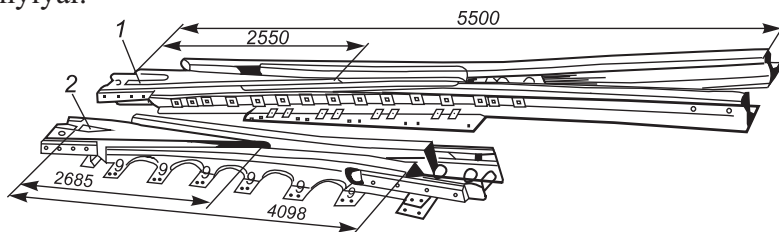
Gurluş taýdan gowuşgynsyz haçlar relsden ýygnanan, guýma serdeçnikli ýygnanan, tutuşlaýyn guýma görnüşlerde bolýar.

Relsden ýygnanan görnüşli haçlar dolulygyna relslerden ýygnaýlar we häzirki döwürde biziň ýollarymyzda ulanylmaýar. Olar (ýörite profilli relslerden ýygnanan haçlar) Germaniýanyň ýollarynda giňden ýaýrandyr. Olaryň kemçilikli taraplary: bölekleriniň köp sanlylygy; beýleki gurluşly haçlara garanda elementleriniň özara baglanşygynyň pesligi.



3.9-njy çyzgy. Guýma serdeçnikli ýygnanan haç: 1-usowikleriň iýilýän bölekleri; 2-usowikler; 3-serdeçnik

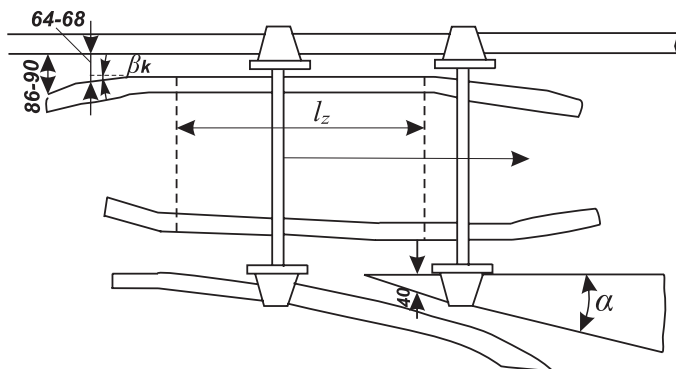
Guýma serdeçnikli haçlaryň içinde usowikleriň iýilýän bölekleri umumy guýlan, guýma serdeçnikli ýygnanan haç biziň ýollarymyzda giňden ýaýran (3.9-njy çyzgy). Bularda serdeçnik 3 we usowikleriň iýilýän bölekleri 1 ýokary derejede marganeslenen poladyň guýumyndan bolan bitewi bir gurluşdan durýar. Serdeçnik relslerden taýýarlanan usowikler 2 bilen birikdirilýär. Usowikleriň guýma bölümleriniň tigr geçýän üsti usowikleriň relsleriniň tigr geçýän üstünden 5 mm ýokary bolýar. Relsden ýygnanan haçlar bilen deňeşdirilende bu haçlaryň işleýiş möhletleri köp we bölekleriniň sany az. Tutuşlaýyn guýma haja görä berkligi pes. Bular ýaly haçlar ABŞ-da giňden ulanylýar.



3.10-njy çyzgy. Usowikleriň iýilýän bölekleri umumy guýlan guýma serdeçnikli ýygnanan haç (1) we metal göwrümi ýeňledilen tutuşlaýyn guýma haç (2)

Tutuşlaýyn guýma haç biziň ýollarymyzda 1/11 kysymly haçly P65 tipli sowgutly geçirijilerde göni ugur boýunça 160 *km/sag*-a çenli tizlikli ýollarda ulanylýar. Tutuşlaýyn guýma haçlar biziň senagat ýollarymyzda, şeýle-de Russiýada, Fransiýada we ABŞ-da giňden ýaýrandyr. Ýyganan haçlara görä berkligi we durnuklylygy ýokary, metal bölekleriniň sany az we işleýiş möhleti uzak.

3.10-njy çyzgyda guýma serdeçnikli ýyganan hajyň 1 ýanynda 1/1 kysymly haçly, P65 tipli, 4098 *mm* uzynlykly tutuşlaýyn guýma haç 2 görkezilen. Ol adaty ulanylyş şertler (140 *km/sag*-a çenli hereket tizlik) üçin niýetlenen we onuň ýeňledilen guşakly, arka görnüşli, zolaklyja özboluşly gurluşy bar. Şeýle haçlaryň gowy taraplary: bir haç üçin 6,6 *m* rels tygşytlanylýar; taýýarlanylanda takmynan 34 % arzan düşýär we zähmet çykdaýjysy takmynan 30 % az, işleýiş möhleti uzak. Tutuşlaýyn guýma haç gowuşgynsyz haçlaryň arasynda iň gowusy hasaplanylýar.

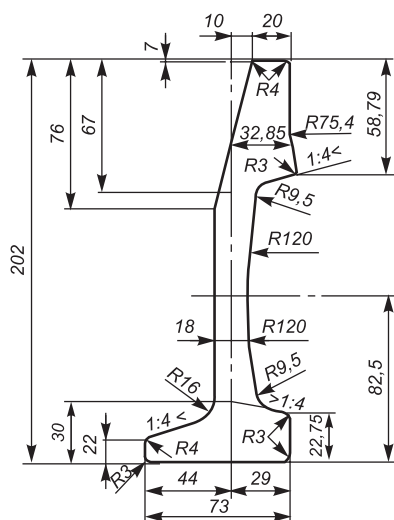


3.11-nji çyzgy. Kontrrreli hajyň shemasy

Kontrrrelsler hereketde barýan HED-iň tigrirlerini hajyň degişli bolan želoby boýunça ugrukdyrmak üçin niýetlenendir (3.11-nji çyzgy). Kontrrrels özüniň ortaky bölümi bilen hajyň bogazyndan serdeçnigiň 40 *mm*-lik kesimine çenli l_z aralygy ýapmaly. Kontrrrelsiň ortaky bölüminden iki tarapa birtekiz otwod edilýär, ýagny β_k burç boýunça takmynan ýitiniň urgy burçuna deň edip egmeli. Kontrrrelsiň girelgesinde we çykalgasynda 88-90 *mm* ini bolan želob edýärler.

Kontrrrelsler ýol relslerine içki goýumlaryň üsti bilen boltlap

birikdirilýär. Kontrelsler adaty ýol relslerinden ýa-da ýörite profilli relslerden taýýarlanylýar. Mysal üçin 3.12-nji çyzgyda P65 tipli ýörite profilli kontrels görkezilen.



3.12-nji çyzgy. KP65 görnüşli ýörite kontrelsiň profili

Süýşme serdeçnikli haçlar. Bular ýaly haçlar iki görnüşde taýýarlanylýar: ýörite ýiti relslerinden maýyşgak uçly süýşme serdeçnikli göni ugur boýunça 200 km/sag we ondan-da ýokary otly hereketiniň tizlikleri üçin we ýörite ýiti relslerinden bolan öwrülýän, süýşme ýyg-nanan serdeçnikli.

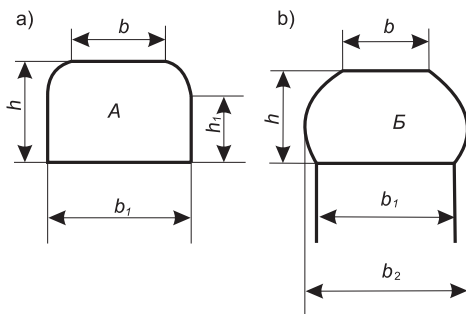
Seredilen süýşýän elementli haçlaryň gowy taraplary: maýyşgak uçly haçlar relsara ulugynyň üznüksiz bolmagyna mümkinçilik berýär, şunlukda göni ugur boýunça kowum tizligini üpjün edýär; işleýiş möhleti gowuşgynsyz hajyňka seredende 4-5 esse köp, şeýle-de, kontrels ulanmaklyk aradan aýrylýar.

Öwrülýän serdeçnikli haçlar hem relsara ululygynyň üznüksizligini, otlularyň hereketiniň ýokary tizligini üpjün edýär we gowuşgynsyz haçlaryňka görä işleýiş möhleti hem uzak. Ýöne kontrelsler gowuşgynsyz haçlardaky ýaly bolmaly.

Bu haçlaryň kemçilikleri: goşmaça geçiriji mehanizmiň gerekligi, želoblaryny hapadan we gardan arassalamaklygyň zerurlygy we serdeçniginiň gowuşgynsyz haçlaryňkydan uzynlygy.

Relsasty (geçirijiasty) esas. Onuň ulanylyş maksatlary: sow-

gutly geçirijiniň gurluşyny ýeke-täk bitewä birleşdirýär, sowgutly geçirijiniň bölekleriniň üsti bilen HED-iň tigrirlerinden basyşy kabul edýär we bu basyşy deňagramlylykda paýlap, düşek gatlagyna geçirýär.



3.13-nji çyzgy. Agaçdan bolan geçiriji pürsleriniň kese kesimi:

a - A topar; *b* - B topar

Sowgutly geçirijiniň relsasty esasy geçiriji pürslerden ýa-da demir-beton plitasyndan bolup biler. Taýýarlanylýan materialy boýunça geçiriji pürsler agaç, metal we demir-beton görnüşlerde bolýar.

Agaç pürsleri pürslere bolan talaplaryň gowy ödeýäni hasaplanýar. Olarda häsiýet taýdan şu aşakdakylar ýaly baha berilýän hiller bar: maýyşgaklygynyň ululygy, has berkligi, görnüşiniň ýönekeýligi, ulanylanda, ýüklände, düşürende, ulaglanda, çalşanda we ş. m. oňalylygy. Şu sebäplere görä olar dünýäniň ähli demir ýollarynda giňden ýaýrandyr.

Biziň ýollarymyzda geçiriji pürsleriň iki toparynyň üç görnüşü bellenen: A-taraplary kesilen, B-taraplary kesilmedik, olaryň kese kesiminiň ölçegleri 3.13-nji çyzga laýyklykda 3.1-nji tablisada görkezilýär. Esasy ýollar üçin iki görnüş, ýagny, I we II maslahat berilýär. Pürsleriň üçünji görnüşü (III) senagat we beýleki ýollar üçin göz önünde tutulan.

Pürsleriň metr ölçegindäki kabul edilen uzynlyklary: 3,00; 3,25; 3,50; 3,75; 4,00; 4,25; 4,50; 4,75; 5,00; 5,25; 5,50.

Pürsler sosna, ýel, pihta, listwennisa, kedr we berýoza ýaly agaçlardan taýýarlanylmalý.

Pürsleriň kese kesiminiň ölçegleri

Pürsleriň görnüşleri	Pürsleriň galyňlyklary h , mm	Üstüniň ini b , mm			Aşagyň ini b_1 , mm	Pürsüň sındirilmedik taraplary boýunça ini b_2 , mm	Gapdal tarapdan kesilen ýeriniň beýikligi h_1 , mm
		Günel-dilen	Gň	laýyk			

Taraplary kesilen pürsler (A)

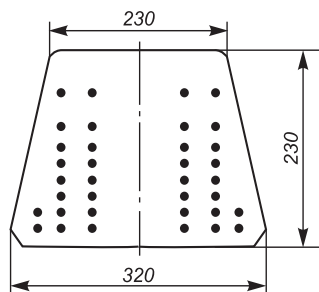
1	2	3	4	5	6	7	8
I	180	220	200	-	260	-	150
II	160	220	-	175	250	-	130
III	160	-	200	175	230	-	130

Taraplary kesilmedik pürsler (B)

I	180	220	200	-	260	300	-
II	160	220	-	175	250	280	-
III	160	-	200	175	230	260	-

Häzirki döwürdäki şertlerde ağaç pürsleriniň kemçilikli taraplary: olary taýýarlamak üçin agajyň köp mukdarda sarp edilmegi; metal ýa-da demirbeton pürslere görä işleýiş möhletiniň azlygy.

Metal pürsleriniň ulanylyşy has çäklidir. Olar esasan hem ağaç pürslerini ulanyp bolmaýan klimatly, Hindistan ýaly ýurtlarda ulanylýar. Bu ýurduň käbir sebitlerinde ağaç pürslerini termitler sanalgýja aýyň içinde iýýärler. Häzirki döwürde metal pürslerine Germaniýanyň hem käbir ýollarynda gabat gelmek bolýar.



3.14-nji çyzgy. Demir-beton geçiriji pürsüniň kese kesimi

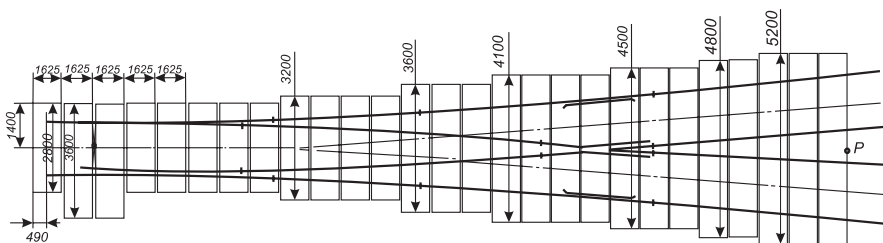
Demir-beton pürsi gün-günden giň gerim alýar. 3.14-nji çyzgyda 5 mm diametrli 36 towly sim bilen armirlenen 1/11 kysymly, P65 tipli sowgutly geçirijiler üçin, önünden dartgynlandyrylan demir-beton pürsüniň kese kesimi görkezilýär. Pürsleriň uzynlyklary 2.75-den 5.25 m-e çenli artýar, toplumda dürli ölçegdäki 81 sany pürs bar.

Şunlukda, pürsleriň aşagyndaky KB birleşdiriji goýumlaryň aşagynda 6 mm galyňlykdaky rezin aragoýumlary goýulýar.

Demir-beton pürsleriň gowy taraplary: pürs üçin sarp edilýän agaçlaryň tygşytlanylmagy, agaç pürslere görä has berkligi, durnuklylygy we süýşmeklige bolan garşylygynyň ýokarylygy, agaç pürsler bilen deňeşdirilende işleýiş möhletiniň uzaklygy, düşek gatlagyny dykyzlamaklygyň we ýekeleýin çalşylmagynyň plita çalşylmagyndan aňsatlygy.

Demir-beton pürsleriniň kemçilikli taraplary: geçirijiniň gurluşynyň gaty bolmagy, her pürsüň uly massalylygy üçin goýlanda ýa-da çalşylanda ýörite mehanizmiň zerurlygy we elektrik geçirijiliginiň ýokarylygy.

Demir-beton plitalary hem relsasty esas hökmünde ulanylýar (3.15-nji çyzgy). Demir-beton plitalaryny ulanmaklygyň tejribesi, tejribe-barlag işleri we olaryň häsiýetlendirilmeleri baradaky maglumatlary açyp görkezýän işler GDA döwletleriniň demir ýollarynda has köp toplanandyr.



3.15-nji çyzgy. 1/11 kysymly haçly, P65 tipli sowgutly geçirijileriň aşagynda demir-beton plitalarynyň goýulş şemasy

Bu döwletleriň demir ýollarynda şeýle görnüşli relsasty esas ilkinji gezek 1961-nji ýylda 1/11 kysymly haçly, P50 tipli sowgutly geçirijilerde goýuldy.

1/11 kysymly haçly, P65 tipli sowgutly geçirijiler üçin demir-beton plitalar ini 1625 mm we 160 mm galyňlykda taýýarlanylady. Bir sowgutly geçirijiniň aşagynda goýmak üçin kabul edilen plitalaryň sany we uzynlyklary: 6 sany 2800 mm, 4 sany 3200 mm, 5 sany 3600 mm, 4 sany 4100 mm, 3 sany 4500 mm, 2 sany 4800 mm, 3 sany 5200 mm.

Soňky döwürde gurluş taýdan has kämilleşen taslamalar işlenip düzüldi: plitanyň galyňlygy 180 mm, relsasty bölegi 40 mm ýokarlandyrylan, goýumlaryň we rezin aragoýumlarynyň goýulýan ýerleri 25 mm-e çenli çuňaldylyp we rezin aragoýumynyň galyňlygy 14 mm göz önünde tutulan.

Plita ulanmaklygyň gowy taraplary: ağaçdan betona geçilmegi, sowgutly geçirijileriň durnuklylygy, esasyň ýokary derejede berkligi, düşek gatlagynyň hapadan goralýanlygy, ağaç pürslere görä işleýiş möhletiniň uzaklygy.

Olary ulanmaklygyň kemçilikli taraplary: her plitanyň uly massalylygy, gatylygynyň ýokarylygy sebäpli dinamiki urgulary ýumşatmak üçin goşmaça serişdeleri ulanmaklygyň zerurlygy, plitanyň aşagy taýýarlanylanda ýokary takyklykda bolmalydygy, çöken ýerlerini düzlemegiň we gysaran ýerlerini gönülemegiň kynlygy, taýýarlamakda we ýola goýmakda çykdaýjylarynyň ýokarylygy.

Sowgutlaryň we haçlaryň işleýiş (gulluk) möhletleri.

Sowgutlaryň we haçlaryň işleýiş möhletleri metalyň hiline, sowgudyň we hajyň tutuşlaýyn geometriki häsiýetlerine we taýýarlanýş usulyna, şeýle-de ulanylyş şertlerine-ýüklenmesine, ýükdepginliligine, otlularyň hereketiniň tizligine, sowgutly geçirijiniň goýulyşynyň we saklanyşynyň hiline baglylykdaky iýilmesi (könelmesi) bilen çäklendirilýär.

Sowgutlaryň we haçlaryň iýilmeleriniň kadalaýyn çäkleri onuň gurluşynyň tipine we otlularyň hereket tizligine baglylykda TUK boýunça bellenýär.

Çarçuwa relsleriniň ýitiniň 50 mm-lik kesiminiň garşysyndaky ýeri, ýitiniň-20÷30 mm kesimindäki ýeri has çalt iýilýär. Hajyň serdeçnigi 20 mm-lik kesiminde, usowiklerde-serdeçnigiň 10÷20 mm kesiminiň garşysyndaky ýeri has tiz iýilýän ýeri hasaplanýar.

Tigir jübütlerinden relslere 230 kN-dan köp bolmadyk agyrykda üstünden geçen tonnaža baglylykda, aşakdaky kepillenen gulluk möhletleri bellenýär:

**Geçirijiniň haçlarynyň we
sowgutlarynyň görnüşleri**

**Kepillenen gulluk möhleti,
mln. t·brutto**

**Ýokary derejede marganeslenen polatdan
guýma serdeçnikli ähli kysymly haçlar**

Tipleri boýunça:

P65 70

P50 60

Sowgutlaryň görnüşleri:

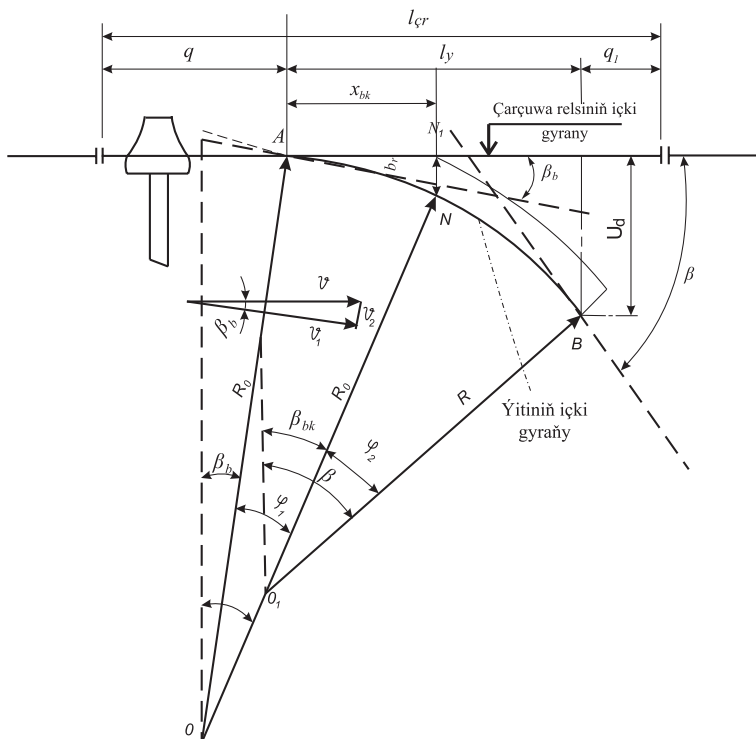
P65 120

P50 100

3.4. Adaty ýekebara sowgutly geçirijileriň sowgutlarynyň hasap işleri

R_0 we R iki radiusly egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitili sowgut häzirkî döwürde we geljekde ulanylyş şertlerinde sowgutlara goýlan talaplary has ýokary derejede ödeýäni hasaplanýar.

Egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitili sowgudyň talap edilýän tizlikleri özleşdirmek üçin ýaramlylygyny kesgitleýän esasy parametrleri: ýitiniň başlangyç burçy β_b , ýitiniň egrisiniň radiuslary R_0 we R , ýitiniň uzynlygy l_y we çarçuwa relsiniň uzynlygy l_{cr} .



3.16-njy çyzgy. Ýitiniň egrisiniň radiusyny, başlangyç we sowgut burçlaryny kesgitlemek üçin hasap shemasy

3.4.1. Ýitiniň başlangyç burçy β_b -ni kesgitlemek

Hasap işlerinde ýitiniň başlangyç burçy β_b -ni (3.16-njy çyzgy) köpýyllyk tejribelikler bilen barlanan we häsiýeti taslanýlýan sowgutly geçirijiniň häsiýetine ýakyn gelýän, bar bolan (öň duran) sowgutly geçirijiniň ýitisiniň başlangyç burçy β_{bb} -e ýakyn ululykda ýa-da uрга bolan kinetiki energiýanyň ýitgisiniň şertine esaslanyp şeýle kesgitleýärler.

Belli bolşy ýaly, göni ugur boýunça hereketde gelýän ekipaž egrä girende, entek daşky çarçuwa relsi boýunça tigirlenip gelýän öňki tigiri A nokatda ýitä urýança, inersiýasy boýunça göniçyzyklaýyn hereketini saklamaga ymtylýar, soňra ýiti tigiri sowup başlaýar we ekipažyň oky egri boýunça gapdala ugrugýar. Ekipažyň hereketiniň üýtgemesi şeýle ujypsyzja kiçi wagt aralygynda bolup geçýär we çaknyşýan jisimleriň maýyşgaklyk häsiýetini hasaba almanymyzda, egrä girende öňki tigiriň erňegi A nokatda ýitä degmezden öňki pursatynda, ekipažyň $m\frac{\vartheta^2}{2}$ kinetiki energiýasy bardy.

Şoňra, çaknyşýan (urulýan) pursatynda we hereketiň ugry üýtgände ol

$$m\frac{\vartheta_1^2}{2} = m\frac{\vartheta^2}{2} - m\frac{\vartheta_2^2}{2}, \quad (3.1)$$

kinetiki energiýa eýe bolýar.

Tizligi wektorlara paýlamak boýunça (3.16-njy çyzgy):

$$\vartheta_1 = \vartheta \cos \beta_b \quad \text{we} \quad \vartheta_2 = \vartheta \sin \beta_b.$$

Bu bahalary (3.1) aňlatmada goýup:

$$m\frac{\vartheta^2 \cos^2 \beta_b}{2} = \frac{m\vartheta^2}{2} - \frac{m\vartheta^2 \sin^2 \beta_b}{2} \quad (3.1.1)$$

alýarys.

Bu ýerde $\frac{m\vartheta^2 \sin^2 \beta_b}{2}$ uрга bolan kinetiki energiýanyň ýitgisi (çaknyşýan jisimleriň maýyşgaklygyny hasaba almandaky).

Eger-de, başlangyç ýagdaý hökmünde köpýyllyk tejribelikler arkaly barlagdan geçen, bar bolan sowgudyň belli bir bahalary bilen β_{bb} başlangyç burçy we ϑ_b gapdal ugur boýunça rugsat edilýän hereketiň tizligini kabul etsek, onda olar üçin uрга bolan kinetiki energiýanyň ýitgisi:

$$\frac{m\vartheta_b^2 \sin^2 \beta_{bb}}{2}$$

bolýar.

Taslanylýan sowgut üçin β_b -başlangyç burç, ϑ_i -gapdal ugur boýunça otlularyň hereketiniň rugsat edilýän taslanylýan tizligi diýip bellesek, deňişlilikde urga bolan kinetiki energiýanyň ýitgisiniň aňlatmasy:

$$\frac{m\vartheta_i \sin^2 \beta_b}{2}$$

bolýar.

Taslanylýan sowgut üçin, şol bir bar bolan meňzeş (dürli şertler boýunça ýakyn) sowgudyň dinamiki täsirini saklasak:

$$\frac{m}{2} \vartheta_i^2 \sin^2 \beta_b = \frac{m}{2} \vartheta_b^2 \sin^2 \beta_{bb}$$

diýip ýazmak bolar.

Iki ýagdaý üçin hem $\frac{m}{2} = \text{const}$ diýip kabul edip, alýarys:

$$\vartheta_i^2 \sin^2 \beta_b = \vartheta_b^2 \sin^2 \beta_{bb},$$

bu ýerden

$$\beta_b = \arcsin\left(\frac{\vartheta_b}{\vartheta_i} \sin \beta_{bb}\right). \quad (3.2)$$

3.4.2. Ýitiniň egrisiniň radiuslaryny kesgitlemek

Ýitiniň egrisiniň radiusy R_0 (3.16-njy çyzgy) onuň başlangyjyndan (A nokatdan) N nokada çenli, ýagny ýitiniň ininiň onuň kelle bölüminiň inine deň ($NN_1=b_k$) bolan ýerine çenli aralyk üçin, bar bolan, köpýyllyk tejribeliklerde barlagdan geçen, taslanylýan sowgutly geçirijiniň häsiýetine ýakyn häsiýetli we onuň ýitisiniň egrisiniň radiusyna ýakyn radiusy kabul edýärler, ýa-da ýolagçylaryň rahatlygyny üpjün etmek şertine laýyklykda, hasap boýunça kesgitleýärler. Demir ýoluň köpýyllyk tejribeligi we köpsanly barlag işleri öçürilmedik, uly bolan gapdal güýçleriniň ýolagçylarda birahatlyk döredýänligini görkezýär.

Belli bolşy ýaly, egriçyzyklaýyn ýitili sowgutda ekipaž onuň eg-risine girende gapdal ugra merkezden ymtylýan tizlenmeden bolan güýç ýüze çykýar:

$$I = m\vartheta^2/R = ma, \quad (3.3)$$

bu ýerde $a = \frac{\vartheta^2}{R}$ -tizlenme, sowgutly geçirijilerde daşky relsiň ýokarlandyrylmasynyň ýoklugy sebäpli, dolulygyna öçürilmedik hasaplanýar.

Ýolagçylaryň rahatlygyny üpjün etmek şerti boýunça rugsat edilýän öçürilmedik tizlenmäni a_r -niň üsti bilen belläliň, onda $a_r = \frac{\vartheta^2}{R_0}$ bolýar, bu ýerden

$$R_0 = \frac{\vartheta^2}{a_r}, \quad (3.4)$$

bu ýerde ϑ -taslanylýan sowgutly geçirijiniň gapdal ugry boýunça hereketiň bellenýän tizligi.

Dünýä tejribeliginde rugsat edilýän öçürilmedik tizlenme $a_r = 0,5 \div 1,0 \frac{m}{s^2}$.

Biziň ýollarymyzda ulgam boýunça ortaça a_r -niň bahasy $0,7 \frac{m}{s^2}$ -a deň kabul edilen.

Sankt-Peterburgyň ulag inženerleri uniwersitetiniň barlagy netijesinde, sowgutly geçirijiniň gapdal ugry boýunça barýan ýo-lagçy otlularynda bolup geçýän hadysalar sebäpli hasap işlerinde $a_r = 1,0 \div 1,2 \frac{m}{s^2}$ kabul etmek bolýandygy bellenilýär.

3.4.3. Sowgut burçy β -ny we ýitiniň uzynlygy l_y -ny kesgitlemek

N nokatda ýitiniň ýapgytlyk burçuny β_{bk} bilen belläliň (3.16-njy çyzygy). R_0 -nyň we β_b -niň belli bolan bahasynda ýitiniň AN böleginiň dik tekizlige proyeksiýasy

$$R_0 \cos \beta_b - R_0 \cos \beta_{bk} = b_k,$$

bu ýerden

$$\beta_{bk} = \arccos(\cos \beta_b - \frac{b_k}{R_0}). \quad (3.5)$$

Sowgut burçuny kesgitlemek üçin U_d ölçegi kabul etmek zerur we hökmanydyr. 3.16-njy çyzgydan görnüşi ýaly,

$$U_d = b_k + t_z, \quad (3.6)$$

bu ýerde b_k -ýitiniň kelle bölüminiň doly ini; t_z -ýitiniň düýp tapynda (B nokatda) ýiti bilen çarçuwa relsiniň arasynda ýa-da maýyşgak ýitiler bolsa, onda olaryň egilýän ýerinde mümkin bolan minimal želob.

Öz gezeginde:

$$t_z = S_g - T_{\min} - h_{\min} - \sum E, \quad (3.7)$$

bu ýerde S_g -ýitiniň düýbünde göni ýol boýunça relsara ululygynyň ini ýa-da maýyşgak ýitilerde bolsa-egilen ýerinde; T_{\min} -tigr jübüdiniň minimal kakymy (TUK boýunça $T_{\min}=1437$ m); $\sum E = E_1 + E_2 + E_3$ ($E_1 = 2 \div 4$ mm oklaryň egimini hasaba alýar; $E_2 = 2 \div 4$ mm relsara ululygynyň giňelmesini hasaba alýar; $E_3 = 2$ mm, giňelmä ýa-da daralma ätiýaçlyk).

3.16-njy çyzga laýyklykda:

$$b_k + R \cos \beta_{bk} - R \cos \beta = U_d,$$

bu ýerden

$$\beta = \arccos \left[\cos \beta_{bk} + \frac{b_k + U_d}{R} \right] \quad (3.8)$$

β belli, φ_2 burçy tapýarys:

$$\varphi_2 = \beta - \beta_{bk}. \quad (3.9)$$

Ýitiniň uzynlygyny tapýarys:

$$l_y = \cup AB = \cup AN + \cup NB = \frac{\pi R_0}{180} (\beta_{bk} - \beta_b) + \frac{\pi R}{180} \varphi_2. \quad (3.10)$$

Adatça R R_0 -dan 15-20 % kiçi kabul edilýär.

3.4.4. Çarçuwa relsiniň uzynlygyny kesgitlemek we sowgudyň aşagynda pürsleri paýlap goýmak

Hemme ýagdaýda-da çarçuwa relsiniň uzynlygyny laýyk, standart relsiň uzynlygyndan uzyn bolmadyk ölçegde kabul etmäge ýygyn edilýär.

3.16-njy çyzga laýyklykda çarçuwa relsiniň uzynlygy:

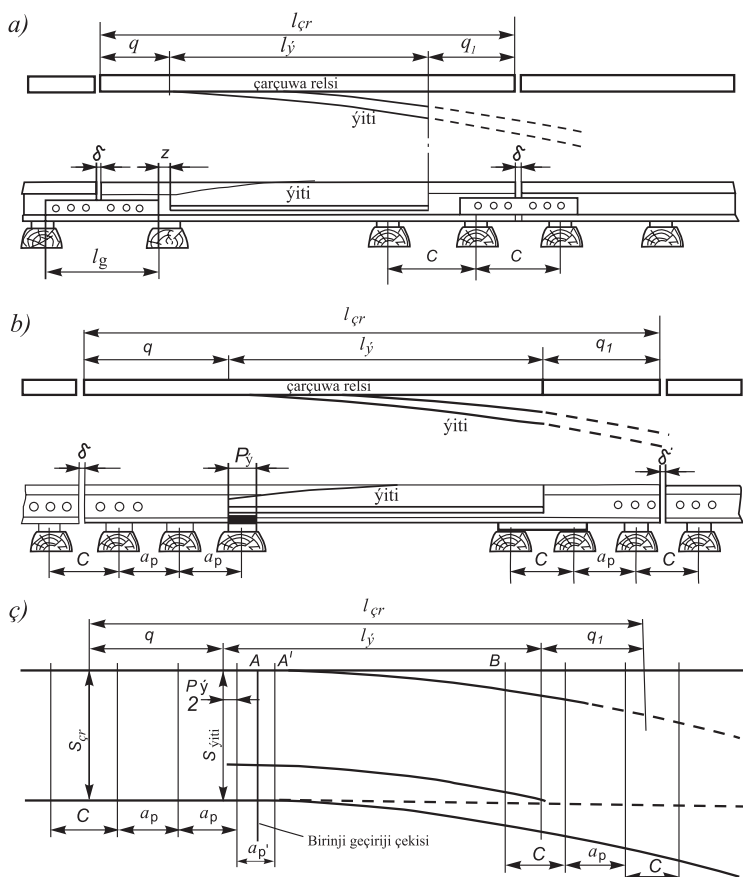
$$l_{cr} = q + l_y + q_1$$

ýa-da

$$l_{cr} = q + R_0 (\sin \beta_{bk} - \sin \beta_b) + R (\sin \beta - \sin \beta_{bk}) + q_1, \quad (3.11)$$

bu ýerde q -çarçuwa relsiniň önki çykydy-ýitiniň başlangyjyndan çarçuwa relsiniň önki sepleşmesine çenli aralyk; q_1 -çarçuwa relsiniň yzky çykydy-ýitiniň düýbünden çarçuwa relsiniň yzky sepleşmesine çenli aralyk.

Hiç bir ýagdaýda-da q -yň we q_1 -iň uzynlyklaryny nula deň kabul etmek maksada laýyk däl. $q = q_1 = 0$ bolanda sepleşmäniň we düýp gurluşyň gurluş taýdan ýygnaşy kynlaşýar. Onsaňam bu birikmäniň özüniň hem süýşüp duran agyrlygyň aşagynda işleýändigini göz önünde tutmaly.



3.17-nji çyzgy. Çarçuwa relsiniň uzynlygyny kesgitlemek üçin hasap shemasy

q -yň iň kiçi bolan uzynlygy sepleşmäniň gurluş taýdan ýygnaýşy boýunça kabul edilyär, ýagny (3.17-nji a çyzgy):

$$\min q = \frac{l_g - \delta}{2} + z, \quad (3.12)$$

bu ýerde l_g -goýumyň uzynlygy, P75 we P65 tipli relsler üçin 800 mm, P50-820 mm we P43-720 mm; δ -sepleşme yşy, 8÷10 mm-e deň; z -goýumyň ujundan ýitiniň başlangyjyna çenli aralyk, 20÷25 mm-e deň kabul edilyär.

q_1 -in in kiçi uzynlygy ýitiniň düýbünde we çarçuwa relsiniň ujunda sepleşmeleri ýakyn uzaklykda, ýöne dürli şpal aralyklarynda ýerleşdirmek şertine esaslanyp tapylýar. Şunlukda:

$$\min q_1 = \frac{c}{2} + \frac{c - \delta}{2} = c - \frac{\delta}{2}, \quad (3.13)$$

bu ýerde c -pürsleriň arasyndaky sepleşmeli aralyk. P75 we P65 tipli relsler üçin 420 mm, P50-440 mm we P43-500 mm kabul edilýär.

Şeýlelik-de, çarçuwa relsiniň minimal uzynlygy:

$$\begin{aligned} \min l_{cr} = & \frac{l_g - \delta}{2} + z + R_0(\sin \beta_{bk} - \sin \beta_b) + \\ & + R(\sin \beta - \sin \beta_{bk}) + c - \frac{\delta}{2}. \end{aligned} \quad (3.14)$$

Ýitiniň başlangyjyny dolulygyna $P_{\dot{y}}$ inli ýassyga (adatça, $P_{\dot{y}} = 180 \div 200$ mm) diräp, çarçuwa relsiniň önki çykydyny bolsa ýitiniň başlangyjyndan M aralyga daşlaşdyryp goýulsa has maksada laýyk bolýar. Onda 3.17-nji b çyzga laýyklykda:

$$q = 2a_p + \frac{c - \delta}{2} - \frac{P_{\dot{y}}}{2}$$

ýa-da umumy görnüşde,

$$q = Ma_p + \frac{c - \delta - P_{\dot{y}}}{2}$$

bu ýerde $M - a_p$ aralyklaryň sany, çarçuwa relsiniň uzynlygy saýlananda $1 \div 10$ çäkde bellenýär. $\frac{1}{9}$ we $\frac{1}{11}$ kysymly sowgutly geçirijileriň sowgutlary üçin M -i bäşe deň, $\frac{1}{18}$ -ýedi we $\frac{1}{22}$ -dokuz kabul edýärler; a_p -sowgudyň aşagyndaky pürsleriň okara aralygy ($0,9 \div 1$) a_{kow} çäkde kabul etmek maslahat berilýär, a_{kow} -göz önünde tutulýan görnüşli relsler üçin kowumda şpallaryň ortaça okara aralygy.

Yzky çykyt:

$$q_1 = \frac{c}{2} + a_p + \frac{c - \delta}{2},$$

ýa-da umumy görnüşde,

$$q_1 = M'a_p + (c - \frac{\delta}{2}),$$

bu ýerde $M'=1\div 5$ kabul edilýär.

Şeýlelik-de, q -yň we q_1 -iň bu bahalarynda çarçuwa relsiniň uzynlygy:

$$l_{cr} = Ma_p + \frac{c - \delta - P}{2} + R_0(\sin\beta_{bk} - \sin\beta_b) + \\ + R(\sin\beta - \sin\beta_{bk}) + M'a_p + (c - \frac{\delta}{2}). \quad (3.15)$$

Adatça bolşy ýaly, ýitiniň başlangyjynda relsara ululygy $S_{\text{ýiti}}$ çarçuwa relsiniň öňki sepleşmesindäki relsara ululygy S_{cr} -den uly bolýar (3.17-nji çyzygy). Şonuň üçin çarçuwa relsiniň öňki çykydynyň uzynlygy q -y relsara ululygyň otwodynyň birtekiz üýtge-me şertine esaslanyp kabul etmek bolar. Esasan-da bu ýagdaý ýokary tizlikli hereket üçin mahsusdyr.

Bu ýerden

$$q = \frac{S_{\text{ýiti}} - S_{cr}}{i},$$

bu ýerde i -bir metr uzynlykda giňelmä bolan otwodyň ýapgytly-gy, $0,0005\div 0,002$ çäkke kabul edilýär; $S_{\text{ýiti}}=1524 \text{ mm}$; $S_{cr}=1520 \text{ mm}$.

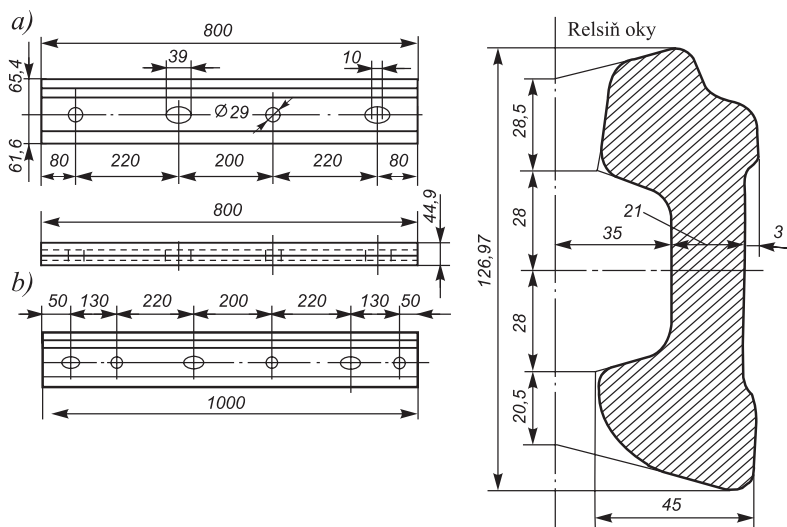
Relsara ululygynyň otwodynyň birtekiz üýtge-me şerti boýunça kesgitlenen q -yň ölçegi, pürsler paýlanyp goýlanda-da, kabul edilen a_p aralyklara baglylykda sazlanýar.

Çarçuwa relsiniň uzynlygy kesgitlenensoň, sowgudyň aşagynda pürsleri paýlap goýmaly. Pürsler göni ýoluň okuna perpendikulýar ýagdaýda, birtekiz we birmeňzeş a_p aralyklarda, şeýle-de a'_p aralyk-da geçiriji mehanizmi hem ýerleşdirmek göz önünde tutulyp goýulýar ($a'_p=630\div 650 \text{ mm}$).

3.5. Gowuşgynsyz haçlaryň hasap işleri

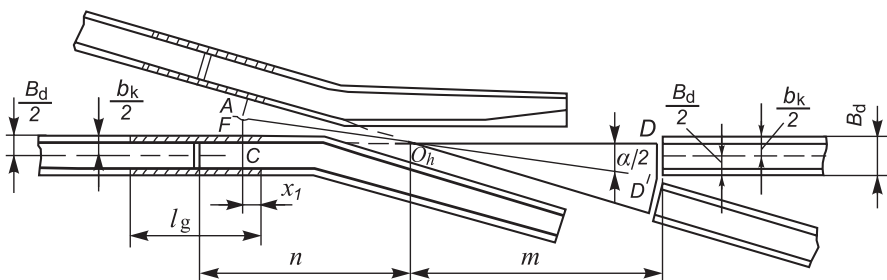
3.5.1. Guýma serdeçnikli ýygananan hajyň nazary uzynlygyny kesgitlemek

Hajyň elementleriniň nazary uzynlyklaryny kesgitlemek üçin, sepleşmelerde süýri we tegelek deşikleri gezekleşýän, boltlaryň berk kesgitlenen tertipde goýulmagyny talap edýän, ikikelleli goýumyň ulanylyan ýagdaýyna seredeliň (3.18-nji çyzgy). Bu bolsa yzky sepleşmede serdeçnigiň işçi däl gyraňlary tarapyndan we öňki sepleşmede usowikleriň işçi gyraňlary tarapyndan birinji sepleşme boltlarynyň goýulmagyna mümkinçilik bolar ýaly şert boýunça, hajyň minimal çyzyklaýyn ölçeglerini kabul etmek zerurlygyny ýüze çykarýar.



3.18-nji çyzgy. P65 we P75 tipli relsleriň sepleşme goýumlary:
a-dörtdeşikli; b-altydeşikli

Guýma serdeçnikli ýygananan hajyň öň bölüminiň uzynlygyny kesgitlemek üçin $\frac{\alpha}{2}$ burçy belli bolan O_hCA göniburçly üçburçlyga seredeliň (3.19-njy çyzgy). Bu üçburçlykdan görnüşi ýaly,



3.19-njy çyzgy. Guýma serdeçnikli ýygananan hajyň uzynlygyny kesgitlemek üçin hasap shemasy

$$O_h C = \frac{AC}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad \text{ýöne} \quad AC = CF + V$$

ýa-da

$$AC = \frac{B_d}{2} - \frac{b_k}{2} + V = \frac{B_d - b_k + 2V}{2},$$

bu ýerde $2V$ -birinji boltlaryň goýulmagyna mümkinçilik döredýän usowigiň relsleriniň dabanlarynyň arasyndaky ölçeg, hasaplamalara laýyklykda P65 we P75 tipli relslerde $2V=175 \text{ mm}$ we P50 tipli relsde $2V=185 \text{ mm}$; B_d -relsiň dabanynyň ini.

Şeýlelikde, 3.19-njy çyzga laýyklykda:

$$n = O_h C + \frac{l_g}{2} - x_1$$

ýa-da bu ýere $O_h C$ -iň bahasyny goýanymyzdan soň

$$n = \frac{B_d - b_k + 2V}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} + \frac{l_g}{2} - x_1, \quad (3.16)$$

bu ýerde x_1 -goýumyň ujundan birinji bolt deşiginiň okuna çenli aralyk.

3.19-njy çyzgydan görnüşi ýaly, hajyň yzky bölümüniň uzynlygy:

$$m = \frac{DD'}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}.$$

Şunlukda,

$$DD' = \frac{B_d}{2} + \frac{b_k}{2} + \frac{5}{2} = \frac{B_d + b_k + 5}{2},$$

bu ýerde 5-hajyň yzky ujuna gelýän relsleriň dabanlarynyň ýonulmazlygy üçin, olaryň dabanlarynyň arasynda kabul edilýän aralyk.

Şeýlelikde, DD' -niň bu bahasyny m -i kesgitlemek üçin aňlatma goýup, alýarys:

$$m = \frac{B_d + b_k + 5}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (3.17)$$

Bu ýerde-de B_d, b_k we α şol bir öňki formulalardaky bahalaryna eýedir.

3.5.2. Guýma serdeçnikli ýyganan hajyň amaly uzynlygyny kesgitlemek

Hajyň amaly uzynlygy, onuň aşagynda pürsleriň rasional ýagdaýda paýlanylyp goýulma we hajyň hemme birikmesiniň gurluş taýdan ýygnaýyş şertine esaslanyp, hasap boýunça kesgitlenýär. Islendik ýagdaýda-da hajyň amaly uzynlygy onuň nazary uzynlygydan kiçi bolmaly däl.

Hajyň aşagynda pürsler paýlananda şu aşakdakylar göz önünde tutulsa maksada laýyk bolýar:

Pürsleriň arasyndaky a_p aralyklary sowgudyň aşagyndaky ýaly $(0,9 \div 1,0) a_{\text{kow}}$ deň we onuň bütin dowamynda birmeňzeş kabul etmeli;

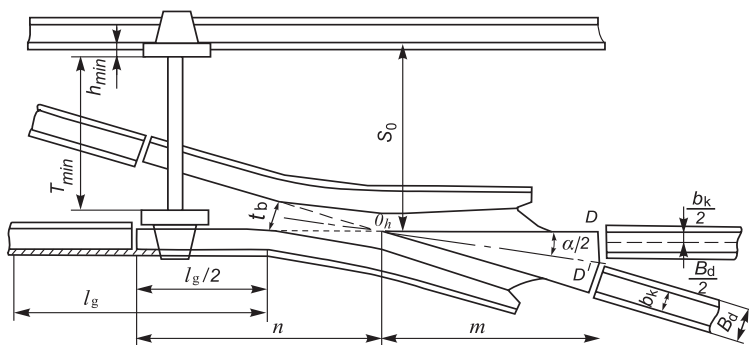
Usowiklerden tigirlenip gelýän tigirleriň urgularyny ýumşatmak üçin serdeçnigiň kesiminiň 20 mm-lik ýerini pürsara aralygyň ortasynda ýerleşdirmeli;

Guýma serdeçnikli ýyganan hajyň öňki sepleşmesini asma görnüşde, yzkysyny-pürsüň, goşa pürsüň üstünde ýa-da asma görnüşde, ýöne sepleşme rels bilen serdeçnigiň sepleşýän sepleşmesinde dürli momentleriň inersiýalaryndan bolan dik egimleri deňlemek üçin, ýörite düýp köprüjigiň üstünde goýmaly.

Hajyň aşagynda pürsleri hajyň burçunyň bissektisasyna perpendikulýar ýagdaýda goýmaly.

3.5.3. Tutuşlaýyn guýma hajyň nazary uzynlygyny kesgitlemek

Tutuşlaýyn guýma hajyň öňki bölüminiň uzynlygy n -i kiçi uzynlykda kabul etmäge ýykgyň edýärler, ýöne usowikleriň daş tarapyndan sepleşmede goýulan goýumlar usowikleriň birinji egimine girmez ýaly, ýagny min t_b ini bolan hajyň bogazyndan geçmez ýaly bolmaly (3.20-nji çyzgy). Ýogsam bu ýerde goýumy ýonmaly ýa-da egreltmeli bolýar.



3.20-nji çyzgy. Tutuşlaýyn guýma hajyň uzynlygyny
kesgitlemek üçin hasap shemasy

Hajyň bogazynda želobyň minimal ini min t_b , hajyň üstünden iýilen tigrir erňekleriniň ini h_{min} bolan we iň darajyk T_{min} kakymly demir ýol ekipažy geçirmek şerti boýunça kesgitlenýär, ýagny:

$$\min t_b = S_0 + 2 - (T_{min} + h_{min}), \quad (3.18)$$

bu ýerde S_0 -hajyň garşysynda relsara ululygynyň laýyk ini; 2-hajyň garşysynda relsara ululygynyň giňelmä bolan ätiýaçlygy, mm.

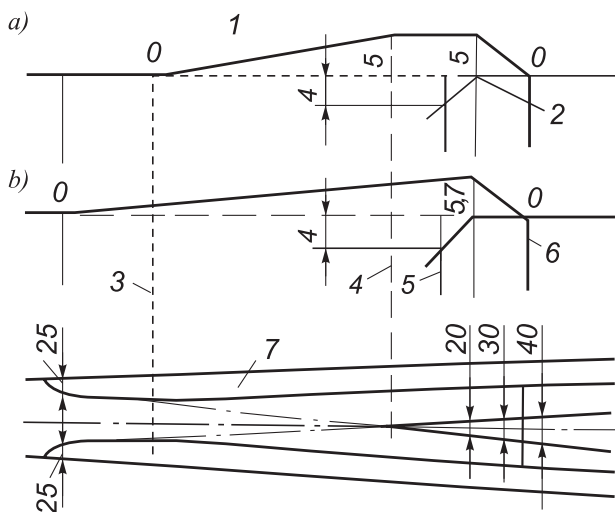
P65 tipli, $\frac{1}{11}$ kysymly tutuşlaýyn guýma hajyň garşysynda relsara ululygy $S_0=1520 \text{ mm}$ bolanda, onuň bogazynda želobyň ini $t_b=62 \text{ mm}$ kabul edilýär.

Şeýlelikde, t_b -ny kabul edip, hajyň öň bölümüniň uzynlygyny kesgitlemeli:

$$n = \frac{t_b}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{l_g}{2}. \quad (3.19)$$

Hajyň yzky bölümüniň uzynlygy m-i edil guýma serdeçnikli ýyganan hajyň yzky bölümüniň uzynlygy ýaly, ýagny (3.17) formula boýunça tapýarlar.

Tutuşlaýyn guýma hajyň amaly uzynlygy hem guýma serdeçnikli ýyganan hajyň amaly uzynlygynyň kesgitlenen şerti boýunça kesgitlenýär.



3.21-nji çyzgy. Serdeçnigiň we usowikleriň prodol profili: a) tutuşlaýyn guýma; b) guýma serdeçnikli ýyganan; 1-usowigiň çyzygy; 2-serdeçnigiň çyzygy; 3-hajyň bogazynyň ýagdaýy; 4-hajyň matematiki merkeziniň ýagdaýy; 5,6-serdeçnigiň kesiminiň 12 we 35 mm-lik ýerlerindäki ýagdaýy; 7-hajyň guýma bölümüniň shemasy

Gowuşgynsyz haçlaryň prodol profili. Biziň ýollarymyzda tutuşlaýyn guýma we guýma serdeçnikli ýyganan haçlaryň usowikleriniň iýilýän bölümleriniň umumy guýumly görnüşleri üçin, haja birigýän relsleriň tigr geçýän üstüne görä, usowikleriň tigr

geçýän üstüni ýokarlandyryp, serdeçnigiň tigr geçýän üstüni peseldip taýýarlaýarlar (3.21-nji çyzgy).

3.6. Maýýşgak uçly ýörite relsden bolan süýşme serdeçnikli hajň hasap işleri

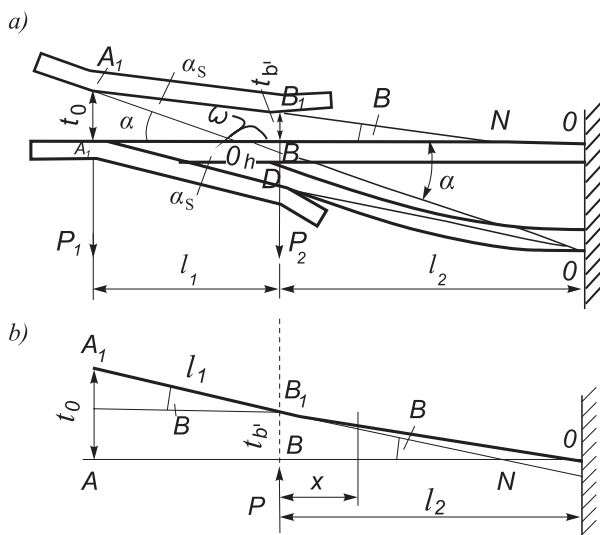
Süýşme serdeçnikli haçlaryň içinde maýýşgak uçly ýiti relslerden bolan serdeçnikli ýyganan haç häzirkir döwürde haçlaryň iň giňden ulanylýan görnüşi hasaplanylýar (3.22-nji *a* çyzgy).

Biz bu hajň hasap işlerini ýakynlaşdyrylan usulda ýerine ýetirýäris. Şonuň üçin şu aşadaky rugsat edilmeleri we berlen şertleri kabul edýäris:

1) hasap shemada serdeçnigi bir ujy bilen düýbünde $0-0$ kesimde gysylan pürs hökmünde kabul edýäris;

2) hereketsiz usowikleriň AD we A_1B_1 içki işçi gyraňlary göniçyzyklaýyn bolmaly;

3) l_1 bölümde iki çekiniň arasynda serdeçnigiň ýitisinden (A nokatdan) onuň usowiklere degýän ýeriniň ahyryna (B nokada) çenli serdeçnik bir ýagdaýdan beýleki bir ýagdaýa geçirilende egilmeli däl;



3.22-nji çyzgy. Ýiti relslerinden bolan süýşme serdeçnikli hajň hasap shemasy

4) l_2 bölümünde ikinci çeki bilen serdeçnigiň düýp tarapdaky ujunyň arasynda, ýagny B nokatdan $0-0$ kesime çenli serdeçnigiň uçlary bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçirilende, öz gezeginde gezeleşip egilmeli; şunlukda, egilmäniň maýyşgaklygy Gugyň kanunyna laýyklykda, her uç işlemeýän ýagdaýynda egrelip durýar we belli bir derejede dartgynlykda bolýar;

5) serdeçnigiň işleýän ýagdaýynda $t'b$ ölçegi islendik ölçegdäki (max we min) tigrileriň geçmegini üpjün etmeli we gowuşgynsyz hajyň bogazyndaky želobyň ininiň ölçeginden kiçi bolmaly däl, ýagny, $t_b = t'b$.

Üçünji şert hasap shemanyň kinematikasynyň önünde aşakdaky çäklendirilmeleri goýýar. Serdeçnigi bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçirende onuň l_1 bölümüniň göniçyzyklaýynlygyna galmagy üçin, geçiriji mehanizmden bolan P_1 we P_2 güýçleri sinhron ýagdaýda hereket etmeli. Şonuň üçin serdeçnigiň l_2 uzynlykdaky bölümüni (3.22-nji b çyzgy) egmek üçin (ony beýleki ýagdaýa geçirende) hasap shemada meseläni ýakynlaşdyryp çözmekde B nokatda P_1 we P_2 güýçleriň jeminde deň bolan P güýji berýäris. Şonda beýleki ýagdaýa geçirilende (egilende) B nokat B_1 nokadyň ýagdaýyna eýe bolýar, A nokat bolsa A_1 nokadyň ýagdaýyny eýelemeli. Sebäbi göni hökmünde $A_1 B_1 = l_1$. \bar{O} burç boýunça gapdala egilýär. \bar{O} burçy düýp tarapyndan gysylan pürs üçin, onuň kese kesimi egilende oňa öwrüm burç bolup galýar.

Şeýlelikde, hasap shema laýyklykda bir uýy gysylan l_2 uzynlykdaky pürs hökmündäki serdeçnigiň B nokatdaky egimini (göçümini) Kastilýanonyň teoremasy boýunça kesgitlemek bolar:

$$t'_b = \int_0^{l_2} \frac{M(x) dx}{EI} \frac{dM(x)}{dP},$$

şeýlelikde,

$$M(x) = P(x), \quad \frac{dM(x)}{dP} = x,$$

bu ýerde E -ýiti relsleriň poladynyň maýyşgaklyk moduly; I -ýiti relsleriň kese kesiminiň, onuň dik okuna baglylykdaky inersiýasynyň momenti.

Bu bahalary formula goýup we integrirläp,

$$t'_b = \int_0^{l_2} \frac{Px dx}{EI} x = \frac{P}{EI} \int_0^{l_2} x^2 dx = \frac{Pl_2^3}{3EI} \quad (3.20)$$

alýarys.

t'_b ölçegi berk kadalanan bolmaly, ýagny başinji şert boýunça kabul edilmeli. Diýmek, P -ny (3.20) aňlatma boýunça tapmak bolýanlygy öňünden belli,

$$P = \frac{3Et'_b}{l_2^3}. \quad (3.21)$$

Ýokardaky görkezilen üçünji şert boýunça l_2 ugur egilende A nokat t_0 aralyga göçýär. Ol hasap shema laýyklykda şeýle kesgitlenýär:

$$t_0 = t'_b + l_1 \operatorname{tg} \ddot{O}, \quad (3.22)$$

bu ýerde \ddot{O} -pürsün kese kesiminiň B nokatda P güýç bilen egilendäki öwürüm burçy (sürtülme güýçleri hasaba alynmanda).

\ddot{O} burçy

$$\ddot{O} = \frac{1}{E} \int_0^{l_2} Px dx = \frac{P_2^2}{2E}, \quad (3.23)$$

aňlatma boýunça kesgitlemek bolar,

bu ýerde P , l_2 , E we I (3.20) formuladaky bahalaryna eýedir.

Süýşme serdeçnigiň burçy α_s $A_1 O_h N$ uçburçlykdan tapylýar (3.22-nji a çyzgy)

$$\alpha_s + \omega + \ddot{O} = 180^\circ,$$

bu ýerde beýleki tarapdan:

$$\alpha_s = 180^\circ - \omega - \ddot{O},$$

$$\alpha + \omega = 180^\circ,$$

bu ýerden

$$\omega = 180^\circ - \alpha,$$

bu ýerde α -seredilýän kysymly gowuşgynsyz hajyň burçy.
 ω -nyň bahasyny α_s -i kesgitlemek üçin aňlatma goýup,

$$\alpha_s = \alpha - \ddot{O}$$

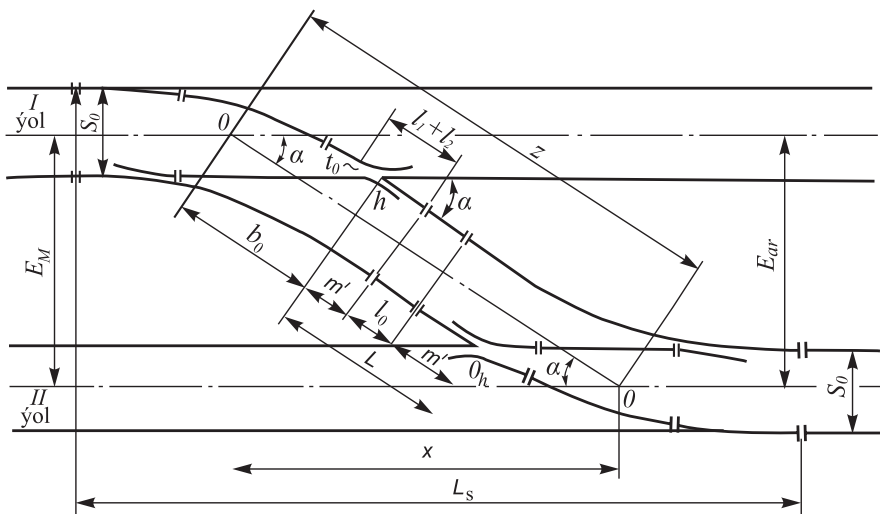
alýarys.

(3.20), (3.21), (3.22), (3.23) we (3.24) formulalarda näbelliler-
 l_1, l_2, P, \ddot{O} we α_s . Bu näbellileriň bahalaryny kesgitlemek we saýlamak
 stansiýada öňki ýollaryň okara ölçeglerinde sowgutly geçirijileriň
 gurluş taýdan ýygnaalma we goýulma mümkinçiliklerinden ugur alyp,
 ýuwaş-ýuwaşdan ýakynlaşma usulynda geçirilse maksada laýyk bol-
 jak. Munuň üçin indiki düzgünlere esaslanmaly.

1. Serdeçnigiň uçlarynyň iň gowy maýyşgaklygyny gazanmak
 maksady bilen l_2 ölçegi mümkin bolan iň uly uzynlykda almaly.

Ýöne, göz önünde tutulýan sowgutly geçirijileri goňşy ýol ara-
 lyklaryndaky sýezde goýulma mümkinçiligini üpjün etmek üçin l_2 -
 niň ölçegi laýyk we bellenen E_{ar} ýollaryň okara ululuklarynda (esasan
 olaryň kiçi ölçeglerinde) sýezde goýular ýaly bolmaly.

2. Serdeçnigiň l_1 aralygynda gatylygyň (gowuşgynsyzlygyň) has
 ýokary bolmagyny gazanmak maksady bilen (l_2 aralyk egilende ol
 egilmeli däl) mümkin boldugyndan l_1 aralygy kiçi bolmaly.



3.23-nji çyzgy. Göni hem parallel iki ýoluň arasynda adaty sýezdiň shemasy

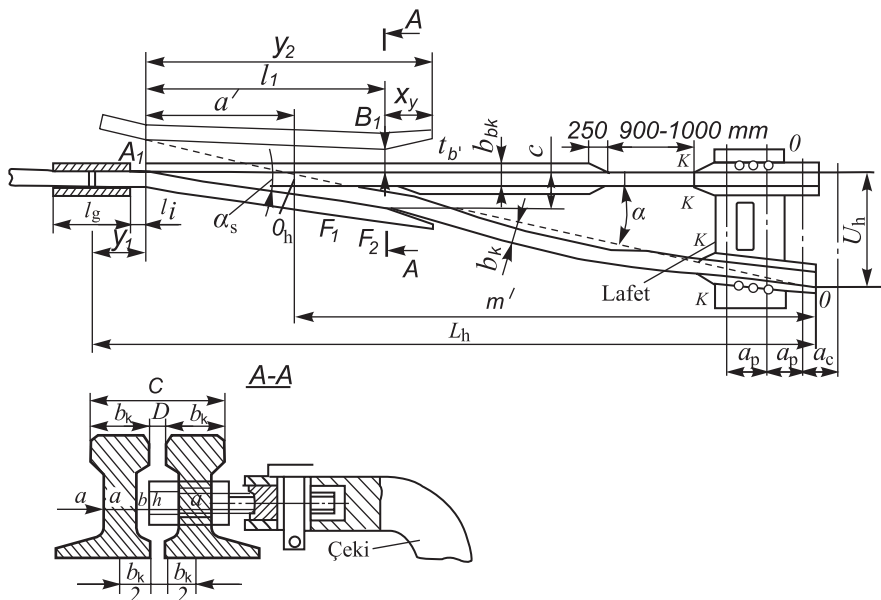
Ýöne, t'_b -iň garşysynda onuň ikinji çekisiniň gurluşy ýygналanda oňaýlylygy üpjün etmek üçin l_1 -iň ölçegi laýyk we çeki hem kynçylyksyz goýular ýaly bolmaly.

1-nji düzgünden ugur alyp, 2.23-nji çyzga laýyklykda ölçeg:

$$m' = \frac{L - l_0 - 2b_0}{2} = \frac{z - 2b_0 - l_0}{2}. \quad (3.25)$$

Şunlukda,

$$z = \frac{E_{ar}}{\sin \alpha} \quad \text{we} \quad b_0 = \frac{S_0}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}},$$



3.24-nji çyzgy. Usovikleriň uzynlyklaryny kesgitlemek üçin ugurlary maýýşgak süýşme serdeçnikli hajnyň shemasy

bu ýerde L-sýezdiň hajynyň matematiki merkezleriniň arasyndaky α burç boýunça aralygy; S_0 -göni ýolda relsara ululygynyň ini; b_0 -göz önünde tutulan kysymly sowgutly geçirijiniň merkezinden onuň hajynyň matematiki merkezine çenli α burç boýunça aralygy; l_0 -sýezd

boýunça haçlaryň yzky uçlarynyň arasyndaky göni goýum. Ol kiçi E_{ar} -larda we kiçi radiusly geçirijilerde nula hem deň bolup biler. Uly E_{ar} -larda we uly radiusly geçirijilerde l_0 -ny synag usuly boýunça $\min l_0=4,5\text{ m}$, $l_0=6,25\text{ m}$, $l_0=12,5\text{ m}$, $l_0=18,75\text{ m}$ kabul etmek maslahat berilýär; δ -sepleşme ysý.

Süýşme serdeçnigiň doly uzynlygy A_1O (3.24-nji çyzgy) bular ýaly geçirijileri ýol aralaryndaky sýezde goýulma mümkinçiligini üpjün etme şerti boýunça şeýle tapýarlar:

$$A_1O = AO - \frac{t_0}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + m'. \quad (3.26)$$

O_hOO üçburçlukdan görnüşi ýaly,

$$U_h \approx m' \operatorname{tg} \alpha_s.$$

Tapylan U_h -yň bahasynda we belli bolan AO aralykda AF_2O çyzygy göni hökmünde, AOO üçburçlygy bolsa gönibuçluk hökmünde takmynan kabul edýäris. Onda takmynan serdeçnigiň burçy α_s -ni şu üçburçlukdan tapmak bolýar:

$$\alpha_s \approx \operatorname{arctg} \left(\frac{U_h}{a' + m'} \right), \quad (3.27)$$

bu ýerde kabul edilen t_0 -nyň bahasynda ($100 \div 152\text{ mm}$ çäkde) a' ölçeği aşakdaky aňlatma boýunça tapylýar:

$$a' = \frac{t_0}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}.$$

1 we 2 düzgünlerden ugur alyp we serdeçnigi bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçirýän ikinji çekini gurnamaklygyň oňaýlylygyny üpjün etmek şertine esaslanyp, serdeçnigiň l_1 göniçyzyklaýyn (egilmeýän) bölümüniň uzynlygy iki wariantda berlip biler.

1-nji. Kiçi aýlawly kysymly haçlar üçin ($1/_{11}$ we kiçi aýlawly), ikinji çeki diňe serdeçnigiň uzyn relsine berkidilen ýagdaýynda (bolty goýmaklyga mümkinçilik bolar ýaly şert boýunça) ulanylýar. Bu ýagdaýda birinji çemeleşmede (3.24-nji çyzgy):

$$l_1 \approx \frac{c}{\operatorname{tg} \alpha_s} = \frac{2b_k + D}{\operatorname{tg} \alpha_s}, \quad (3.28)$$

bu ýerde b_k -ýiti relsiniň kelle bölümüniň ini; D -serdeçnigiň relsleriniň işçi däl gyraňlarynyň arasyndaky aralyk, çekini berkitmek üçin bolt goýmaklyga mümkinçilik bolar ýaly şert boýunça kabul etmeli (3.24-nji çyzgy $A-A$ kesim boýunça).

Shema baglylykda:

$$D = (h + \Delta) - 2\left(\frac{b_k}{2} - \frac{d}{2}\right),$$

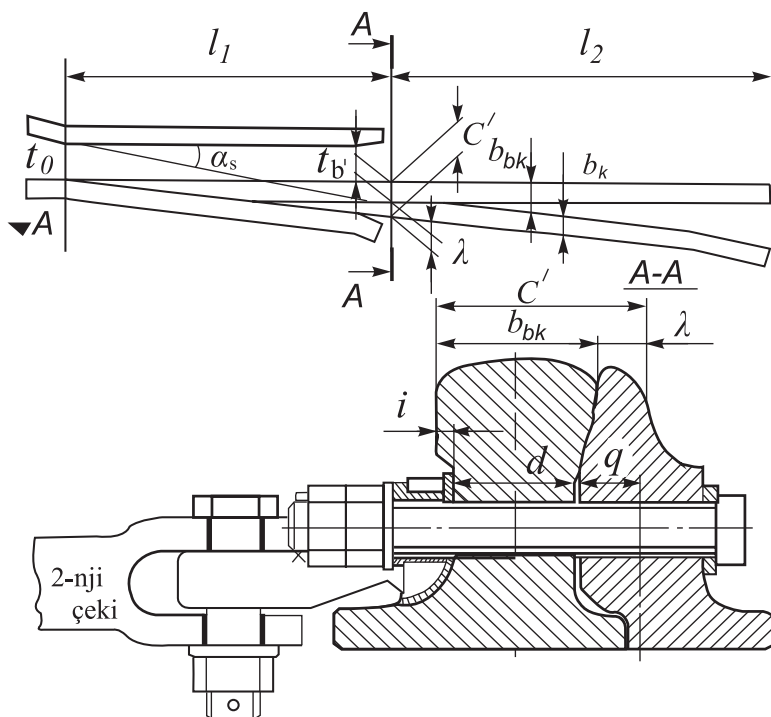
bu ýerde h -boltuň kelle bölümüniň galyňlygy (beýikligi); Δ -ätiýaçlyk, ony 5 mm-e deň kabul etmek bolar; d -ýiti relsiniň boýun bölümüniň galyňlygy.

2-nji. Uly aýlawly kysymly haçlar üçin (uly aýlawly we $\frac{1}{11}$) ikinji çeki serdeçnigiň iki relsinede berkidilen ýagdaýynda (3.25-nji çyzgy $A-A$ kesim boýunça) ulanylýar. Bu ýagdaýda çekiniň gulaklaryna berkidilýän boltlar serdeçnigiň iki relsinden hem geçirilýär. Şunlukda, bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçirilende boý ugruna özaralarynda süýşer ýaly, serdeçnigiň gysga relsinde bu boltlar üçin süýri deşikler edilýär. Beýle çözgüt ikinji çekiniň berkidilýän birleşmesinde onuň gurluş taýdan ýygnalmasyny belli bir derejede kynlaşdyrýar. Ýöne, şol bir wagtyň özünde serdeçnigiň l_1 göniçyzyklaýyn bölümüni has gysgaltmaga we onuň hasabyna serdeçnigiň l_2 maýyşgak bölümüni uzaltmaga mümkinçilik berýär. Ikinji çekiniň berkidilýän birleşmesiniň ýygnalmasyny häsiýetlendirýän serdeçnigiň l_1 göniçyzyklaýyn bölümüniň uzynlygyny takmynan aşakdaky formula boýunça kesgitlemek maksada laýyk bolar:

$$l_1 \approx \frac{c'}{\operatorname{tg} \alpha_s} = \frac{b_k + \lambda}{\operatorname{tg} \alpha_s}, \quad (3.29)$$

bu ýerde b_k -ýiti relsiniň kelle bölümüniň ini; λ -ölçeg, ony $\frac{b_k}{2} \approx \frac{d}{2}$ kabul etmek (d -ýiti relsiniň boýun bölümüniň galyňlygy)

bolýar.



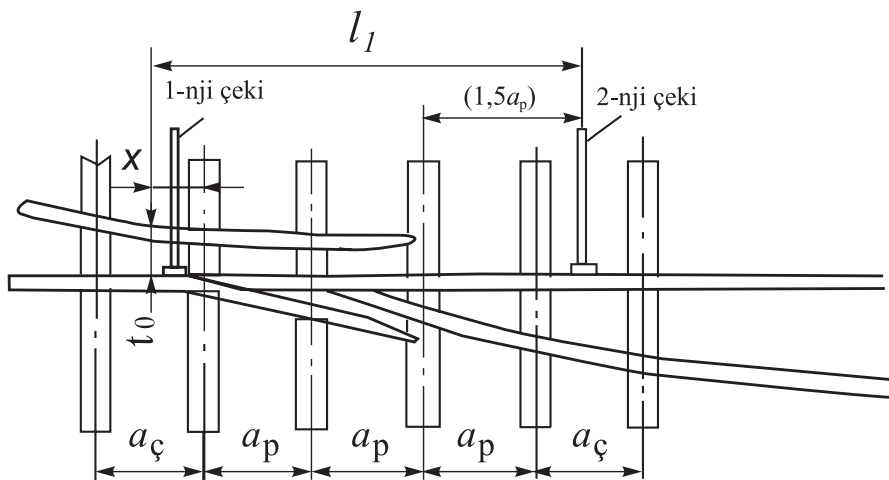
3.25-nji çyzgy. Süýşme serdeçnigiň ikinji işçi çekisiniň goýulmaly ýerini kesgitlemek üçin hasap shemasy

(3.28) ýa-da (3.29) formulalar boýunça tapylan l_1 -iň bahasyny sazlamaly, ýagny pürsara aralykda ýerleşýän çekini gurnamaklygyň mümkinçiligi boýunça şertlere esaslanyp kabul etmeli.

Ýokarda görkezilenden ugur alyp, göni l_1 -i 3.26-njy çyzga baglylykda kabul etmeli:

$$\text{göni } l_1 = \frac{a_c}{2} + Ma_p + \frac{a_c}{2} = Ma_p + a_c \geq l_1, \quad (3.30)$$

bu ýerde a_c -ortasynda çeki goýulan aralyklar; a_p -hajyň aşagynda kabul edilen pürsleriň okara aralyklary; M -(3.28) ýa-da (3.29) formula boýunça kesgitlenen, göni l_1 -iň uzynlygyna deň ýa-da ondan uly bolar ýaly edip saýlanyp alnan bitin san.



3.26-njy çyzgy. Süýşme serdeçnikli hajyň aşagynda pürsleri
paýlap goýmak üçin hasap shemasy

Kabul edilen göni l_1 -iň bahasynda (3.26) formuladan l_2 -ni kesgitlemek bolar:

$$l_2 = \frac{t_0}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + m' - \text{göni } l_1. \quad (3.31)$$

Soňra meseläniň çözüliş tertibi şeýle bolýar:

1) t_0 -nyň, t'_b -nyň we göni l_1 -iň tapylan bahalarynda \ddot{O} burçy kesgitlemeli.

(3.22) deňlemeden belli bolşy ýaly,

$$\text{tg} \ddot{O} = \frac{t_0 - t'_b}{\text{göni } l_1},$$

bu ýerden

$$\ddot{O} = \arctg \left(\frac{t_0 - t'_b}{\text{göni } l_1} \right). \quad (3.32)$$

2) tapylan \ddot{O} burçuň bahasynda (3.24) formula boýunça serdeçnigiň burçy α_s kesgitlenýär.

3) (3.21) formula boýunça P -nyň bahasy tapylýar.

4) P_{Π} elektropriwodyň şiberinde zerur bolan güýji kesgitlemeli. Bu güýç çeye (maýyşgak) uçlaryň egiminiň maýyşgak garşylygy P we sürtülme $P_{\text{sür}}$ güýçleriň jemine deň ýa-da ondan uly bolmaly, ýagny,

$$P_{\Pi} = P + P_{\text{sür}}. \quad (3.33)$$

Sürtülme güýçleri $P_{\text{sür}}$ takmynan şeýle kesgitlenýär. Aşakdaky ýaly belleýäris:

q_1 -serdeçnigiň *göni* l_1 bölümindäki relsiniň uzynlygynyň agram birligi;

q_2 -serdeçnigiň l_2 bölümindäki relsiniň uzynlygynyň agram birligi;

q_3 -bir çekiniň hemme bölekleri bilen bilelikdäki agramy;

f -metalyň metala sürtülme güýji.

Belli bolşy ýaly serdeçnigiň *göni* $l_1 + l_2$ deň bolan umumy uzynlygynda,

$$P_{\text{sür}}(göni\ l_1 + l_2) = 2f \cdot \int_{l_2}^{(göni\ l_1 + l_2)} q_1 dx + 2f \cdot \int_0^{l_2} q_2 dx + fq_3(göni\ l_1 + l_2) + fq_3 l_2$$

alýarys.

Bu ýerde integralyň önündäki koeffisiýent 2, süýşme serdeçnik iki sany ýiti-relslerinden durýanlygy üçin girizilen.

Integrallamadan soňra, alýarys:

$$P_{\text{sür}}(göni\ l_1 + l_2) = 2f \left[q_1 \frac{(göni\ l_1^2 + 2göni\ l_1 \cdot l_2 + l_2^2 - l_2^2)}{2} + q_2 \frac{l_2^2}{2} \right] + fq_3(göni\ l_1 + 2l_2),$$

bu ýerden

$$P_{\text{sür}} = \frac{f}{(göni\ l_1 + l_2)} [q_1(göni\ l_1^2 + 2göni\ l_1 l_2) + q_2 l_2^2 + q_3(göni\ l_1 + 2l_2)] \quad (3.34).$$

5) Serdeçnigi bir ýagdaýdan beýleki bir ýagdaýa süýşürende (maýyşgak) çeye uçlaryň gapdal gyraňynda egimiň dartgynlylygy (naprýaženiýesi) σ -ny barlaýarlar:

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (3.35)$$

bu ýerde M -çeyýe ujuň iň howply kesimindäki (ýonulan bölümin-däki) egiji momenti; W -serdeçnigiň çeyýe ujunyň dabanyň gapdal gyraňy boýunça dik oka baglylykdaky garşylygynyň momenti.

Serdeçnigiň çeyýe uçlarynyň gatylygyny peseltmek üçin kese te-kizlikde bu serdeçnigiň relsleriniň dabanyň onuň kelle bölümünä inine deňläp ýonmaly:

göni ugur boýunça hereketdäki otlulary üstünden geçirýän serdeçnigiň uzyn relsiniň dabanyň onuň 900-1000 mm deň bolan bölümünde ikitaraplaýyn ýonmaly (otwod bilen 250 mm uzynlykda dabanyň laýyk inine tarap); bu bölüm serdeçnigiň ahyryndan başlanmaly, ýagny $(3 \div 3,5) a_p$ aralyga çenli (3.24-nji çyzgy). „Kiçi“ dabanyň içki tarapyndan beýleki relse deňleýän ýonuk $(\frac{b_k}{2} + a_2)tg\alpha_s$

deň bolan A nokatdan başlanmaly, bu ýerde a_2 -ýiti relsiniň dik simmetriýa okundan dabanyň („kiçi“, sebäbi ýiti relsi simmetriki däl) gapdal gyraňyna çenli aralyk;

gapdal ugur boýunça hereketdäki otlulary üstünden geçirýän serdeçnigiň gysga relsiniň dabanyň $K-K$ kesimden $A-A$ kesime çenli $[(3 \div 3,5)a_p$ aralykdan serdeçnigiň ahyryna çenli] ýonýarlar (3.24-nji çyzgy);

6) hajyň esasy ölçeglerini kesgitleýärler.

3.24-nji çyzga laýyklykda hajyň doly uzynlygy:

$$L_h = Y_1 + AO \quad (3.36)$$

$$Y_1 = \frac{l_g}{2} + i \quad \text{bolanda} \quad \min L_h \text{ şeýle bolýar, ýagny}$$

$$\min L_h = \frac{l_g}{2} + i + AO \quad (3.36')$$

bu ýerde l_g -goýumyň uzynlygy; i -sepleşmäni hiç hilli işlemeýden (ýa-da egreltmeýden) gurnamaklyga mümkinçilik berýän ölçeg, $i=20 \div 25 \text{ mm}$.

Pürsleri paýlap goýma mümkinçiligine baglylykdaky şertler boýunça umumy ýagdaýda:

$$Y_1 = \frac{a_c}{2} + M'a_p + \frac{a_s}{2} = M'a_p + \frac{a_c + a_s}{2},$$

kabul etmek bolar. Onda,

$$L_h = M'a_p + \frac{a_\zeta + a_s}{2} + AO, \quad (3.36'')$$

bu ýerde M' -bitin san ($M' = 1 \div 3$); a_ζ -birinji çeki ýerleşdirilen aralyk; a_s -sepleşmeli aralyk; a_p -(3.30) formuladaky baha eýe.

Usowigiň uzynlygyny aşakdaky aňlatmadan tapmak bolar (3.24-nji we 3.26-njy çyzgylar):

$$l_{us} = y_1 + y_2 = y_1 + g\ddot{o}ni\ l_1 + x_y - (1,5 \div 2)a_p, \quad (3.37)$$

$$y_1 = \frac{l_g}{2} + i \quad \text{bolanda min } l_{us} \text{ şeýle bolýar, ýagny}$$

$$\min l_{us} = \frac{l_g}{2} + i + g\ddot{o}ni\ l_1 + x_y - (1,5 \div 2)a_p, \quad (3.37')$$

$$\text{umumy ýagdaýda bolsa } y_1 = M'a_p + \frac{a_\zeta + a_s}{2} \quad \text{bolanda,}$$

$$l_{us} = M'a_p + \frac{a_\zeta + a_s}{2} g\ddot{o}ni\ l_1 + x_y - (1,5 \div 2)a_p. \quad (3.37'')$$

Bu ýerde x_y -den başga hemme bahalar öň ýazylanlardan belli; x_y -usowigiň ujunyň gaňyrlanja bölegi, adaty 100÷150 mm kabul edilýär.

(3.37) formulada $(1,5 \div 2)a_p$ baha-usowigiň ahyrky bölümi (3.26-njy çyzga seret). Şu uzynlyga usowigiň uzynlygyny hökman gysgaltmaly. Ýogsam, usowigiň uýy ikinji çekini hajyň serdeçniginiň relsine birleşdirmäge päsgel berer.

3.7. Adaty sowgutly geçirijiniň esasy ölçeglerini kesgitlemek we kese tekizlikdäki proyeksiýa çyzgysyny (epýurasyny) düzmek (komponowklamak)

3.7.1. $R_0 > R$ bolan R_0 we R iki radiusly egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli sowgutly geçirijiniň esasy geometriki ölçegleri

Egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitili adaty ýekebara sowgutly geçirijini relsleriň işçi gyraňlarynda göz önüne getirip (3.27-nji çyzgy), şu bellemeleri girizýäris:

S_0 -hajyň garşysynda laýyk relsara ululugy;

R_0 -ýitiniň başlangyjyndan (A nokatdan) N nokada (ýitiniň kesiminiň, onuň kelle bölüminiň ini b_k deň bolan ýerine) çenli ýitiniň egrisiniň radiusy;

$R-N$ nokatdan geçirijiniň egrisine çenli ýitiniň egrisiniň radiusy;

β_b -ýitä bolýan urgynyň başlangyç burçy;

β_{bk} - N nokatda çarçuwa relsiniň işçi gyraňyna tarap ýitiniň işçi gyraňynyň ýapgytlyk burçy;

L_n -sowgutly geçirijiniň nazary uzynlygy;

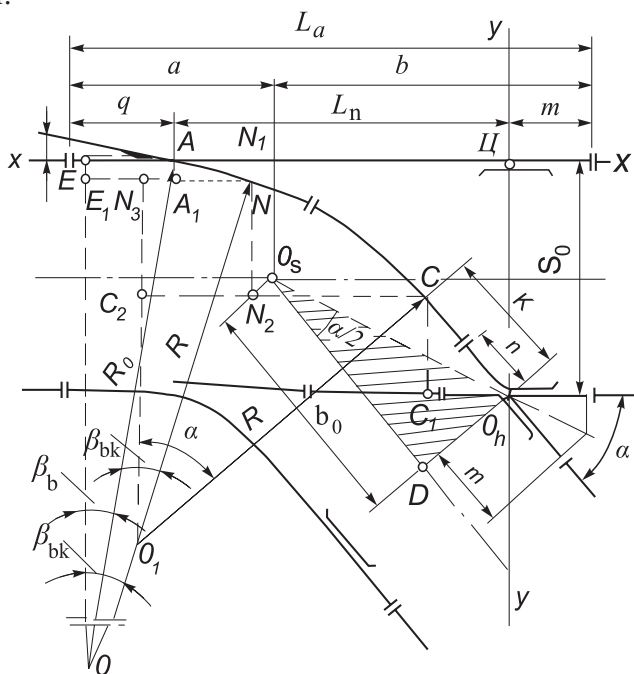
L_a -sowgutly geçirijiniň amaly uzynlygy;

a we b - sowgutly geçirijiniň oky boýunça ölçegleri;

O_s -sowgutly geçirijiniň merkezi;

K - hajyň matematiki merkeziniň önündäki göni goýum.

Beýleki bellennmeleri çyzgydan görünýär we ýokarda düşündiriş berlendir.



3.27-nji çyzgy. Egričyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitili adaty sowgutly geçirijiniň shemasy

Hajyň matematiki merkeziniň üstünden geçýän $y - y$ we daşky rels çyzygynyň işçi gyraňy bilen gabat gelýän (M nokatda koordinatalaryň başlangyjy bilen) $x - x$ okly göniburçly koordinatalar sistemasynda $ANCO_h$ konturyň bu oklara proyeksiýasy bize aşakdaky esasy hasap deňlemelerini berýär:

$x - x$ oka proyeksiýasy,

$$R_0(\sin\beta_{bk} - \sin\beta_b) + R(\sin\alpha - \sin\beta_{bk}) + K \cos\alpha = L_n \quad (3.38)$$

$y - y$ oka proyeksiýasy,

$$R_0(\cos\beta_b - \cos\beta_{bk}) + R(\cos\beta_{bk} - \cos\alpha) + K \sin\alpha = S_0. \quad (3.39)$$

Ýene-de goşmaça deňleme düzýäris:

$$q + L_n + m = L_a. \quad (3.40)$$

R, K, L_n we L_a bu deňlemäniň näbellileri.

Bu deňlemäniň mümkin bolan çözümleri:

1. Sowgutly geçirijiniň göz önünde tutulan ulanyş şertleri üçin ýaramlylygyny kesgitleýän parametr hökmünde öňi bilen R kabul edilýär ýa-da tapylýar. Şunlukda, R -i köpýyllyk ulanylyş tejribeliklelerinde barlagdan geçen, taslanylýan sowgutly geçirijiniň häsiýetine ýakyn häsiýetli, bar bolan sowgutly geçirijiniň ýitisiniň radiusyna ýakyn ýa-da ýolagçylaryň rahatlygyny üpjün etmek şertine laýyklykda, hasap bilen R_0 -yňky ýaly aşakdaky aňlatma boýunça kabul edýärler:

$$R = V^2 / a_r. \quad (3.41)$$

R kabul edilensoň, (3.39) formula boýunça K -ny tapmak bolar:

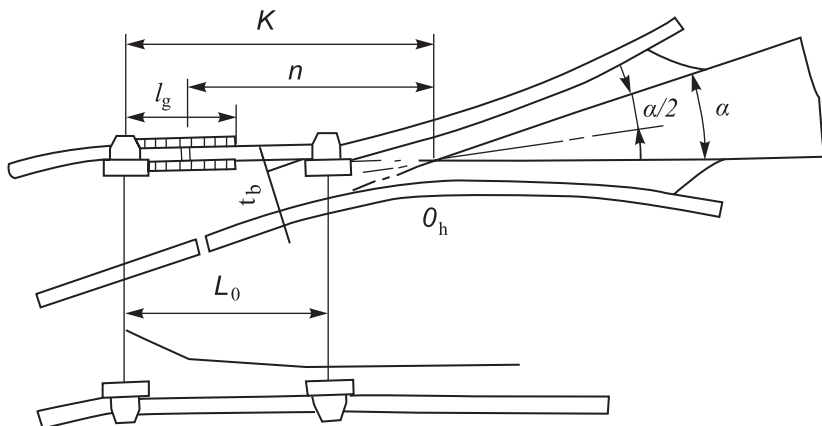
$$K = \frac{S_0 - R_0(\cos\beta - \cos\beta_{bk}) - R(\cos\beta_{bk} - \cos\alpha)}{\sin\alpha}. \quad (3.42)$$

Eger-de K ölçegi kabul eder ýaly çäkke bolsa, onda R -e we K -a baglylykdaky bu çözgüdi gutarnykly diýip goýýarlar we L_n -ny, L_a -ny tapýarlar.

Hajyň matematiki merkeziniň önündäki göni goýum K -ny, mundan başga ýene-de aşakdaky pikirlenmeleriň esasynda sazlaýarlar.

Belli bolşy ýaly, sowgutly geçirijide göni goýum entek hajyň bogazyna girmezden öň, ekipažyň tigiriniň hereketiniň göni ugurlylygyny üpjün etmek, egriden çykanda hajyň öňki sepleşmesinde we onuň usowiginde tigirden bolaýjak urgyny aýyrmak, usowigi egreltmezlik we plandan görnüşinde göni hem gapdal ugurlar boýunça kontrrelsleriň birmeňzeş bolmagy üçin zerur.

Birinji we ikinji şertleri kanagatlandyrmak üçin aşakdaky şert ýerine ýetirilmeli (3.28-nji çyzgy):



3.28-nji çyzgy. Hajyň matematiki merkeziniň önündäki göni goýumy kesgitlemek üçin hasap shemasy

$$K = l_{\text{gow}} + \frac{t_b}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.43)$$

bu ýerde l_{gow} -demir ýol ekipažyň gowuşgynsyz bazasy; t_b -hajyň bogazynda želobyň ini.

Üçünji şert boýunça, ýagny, hajyň bogazyna çenli usowikleri egreltmez ýaly,

$$K_{\min} = n + \frac{l_g}{2} \quad (3.44)$$

diýip kabul etmeli,

bu ýerde l_g -sepleşme goýumynyň uzynlygy.

Biziň $\frac{1}{11}$ kysymly, P75 tipli sowgutly geçirijilerimizde $K=3000$ mm; $\frac{1}{11}$ kysymly P65 tiplilerde $K=3147\div 3240$ mm; $\frac{1}{9}$ kysymlylarda $K=1731$ mm; $\frac{1}{11}$ kysymly, P50 tiplilerde $K=3585$ mm we $\frac{1}{9}$ kysymlylarda $K=2055$ mm.

2. Ikinji mümkin bolan çözgütde, K -nyň bahasyny (3.43) we (3.44) aňlatmalaryň biri boýunça önünden kabul edýärler we soňra (3.39) formula boýunça R kesgitlenýär:

$$R = \frac{S_0 - R_0(\cos \beta_b - \cos \beta_{bk}) - K \sin \alpha}{\cos \beta_{bk} - \cos \alpha} . \quad (3.45)$$

Sowgutly geçirijiniň berlen L_a amaly uzynlygynda (3.40) aňlatmadan, onuň L_n nazary uzynlygynyň bahasyny tapmaly.

Bu bahany (3.38) deňlemä goýup, R -e ýa-da K -a baglylykda iki näbellili deňleme hökmünde (3.38) we (3.39) iki deňlemäni bilelikde çözmeli.

R -e baglylykda bu deňlemeleri çözüp,

$$R = \frac{L_n \sin \alpha - S_0 \cos \alpha - R_0 [\cos(\alpha - \beta_{bk}) - \cos(\alpha - \beta_b)]}{1 - \cos(\alpha - \beta_{bk})} \quad (3.46)$$

alýarys.

Tapylan R bilen (3.42) aňlatma boýunça K -ny tapmaly.

Sowgutly geçirijiniň ýerindäki biçim işleri (razbiwkasy) üçin, onuň oky boýunça a we b ölçeglerini bilmeli. Olary, haçan-da R , K , L_n , we L_a gutarnykly ýagdaýda tapylandan ýa-da kabul edilenden soň kesgitlemeli.

3.27-nji çyzgydan görnüşi ýaly,

$$b=b_0+m,$$

ýöne

$$b_0 = \frac{DO_h}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{S_0}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} .$$

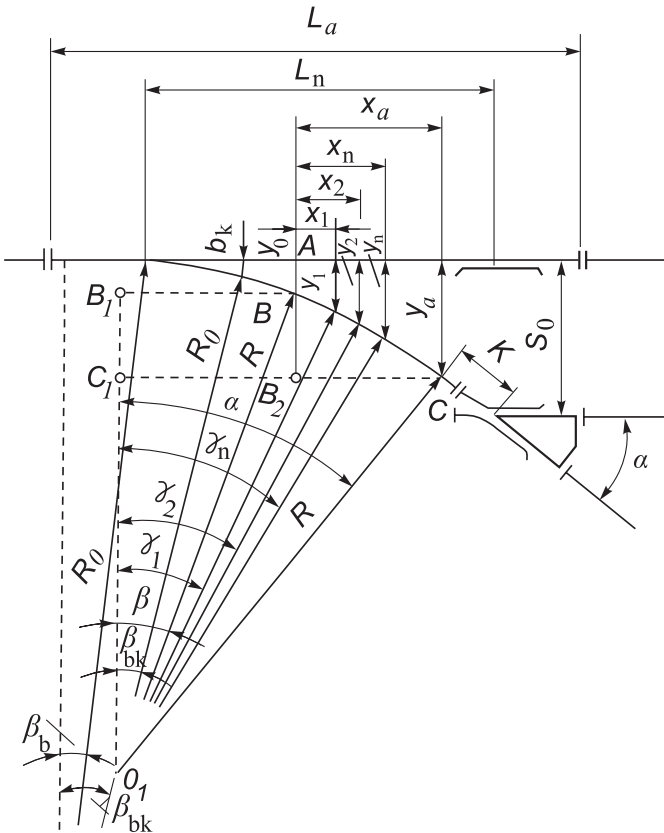
Şunlukda,

$$b = \frac{S_0}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} + m ,$$

$$a = L_a + b .$$
(3.47)

3.7.2. Geçiriji egrisiniň biçim işleri üçin koordinatalary

$R_0 > R$ bolan R_0 we R iki radiusly egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitili sowgutly geçirijiniň ýagdaýyna seredeliň (3.29-njy çyzgy).



3.29-njy çyzgy. Geçiriji egrisiniň koordinatalaryny kesgitlemek üçin hasap shemasy

Geçiriji egrisiniň biçim işleri üçin koordinatalary has giň ýaýran usul boýunça kesgitleýäris, ýagny göniburçly koordinatalar sistemasynyň x abssissasyny 2,4,6,8,10,12 m we ş. m. deň yzygiderlikde öňünden kabul etmeli, ahyrky abssissa x_a -ny bolsa hasap boýunça kesgitlemeli. Göniburçly koordinatalar sistemasynyň başlangyjyny, ýitiniň düýbünüň garşysynda, çarçuwa relsiň işçi gyraňynda ýerleşýän A nokatdan ýa-da maýyşgak ýitilerde olaryň egrelýän ýerinden kabul etmeli.

Öňünden kesgitlenen ýa-da kabul edilen belli maglumatlar hökmünde $L_n, L_a, R_0, R, \alpha, K, \beta_b, \beta_{bk}, \beta$ we S_0 bolmaly.

Geçiriji egrisiniň ahyryndaky abssissa:

$$x_a = R(\sin \alpha - \sin \beta) \quad (3.48)$$

ýa-da

$$x_a = L_n - R_0(\sin \beta_{bk} - \sin \beta_b) - R(\sin \beta - \sin \beta_{bk}) - K \cos \alpha \quad (3.49)$$

$x = 0$ -da, başlangyç ordinata

$$y_0 = R_0(\cos \beta_b - \cos \beta_{bk}) + R(\cos \beta_{bk} - \cos \beta). \quad (3.50)$$

3.2-nji tablisa

Ordinatalaryň hasaby

x_n, m	x_n/R	$\sin \gamma_n = \sin \beta + \frac{x_n}{R}$	$\cos \gamma_n$	$y_n = y_0 + R(\cos \beta - \cos \gamma_n)$
$x=0$	0	$\sin \gamma_0 = \sin \beta$	$\cos \beta$	(3.50) formula boýunça
$x_1=2$	$2/R$	$\sin \gamma_1 = \sin \beta + \frac{2}{R}$	trigonometriki funksiýalaryň tablisalary boýunça tapmaly	$y_1 = y_0 + R(\cos \beta - \cos \gamma_1)$
$x_2=4$	$4/R$	$\sin \gamma_2 = \sin \beta + \frac{4}{R}$		$y_2 = y_0 + R(\cos \beta - \cos \gamma_2)$
$x=x_n$	x_n/R	$\sin \gamma_n = \sin \beta + \frac{x_n}{R}$		$y_n = y_0 + R(\cos \beta - \cos \gamma_n)$
$x=x_a$	x_a/R	$\sin \gamma_a = \sin \alpha$		$y_a = y_0 + R(\cos \beta - \cos \alpha)$

Yzygiderlik boýunça ordinatalar aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} x=2m & \text{ bolanda } y_1 = y_0 + R(\cos\beta - \cos\gamma_1); \\ x=4m & \text{ bolanda } y_2 = y_0 + R(\cos\beta - \cos\gamma_2); \\ x=x_n & \text{ bolanda } y_n = y_0 + R(\cos\beta - \cos\gamma_n); \\ x=x_a & \text{ bolanda } y_a = y_0 + R(\cos\beta - \cos\alpha); \end{aligned} \quad (3.51)$$

bu ýerde $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ burçlary $\sin\gamma_n$ -iň üsti bilen aşakdaky aňlatma boýunça tapmaly:

$$\sin\gamma_n = \sin\beta + \frac{x_n}{R}. \quad (3.52)$$

Kesgitlenen $\sin\gamma_n$ bilen trigonometriki funksiýalaryň tablisalary boýunça burçlaryň ululyklaryny we $\cos\gamma_n$ -iň degişlilikdäki bahalaryny tapýarys we (3.51) formulada ýerine goýýarys.

Ahyrky ordinata y_a -nyň barlagyny şu aňlatma boýunça geçirmek bolar:

$$y_a = S_0 - K \sin\alpha. \quad (3.53)$$

Adatça ordinatalary hasaplanlarynda tablisa düzýärler (3.2-nji tablisa) we oňa hasaplamalaryň gutarnykly netijelerini geçirýärler.

3.7.3. Adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň düzümine girýän relsleriň uzynlyklary

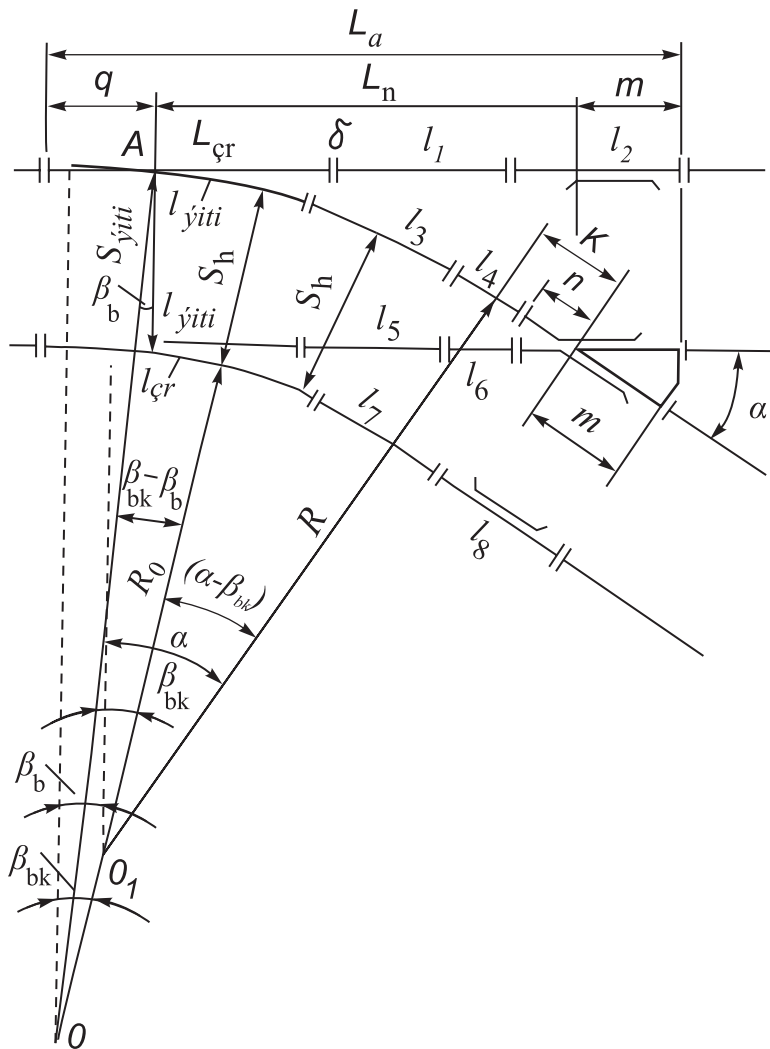
$R_0 > R$ bolan R_0 we R iki radiusly egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitili adaty sowgutly geçirijiniň relsleriniň uzynlyklarynyň hasap işlerini (3.30-njy çyzgy) aşakdaky tertipde ýerine ýetirýäris.

Sowgutly geçirijiniň relsleriniň uzynlyklaryny kesgitlemek üçin berlen maglumatlar hökmünde $q, L_n, m, L_a, n, n, l_{yiti}, \beta_{bk}, \beta_b, S_{yiti}, S_h, l_{cr}, \alpha, K, R_0$ we R bolmaly.

3.30-njy çyzga laýyklykda laýyk (standart) relsleriň uzynlygyny l_{lr} we sowgutly geçirijiniň düzümine girýän relsleriň uzynlyklaryny $l_1, l_2, l_3, \dots, l_8$ bilen belleýäris.

Адатча чарчува релсине we ýitiniň düýbüne birigýän relsleri laýyk uzynlykda kabul edýärler, ýagny

$$l_1 = l_3 = l_5 = l_7 = l_{lr}$$



3.30-nyj çyzgy. Adaty sowgutly geçirijiniň düzümine girýän relsleriň uzynlyklaryny kesgitlemek üçin hasap shemasy

Göni ugur boýunça hajyň garşysynda ýerleşýän relsň uzynlygy:

$$l_2 = La - l_{\zeta r} - l_1 - 2\delta, \quad (3.54)$$

bu ýerde δ -seplesme ysýň ölçegi.

Gapdal ugur boýunça haja birigýän relsň uzynlygy:

$$l_4 = (R_0 + \frac{b_k}{2})(\beta_{bk} - \beta_b)\frac{\pi}{180} + (R + \frac{b_k}{2})(\alpha - \beta_{bk})\frac{\pi}{180} + \\ + K - l_{\dot{y}iti} - l_3 - n - 3\delta. \quad (3.55)$$

Göni ugur boýunça haja birigýän relsň uzynlygy:

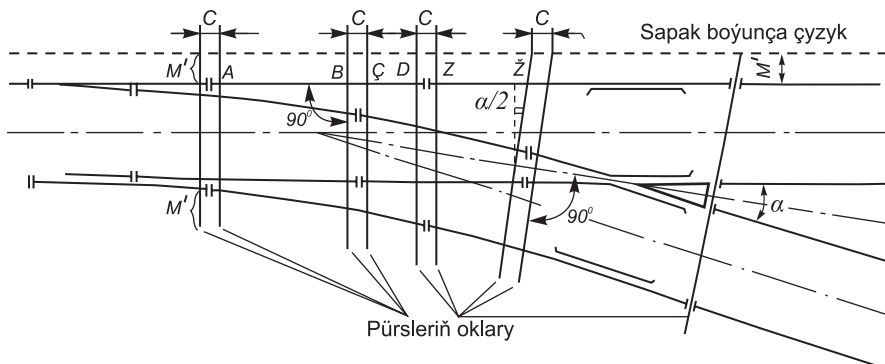
$$l_6 = L_n - l_{\dot{y}iti} - l_5 - n - 3\delta. \quad (3.56)$$

Gapdal ugur boýunça hajyň garşysynda ýerleşýän relsň uzynlygy:

$$l_8 \approx q - S_{\dot{y}iti} \sin \beta_b + (R_0 - S_h - \frac{b_k}{2})(\beta_{bk} - \beta_b)\frac{\pi}{180} + \\ + (R - S_h - \frac{b_k}{2})(\alpha - \beta_{bk})\frac{\pi}{180} + K + m - l_{\zeta r} - l_7 - 2\delta. \quad (3.57).$$

3.7.4. Adaty sowgutly geçirijiniň kese tekizlikdäki proyeksiýasyny düzmek

Sowgudyň we hajyň esasy ölçegleriniň hasap işleri ýerine ýetirilende, olaryň aşagynda pürsler hem paýlanýar. Şeýlelikde, diňe birleşdiriji ýollaryň aşagynda pürsleri paýlamak we sowgutly geçirijiniň aşagyndaky hemme pürsleriň uzynlyklaryny kesgitlemek galýar.



**3.31-nji çyzygy. Adaty sowgutly geçirijiniň aşagynda
pürsleri paýlamaklygyň shemasy**

Birleşdiriji ýollaryň aşagynda pürsleri paýlamaklygy sowgutly geçirijiniň merkezine çenli göni ýoluň okuna perpendikulýar, soňra bolsa merkezden yzdaky pürsleri hajyň burçunyň bissektrisasyna perpendikulýar ýagdaýa çenli ýuwaş-ýuwaşdan öwürüp başlaýarlar.

Birleşdiriji ýollaryň aşagynda pürsleriň okara aralyklaryny hem $(0,95 \div 1) a_{\text{kow}}$ deň we mümkin bolan birmeňzeş ölçegde kabul edýärler.

Pürsleri paýlamaklygyň hasap işlerini ýeňilleşdirmek üçin masştab boýunça sowgutly geçirijiniň shemasy (3.31-nji çyzygy) çyzýarlar we AB , $ÇD$, ZZ' aralyklary kesgitleýärler. Soňra bu bölümleriň hersindäki pürsleriň okara aralyklaryny, soňa göräde pürsleriň sanyny anyklaýarlar. Soňra pürsleriň uzynlyklaryny we uzynlyklary boýunça her topardaky pürsleriň sanyny kesgitleýärler.

Pürsüň laýyk çykydy M' -relsiň içki işçi gyraňyndan pürsüň ujuna çenli uzynlyk aşakda görkezilişi ýaly kesgitlenýär:

$$M' = \frac{2750 - S_0}{2} = \frac{2750 - 1520}{2} = 615 \text{ mm}$$

bu ýerde 2750-şpalyň uzynlygy, mm .

Kä halatlarda uzyn pürsleri tygşytlamak maksady bilen, M' ölçegi kiçi aýlawly egrili sowgutly geçirijilerde laýyk pürsüň bir uzynlykdaky pürsden beýleki bir uzynlykdaky pürse geçilendä-

ki artdyrylmasynyň ýarsyna deň ululykda gysgaldýarlar, ýagny

$$\frac{250}{2} = 125 \text{ mm (bu ýerde 250 mm-laýyk uzynlykdaky pürsleriň bir-}$$

birinden artdyrylmasy). Şeýlelikde,

$$M' = 615 - \frac{250}{2} = 490 \text{ mm.}$$

Öňündäki pürsden uzynlygy uzyn bolan indiki pürsüň goýulmaly ýerini, adatça sowgutly geçirijiniň kese tekizlikdäki proyeksiýa çyzgysyny masştabda düzüp, grafiki tertipde ýa-da analitiki usulda kesgitleýärler.

Sowgutly geçirijiniň kese tekizlikdäki proyeksiýa çyzgysyny, öňki kabul edilen çözgütlerden we ýerine ýetirilen hasaplamalardan soň düzýärler. Shemalaýyn iş çyzgysy 1:50 ýa-da 1:100 masştabda taýýarlanylýar, şoňa esaslanyp hem sowgutly geçiriji ýerine goýulýar. Kese tekizlikdäki proyeksiýa çyzgysynda kabul edilen we hasap boýunça alnan häsiýetlendiriji ölçegleri görkezilýär. Sowgutly geçirijini goýmaklygyň kese tekizlikdäki proyeksiýa çyzgysynyň üstüni geçirijiniň biçim shemasy bilen doldurýarlar.

Sowgutly geçirijiniň biçim shemasynda esasy çyzyklaýyn ölçegleri görkezilýär: çarçuwa relsiniň öňki sepleşmesinde, ýitiniň başlangyjynda, iki ugur boýunça hem ýitiniň düýbünde, geçiriji egriniň ortasynda we hajyň garşysynda relsara ululygynyň inleri; başlangyç burç we radiusynyň üýtgeýän ýerinde ýitä galtaşýan burç (iki radiusly ýitilerde); ýitiniň we geçiriji egriniň radiuslary; hajyň burçy; ýitiniň uzynlygy we görnüşi; çarçuwa relsiniň we sowgutly geçirijiniň düzümine girýän beýleki relsleriň uzynlyklary; göni goýumyň uzynlygy; kontrrelsleriň, hajyň we relsara ululygynyň otwod berilýän bölümiň uzynlygy; geçiriji egriniň biçimi üçin abssissalar we ordinatalar.

Mysal. Aşakda berlen maglumatlar boýunça 1520 mm relsara ululykly, hajy $\frac{1}{11}$ kysymly, P75 tipli adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň eskiz taslamasyny düzmek talap edilýär: göni ýol boýunça otlularyň hereket tizligi $120 \frac{\text{km}}{\text{sag}}$ we gapdal ýol boýunça – $60 \frac{\text{km}}{\text{sag}}$; sowgudy – egričyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitili, R_0 we R iki radiusly; düýp gurluşy-maýyşgak ýitili ýönekeý sepleşme; hajy-gowuşgynsyz,

tutuşlaýyn guýma ýeňledilen görnüşli.

Ýitiniň başlangyç burçy β_b - ny kesgitlemek. β_b burçuny (3.2) formula boýunça urga bolan kinetiki energiýanyň ýitme şertine esasanyp tapýarys:

$$\beta_b = \arcsin\left(\frac{\vartheta_{bb}}{\vartheta_t} \sin \beta_{bb}\right) = \arcsin\left(\frac{50}{60} 0,007948\right) = 22'48'',$$

$$\text{kabul edýäris } \beta_b = 0^\circ 23',$$

bu ýerde $\vartheta_{bb}=50 \text{ km/sag}$ -bar bolan hajy $\frac{1}{11}$ kysymly, P75 tipli sowgut üçin tizlik; $\vartheta_t=60 \text{ km/sag}$ -taslanylýan sowgutly geçiriji üçin bellenen tizlik; $\beta_{bb}=0^\circ 27'19''$ $R_0=300 \text{ m}$, hajy $\frac{1}{11}$ kysymly, P75 tipli bar bolan sowgutly geçirijiniň ýitisiniň başlangyç burçy.

Ýitiniň egrisiniň radiusyny kesgitlemek. 3.16-njy çyzga laýyklykda R_0 -yň bahasy ýitiniň başlangyjyndan onuň kelle bölüminiň kese kesiminiň doly inine çenli (N_0 nokada çenli) aralyk üçin, ýolagçylaryň rahatlygyny üpjün etmek şertine baglylykda (3.4) formula boýunça tapylýar, ýagny

$$R_0 = \frac{\vartheta^2}{a_r} = \frac{16,6^2}{0,7} = 393657 \text{ mm},$$

$$\text{bu ýerde } \vartheta = 60 \text{ km/sag} = 16,6 \text{ m/s}; \quad a_r = 0,7 \text{ m/s}^2,$$

$$\text{kabul edýäris. } R_0=400000 \text{ mm}.$$

Ýitiniň egrisiniň N nokadyndan onuň ahyryna ýa-da egrelýän nokadyna çenli radiusy R -i, edil P75 tipli sowgutlar üçin tipleýin ululygy kabul edýäris, ýagny

$$R = 0,75 \cdot R_0 = 0,75 \cdot 400000 = 300000 \text{ mm}$$

N nokatda ýitiniň işçi gyraňynyň ýapgytlyk burçuny tapýarys (3.16-njy çyzgy):

$$\beta_{bk} = \arccos\left(\cos \beta_b - \frac{b_k}{R_0}\right) = \arccos\left(0,999977 - \frac{75}{400000}\right) = 1^\circ 10'30''.$$

Sowgut burçy β – ny (B nokatda ýapgytlyk burçyny) we ýitiniň uzynlygyny kesgitlemek (3.16-njy çyzgy). Ilki bilen (3.7) formula boýunça t_z želobyň inini tapýarys:

$$t_z = S_g - T_{\min} - h_{\min} + \sum E = 1520 - 1437 - 25 + 10 = 68 \text{ mm},$$

bu ýerde $S_g = S_0 = 1520 \text{ mm}$; $T_{\min} = 1437 \text{ mm}$ (TUK boýunça); $h_{\min} = 25 \text{ mm}$; $\sum E = 4 + 4 + 2 = 10 \text{ mm}$.

U_d ölçegi (3.6) formula boýunça tapýarys:

$$U_d = b_k + t_z = 75 + 68 = 143 \text{ mm},$$

β burç (3.8) formula boýunça kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} \beta &= \arccos \left[\cos \beta_{bk} + \frac{b_k - U_d}{R} \right] = \\ &= \arccos \left(0,999789 + \frac{75 - 143}{300000} \right) = 1^\circ 43' 10''. \end{aligned}$$

3.16-njy çyzga laýyklykda,

$$\varphi_2 = \beta - \beta_{bk} = 1^\circ 43' 10'' - 1^\circ 10' 30'' = 0^\circ 32' 40''.$$

Ýitiniň uzynlygy,

$$\begin{aligned} l_{\text{ýiti}} &= \frac{\pi R_0}{180} (\beta_{bk} - \beta_b) + \frac{\pi R}{180} \varphi_2 = \frac{3,141593 \cdot 400000}{180} (1^\circ 10' 30'' - 0^\circ 23') + \\ &+ \frac{3,141593 \cdot 300000}{180} (0^\circ 32' 40'') = 8377 \text{ mm}. \end{aligned}$$

Düýp gurluşy içinden goýulan goýum görnüşli sowgutlarda ýitiniň bu uzynlygyny kabul etmek bolýar. Ýöne berlen tabşyrygyň şerti boýunça maýyşgak ýitili ýönekeý sepleşme görnüşli düýp gurluşyň gowusy hasap edilýänligi sebäpli, şu görnüşli kabul edýäris we B nokatda onuň egrelýän ýeri bolýanlygyny göz önünde tutmaly (3.32-

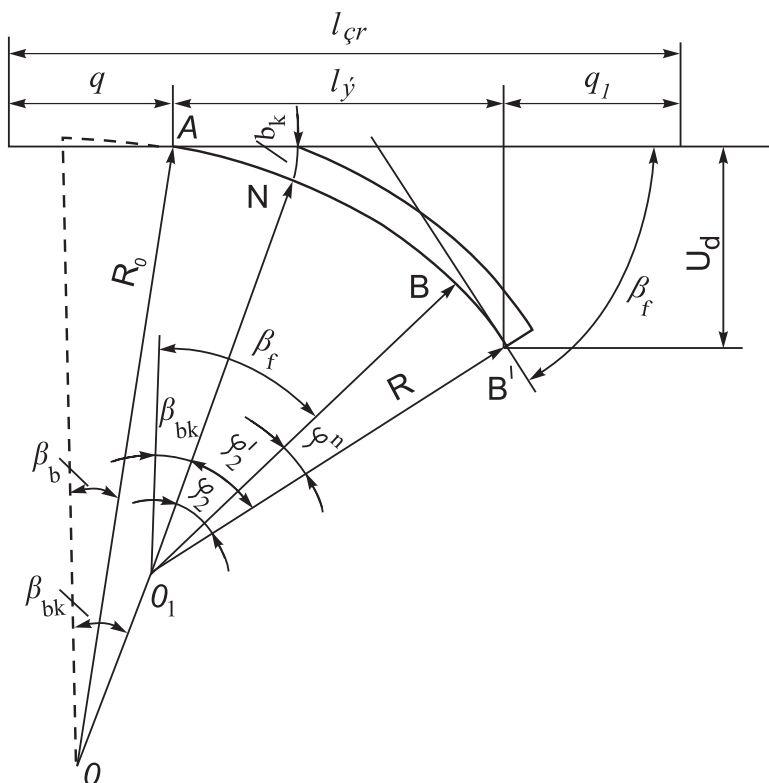
nji çyzgy). Ýitiniň uzynlygyny A nokatdan B' nokada çenli 10000 mm -e deň kabul edýäris.

Şunlukda, sowgut burçunyň fakt boýunça bahasy şeýle kesgitlenýär:

$$\beta_f = \beta_{bk} + \varphi'_2 = \beta_{bk} + (\varphi_2 + \varphi'').$$

$BB' = 10000 - 8377 = 1623 \text{ mm}$ dugada,

$$\varphi'' = 1623 \frac{180}{\pi R} = 1623 \frac{180}{3,141593 \cdot 300000} = 0^\circ 18' 35,9''.$$



3.32-nji çyzgy. Egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli ýitili iki radiusly sowgudýň parametrlerini kesgitlemek üçin hasap shemasy

Onda,

$$\varphi'_2 = \varphi_2 + \varphi'' = 0^\circ 32' 40'' + 0^\circ 18' 35,9'' = 0^\circ 51' 15,9''.$$

Şeýlelikde,

$$\beta_f = 1^\circ 10' 30'' + 0^\circ 51' 15,9'' = 2^\circ 1' 46''.$$

Çarçuwa relsiniň uzynlygyny kesgitlemek we pürsleri paylap goýmak. Ilki bilen çarçuwa relsiniň öňki çykydy q -i we yzky çykydy q_1 -i kesgitleýäris:

$$q = Ma_p + \frac{c - \delta - P_y}{2}.$$

Bu formulada M öňki çykydyň aşagyndaky $a_p = 525 \text{ mm}$ pürsara aralyklaryň sany, ony 5-e deň kabul edýäris. Sepleşmeli aralyk $c = 420 \text{ mm}$, sepleşmede yş $\delta = 10 \text{ mm}$. Ýitiniň başlangyjynda, onuň aşagyndaky goýum ýassygynyň ini $P_y = 180 \text{ mm}$. Onda 3.16-njy çyzga laýyklykda:

$$q = 5 \cdot 525 + \frac{420 - 10 - 180}{2} = 2740 \text{ mm}.$$

3.17-nji çyzga laýyklykda,

$$q = M'a_p + (c - \frac{\delta}{2}),$$

$M' = 1$, $a_p = 525 \text{ mm}$, $c = 420 \text{ mm}$ we $\delta = 10 \text{ mm}$ bolanda,

$$q_1 = 525 + (420 - \frac{10}{2}) = 940 \text{ mm}.$$

Tapylan q we q_1 -de çarçuwa relsiniň uzynlygyny (3.11) formula boýunça 3.32-nji çyzga baglylykda kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} l_{cr} &= q + R_0(\sin \beta_{bk} - \sin \beta_b) + R(\sin \beta_f - \sin \beta_{bk}) + q_1 = \\ &= 2740 + 400000(0,020506 - 0,006690) + 300000(0,035413 - \\ &\quad - 0,020506) + 940 = 13678 \text{ mm}. \end{aligned}$$

q we q_1 ölçegleri kesgitlenende, fakt boýunça olaryň aşagynda

$a_p = 525 \text{ mm}$ ýagdaýda pürsleri paýlamak hem kabul edilen. Indi pürsleri $A'B$ bölümde paýlap ýerleşdirmeli (3.17-nji b çyzgy).

$A'B$ -niň ölçegi:

$$A'B = l_y - a'_p - \frac{P_y}{2} - \frac{c}{2} = R_0(\sin \beta_{bk} - \sin \beta_b) + R(\sin \beta_f - \sin \beta_{bk}) - a_p = 400000(0,20506 - 0,006690) + 300000(0,035413 - 0,020506) - 688 - \frac{180}{2} - \frac{420}{2} = 9010 \text{ mm},$$

bu ýerde $a'_p = 668 \text{ mm}$ -geçiriji çeki ýerleşýän aralyk.

$a_p = 530 \text{ mm}$ -de $A'B$ bölümde aralyklaryň sany:

$$D = \frac{A'B}{530} = \frac{9010}{530} = 17.$$

Tutuşlaýyn guýma hajyň ölçeglerini kesgitlemek. 3.20-nji çyzga laýyklykda tutuşlaýyn guýma hajyň bogazynda želobyň ini (3.18) formula boýunça kesgitlenýär:

$$\min t_b = 1520 + 2 - (1437 + 25) = 60 \text{ mm}.$$

Tipleyin haçlardaky ýaly kabul edýäris, ýagny

$$t_b = 62 \text{ mm}.$$

Hajyň öň bölümüniň nazary uzynlygy (3.19) formula boýunça kesgitlenýär:

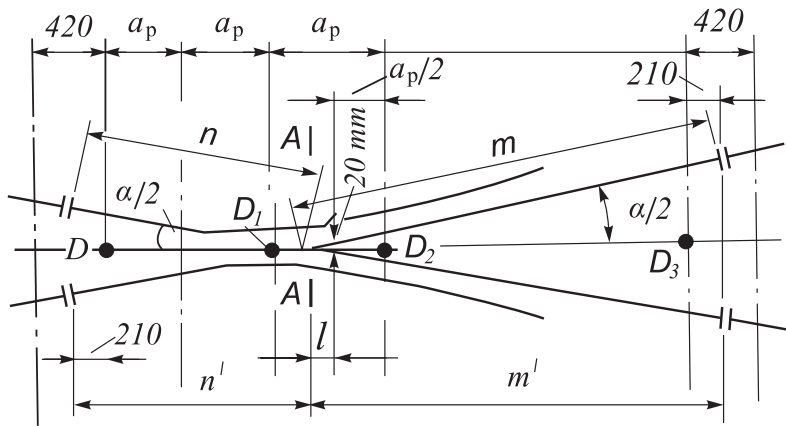
$$n = \frac{t_b}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{l_g}{2} = \frac{62}{2 \cdot 0,045314} + \frac{800}{2} = 1084 \text{ mm}$$

Hajyň yz bölümüniň nazary uzynlygy (3.17) formula boýunça kesgitlenýär:

$$m = \frac{B_d + b_k + 5}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{150 + 75 + 5}{2 \cdot 0,045361} = 2535 \text{ mm}.$$

Hajyň amaly uzynlygyny öňki we yzky sepleşmeleri $c=420$ mm-de köprüjik ulanmaklyk bilen asma görnüşde kabul edip, onuň aşagyndaky pürsleri rasional ýagdaýda paýlamak şertine esaslanyp kesgitleýäris. Şunlukda aralykdaky pürsara aralyklary $a_p=525$ mm (3.33-nji çyzgy).

n -iň we m -iň hajyň burçunyň bissektirisasy α proyeksiýasy şeýle görnüşde bolýar:



3.33-nji çyzgy. Tutuşlaýyn guýma hajyň amaly uzynlygyny kesgitlemek üçin hasap shemasy

$$n' = n \cos \frac{\alpha}{2} = 1084 \cdot 0,998972 = 1083 \text{ mm};$$

$$m' = m \cos \frac{\alpha}{2} = 2535 \cdot 0,998972 = 2532 \text{ mm}.$$

Hajyň öňki we yzky sepleşmelerinde, onuň aşagyndaky birinji pürsler sepleşmeden $\frac{420}{2} = 210$ mm-e deň bolan aralykda ýerleşýär.

Iň köp urgy tigiriň usowikden serdeçnige geçýän ýerindäki, takmynan $l = 110$ mm aralykda (A-A kesimden onuň ininiň 20 mm-e deň bolan ýerine çenli) bolup geçýär. Serdeçnigiň 20 mm-lik kesimini aralygyň

ortasynda ($a_p/2$) ýerleşdirmeli, şonda

$$DD_1 = n' - 210 + l - \frac{a_p}{2} = 1083 - 210 + 110 - \frac{525}{2} = 720 \text{ mm.}$$

Kabul edilen $a_p=525 \text{ mm}$ aralyk bilen DD_1 bölümde olaryň sany:

$$M = \frac{DD_1}{a_p} = \frac{720}{525} = 1 + 195 \text{ mm.}$$

Aralyklaryň sanyny $(M+1)$ ikä deň diýip kabul edýäris. Onda $DD'_{\text{fak}} = 2 \cdot 525 = 1050 \text{ m}$. Mundan soň fakt boýunça proyeksiýa:

$$n'_{\text{fak}} = 210 + 2 \cdot 525 + \frac{525}{2} - 110 = 1412 \text{ mm.}$$

Onda öňki bölümniň amaly uzynlygy:

$$n_a = \frac{n'_{\text{fak}}}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{1412}{0,998972} = 1413 \text{ mm.}$$

Hajyň yzky bölümindäki D_2D_3 aralygy indiki formula boýunça tapýarys:

$$D_2D_3 = m' - l - \frac{a_p}{2} - 210 = 2532 - 110 - \frac{525}{2} - 210 = 1950 \text{ mm.}$$

Hajyň yzky bölüminiň aşagyndaky aralyklaryň sany:

$$M' = \frac{1950}{525} = 3 + 375 \text{ mm,}$$

kabul edýäris $M' = 4$, onda

$$D_2D_3 = 4 \cdot 525 = 2100 \text{ mm.}$$

Şunlukda fakt boýunça proyeksiýa:

$$m'_{\text{fak}} = l + \frac{a_p}{2} + 4 \cdot 525 + 210 = 110 + \frac{525}{2} + 4 \cdot 525 + 210 = 2682 \text{ mm.}$$

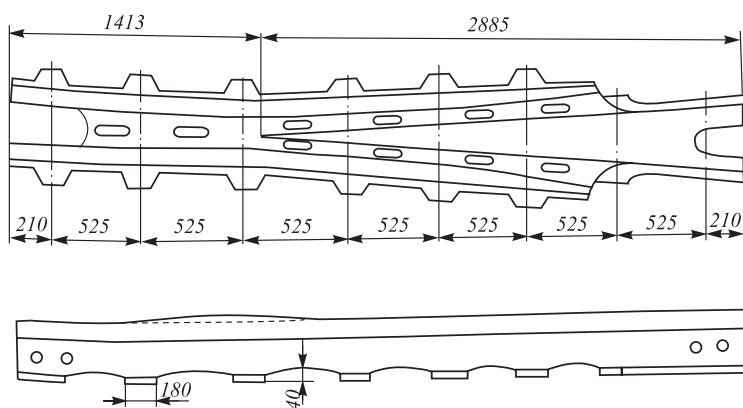
Yzky bölümniň amaly uzynlygy:

$$m_a = \frac{m'_{\text{fak}}}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{2682}{0,998972} = 2685 \text{ mm.}$$

Şeýlelikde, hasaplanylýan hajyň doly amaly uzynlygy:

$$l_h = n_a + m_a = 1413 + 2685 = 4098 \text{ mm.}$$

Tutuşlaýyn guýma ýeňledilen görnüşli haç 3.34-nji çyzgyda görkezilýär. Berlen maglumatlara görä onuň aýratynlyklary şu aşakdakylardan ybarat:



3.34-nji çyzgy. Tutuşlaýyn guýma ýeňledilen görnüşli haç

ol tipleýin guýma serdeçnikli ýygananan haçdan (usowigiň iýilýän bölümi bilen umumy guýulan) 1,2÷1,5 m gysga;

onuň massasy tipleýin guýma serdeçnikli ýygananan hajyňka ýakyn. Bu ýeňledilen hajyň ýeňledilmesi, onuň uzaboýuna kese kesiminiň görnüşi birmeňzeş dældigi-aşaky guşaklygy arka görnüşdedigi, pürsleriň ýerleşýän ýeri aýa görnüşli, şeýle-de želobyň içinde süýri deşikleriň we boşluklaryň bolmagynyň hasabyna gazanylýar;

sepleşme deşikleri dört, her ujunda iki sany;

sepleşmeler birleşdirilýän elementleriň birmeňzeş bolmadyk moment inersiýalaryny sazlamak üçin asma köprüjik (lafet) ulanylan görnüşde göz önünde tutulan;

bular ýaly haç her sowgutly geçirijide takmynan 5 m rels tygşytlamaga mümkinçilik berýär;

zawodda taýýarlanýan hajyň bahasy tipleýin guýma serdeçnikli ýygananan hajyňkydan has pes.

Sowgutly geçirijiniň esasy ölçeglerini kesgitlemek. N nokatdan geçiriji egriniň ahyryna çenli ýitiniň egrisiniň (3.27-nji çyzgy) radiusyny kabul edýäris, ýagny $R=300000$ mm. R -iň şu bahasynda (3.42) formula boýunça hajyň matematiki merkeziniň önündäki göni goýum K -ny tapýarys:

$$K = \frac{1520 - 400000(0,999977 - 0,999789) - 300000(0,999789 - 0,995893)}{0,090536} = 3048 \text{ mm.}$$

Sowgutly geçirijiniň nazary uzynlygy (3.38) formula boýunça tapylýar:

$$L_n = 400000(0,020506 - 0,006690) + 300000(0,00536 - 0,020506) + 3048 \cdot 0,995893 = 29570 \text{ mm.}$$

Sowgutly geçirijiniň amaly uzynlygy (3.40) formula boýunça:

$$L_a = 2740 + 29570 + 2685 = 34995 \text{ mm.}$$

Onuň oky boýunça ölçeglerini 3.27-nji çyzga laýyklykda (3.47) formula boýunça tapmaly:

$$b = \frac{1520}{2 \cdot 0,045361} + 2685 = 16754 + 2685 = 19439 \text{ mm;}$$

$$a = 34995 - 19439 = 15556 \text{ mm.}$$

Geçiriji egrisiniň biçim işleri üçin koordinatalaryny kesgitlemek. Ýitiniň düýbünüň garşysynda çarçuwa relsiniň işçi gyraňynda ýatan koordinatalaryň başynda A nokatda (3.29-njy çyzgy), $x = 0$ -da başlangyç ordinatany (3.50) formula boýunça tapýarys:

$$y_0 = 400000(0,999977 - 0,999789) + 300000(0,999789 - 0,999327) = 214 \text{ mm.}$$

(3.49) formula boýunça ahyrky abssissa:

$$x_a = 29570 - 400000(0,020506 - 0,006690) - 300000(0,035413 - 0,020506) - 3048 \cdot 0,995893 = 16524 \text{ mm.}$$

Şeýlelikde, her 2 m -den çalyşýan abssissalarda yzygiderlik boýunça ordinatalary (3.51) formula boýunça tapmaly. Şu maksat bilen 3.2-nji tablisanyň nusgasynda 3.3-nji tablisany düzýäris.

$$\text{Barlag: } y_a = S_0 - K \sin \alpha = 1520 - 3048 \cdot 0,090576 = 1244 \text{ mm.}$$

3.3-nji tablica

Ordinalalaryň hasaby

x_n, m	x_n	$\sin \gamma_n = \sin \beta_f + \frac{x_n}{R}$	$\cos \gamma_n$	$y_n = y_0 + R(\cos \beta_f - \cos \gamma_n)$
$x_0=0$	0	$\sin \beta_f=0,035413$	0,999327	$y_0=214$
$x_1=2$	0,006666	0,042079	0,999114	$y_1=278$
$x_2=4$	0,013333	0,048746	0,998811	$y_2=368$
$x_3=6$	0,02	0,055413	0,998462	$y_3=473$
$x_4=8$	0,026666	0,062079	0,998075	$y_4=589$
$x_5=10$	0,033333	0,068746	0,997663	$y_5=713$
$x_6=12$	0,04	0,075413	0,997152	$y_6=866$
$x_7=14$	0,046666	0,082079	0,996625	$y_7=1024$
$x_8 = x_a = 16,524$	0,055126	0,090539	0,995843	$y_8 = y_a = 1244$

Sowgutly geçirijiniň düzümine girýän relsleriň uzynlyklaryny kesgitlemek. 3.30-njy çyzga laýyklykda sowgutly geçirijä goýmak üçin $l_{lr}=12500 \text{ mm}$ -lik uzynlykdaky laýyk relsleri kabul edýäris.

Relsleriň uzynlyklaryny kabul edýäris:

$$l_1 = l_3 = l_5 = l_7 = l_{lr} = 12500 \text{ mm.}$$

Onda (3.54) formula boýunça ikinji relsiň uzynlygy:

$$l_2 = 34995 - 13678 - 12500 - 2 \cdot 10 = 8797 \text{ mm.}$$

(3.55) formula boýunça dördünji relsiň uzynlygy:

$$\begin{aligned} l_4 &= (400000 + \frac{75}{2})(1^\circ 10' 30'' - 0^\circ 23') \cdot \frac{3,141593}{180} + (300000 + \\ &+ \frac{75}{2})(5^\circ 11' 40'' - 1^\circ 10' 30'') \cdot \frac{3,141593}{180} + 3048 - 10000 - \\ &- 12500 - 1413 - 3 \cdot 10 = 5676 \text{ mm.} \end{aligned}$$

(3.56) formula boýunça altynjy relsiň uzynlygy:

$$l_6 = 29570 - 10000 - 12500 - 1413 - 3 \cdot 10 = 5627 \text{ mm.}$$

(3.57) formula boýunça sekizinji relsiň uzynlygy:

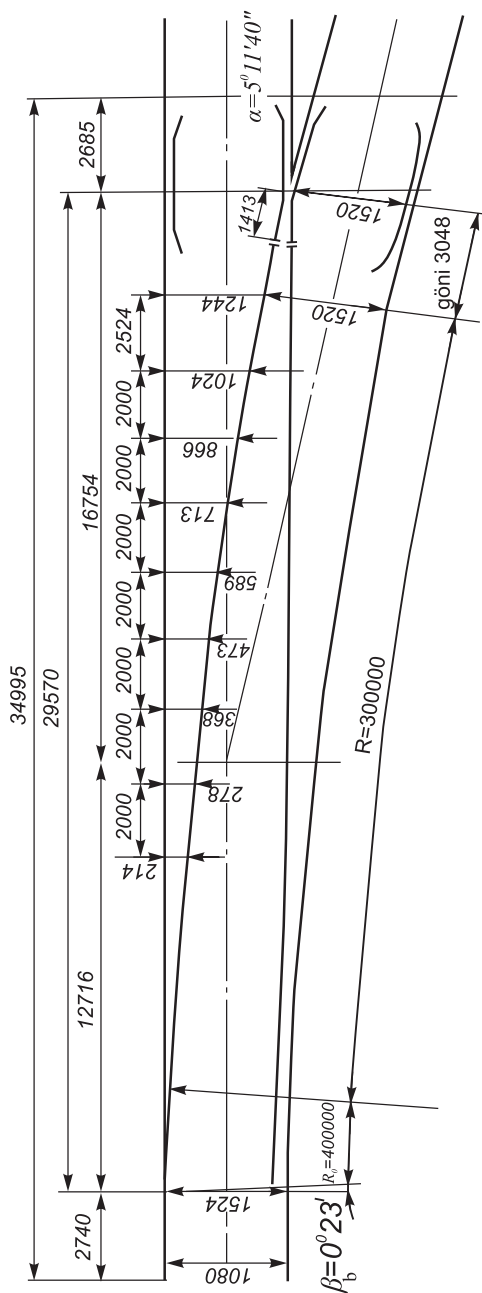
$$\begin{aligned} l_8 &\approx 2740 - 1524 \cdot 0,00669 + (400000 - 1524 - \frac{75}{2})(1^\circ 10' 30'' - \\ &- 0^\circ 23') \cdot \frac{3,141593}{180} + (300000 - 1524 - \frac{75}{2})(5^\circ 11' 40'' - \\ &- 1^\circ 10' 30'') \cdot \frac{3,141593}{180} + 3048 + 2685 - 13678 - 12500 - 2 \cdot 10 = \\ &= 8812 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Sowgutly geçirijiniň kese tekizlikdäki proyeksiýasynyň çyzgysyny düzmek. Birleşdiriji ýollaryň aşagynda pürsleri paýlap goýmak. Çarçuwa relsiniň we hajyň uzynlygy kesgitlenende olaryň aşagynda pürsleri paýlap goýmak işi hem ýerine ýetirilipdi.

3.34-nji çyzga laýyklykda 3.35-nji we 3.35.1-nji çyzgylarda sowgutly geçirijiniň aşagynda pürsleri paýlap goýmaklygyň kese tekizlikdäki proyeksiýasynyň çyzgysy we onuň biçim shemasy görkezilýär.

3.8. Ýekebara simmetriki sowgutly geçirijiler

Hemme bölekleri (elementleri) hajyň burçunyň bissektrisasý bolan göni ýoluň okuna baglylykda simmetriki ýagdaýda ýerleşen sow-



3.35.1-nji çyzgy. Hajy $\frac{1}{11}$ kysymly P65 tipli sowgutly geçirijiniň kese tekizlikdäki
 proyeksiýasynyň çyzgysy. Geometriki häsiýetlendirmesi

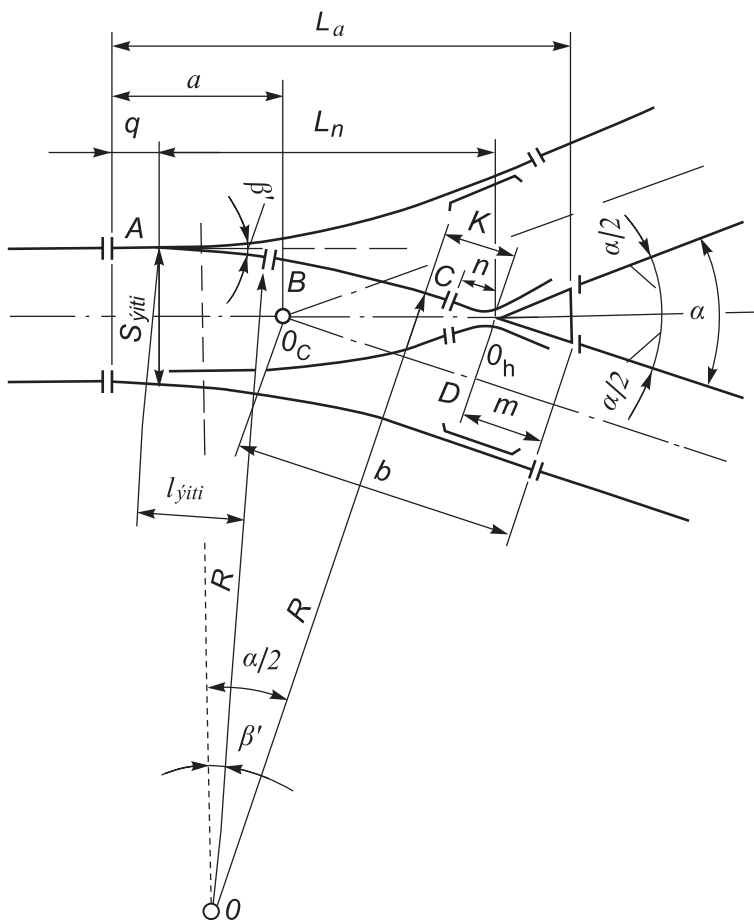
gutly geçirijä ýekebara ikitaraplaýyn simmetriki sowgutly geçiriji diýilýär.

Ýekebara ikitaraplaýyn simmetriki sowgutly geçirijini tapawutlandyran aýratynlyklar:

onuň hemme bölekleriniň göni ýoluň okuna ýa-da hajyň burçunyň bissektriasyna baglylykda simmetriki ýerleşmegi;

onuň birleşdiriji ýollarynyň ikisiniň hem egriçyzyklaýynlygy;

ýitileriň birmeňzeş uzynlygynda, göni ýoluň ugry bilen ýitiniň işçi gyraňlarynyň arasyndaky burç adaty sowgutly geçirijileriň sowgutlarynyňka garanynda takmynan 2 esse kiçi;



3.36-njy çyzygy. Simmetriki sowgutly geçirijiniň shemasy

geçiriji egrisiniň birmeňzeş radiusynda simmetriki sowgutly geçirijiler gysga bolýar; hajyň matematiki merkeziniň önündäki birmeňzeş göni goýumda adaty geçirijileriňkä garanynda, simmetriki sowgutly geçirijilerde radius tas iki esse uly bolýar (3.4-nji tablisa); geçiriji egriniň şol bir uzynlygyny we onuň radiusyny saklap adaty geçirijileriňkä görä, uly burçly haçlary ulanmak bolýar.

3.4-nji tablisa

Ýekebara ikitaraplaýyn simmetriki sowgutly geçirijiniň tapawutly aýratynlyklary

Hajyň kysymy	Sowgutly geçirijiniň doly uzynlygy, <i>m</i>		Simmetriki we adaty sowgutly geçirijiler üçin hajyň matema-tiki merkeziniň önündäki göni goýum <i>K, mm</i>	Geçiriji egrisiniň radiusy, <i>m</i>	
	simmet-riki	adaty		simmetriki	adaty
1/11	32,328	32,343	2470	608,650	305,000
1/9	27,532	28,340	2160	392,603	197,935
1/8	26,022	26.206	1700	316,960	164,039

Ýekebara simmetriki sowgutly geçirijiniň ýokarda görkezilen häsiýetleri, olaryň giňden ulanylmaly ýerlerini kesgitledi. Mysal üçin, ABŞ-da şular ýaly $\beta_b = 0^{\circ}15'40,25''$ hajy $\frac{1}{24}$ kysymly sowgutly geçirijiler ýokary rahatlykly, $140 \frac{km}{sag}$ hereket tizlikli otlularyň we $190 \frac{km}{sag}$ tehniki tizlikli ýollarynda ulanylýar. Biziň tejribeligimiz-de bular esasy ýollarda ulanylmaýar.

Simmetriki sowgutly geçirijiler has hem stansiýalaryň dar ýerlerinde, esasan hem geçiriji egrisi rugsat edilýän radiusly sortlaýjy depejikleriň ýollarynda gysga sowgutly geçirijileriň zerur bolan ýerlerinde ulanylýar.

3.8.1. Ýekebara simmetriki sowgutly geçirijileriň sowgudynyň we hajynyň hasap işleri

Ýitileriniň plandan görnüşi boýunça ýekebara ikitaraplaýyn simmetriki sowgutly geçirijileriň sowgutlary göni ýitili we egričyzyklaýyn ýitili görnüşde bolýar.

Simmetriki sowgutly geçirijileriň sowgudynyň hasap we gurna işleri edil adaty sowgutly geçirijileriň sowgudynyňky ýaly tertipde geçirilýär.

Ýekebara simmetriki sowgutly geçirijileriň hajy hem gurluş taýdan relsden-ýygananan, guýma serdeçnikli we tutuşlaýyn guýma haçly sowgutly geçirijileriňki ýalydyr. Olaryň hasap işleriniň hem adaty sowgutly geçirijileriň hajynyň hasap işlerinden tapawudy ýok.

3.8.2. Ýekebara simmetriki sowgutly geçirijiniň esasy geometriki ölçeglerini kesgitlemek

Göni ýitili ýekebara simmetriki sowgutly geçirijiniň esasy geometriki ölçeglerini kesgitlemek üçin hasap deňlemelerini $ABCO_k$ konturlaryň öz aralaryndaky perpendikulýar oklaryna proyektirläp (3.36-njy çyzgy) ýazmak bolar.

$ABCO_k$ kontury kese oka proyektirläp, alýarys:

$$l_{\text{ýiti}} \cos \beta' + R(\sin \frac{\alpha}{2} - \sin \beta') + K \cos \frac{\alpha}{2} = L_n, \quad (3.58)$$

bu ýerde β' -ýitiniň işçi gyraňy bilen çarçuwa relsiniň işçi gyraňynyň göniçyzyklaýyn ugrunyň dowamynyň arasynda dörän burç, β' burç sowgut burçuna deň hem bolup biler, ýöne köplenç ýagdaýlarda onuň ýaryndan uly bolýar.

Şol bir konturyň dik oka proyeksiýasy, şeýle görünýär:

$$l_{\text{ýiti}} \sin \beta' + R(\cos \beta' - \cos \frac{\alpha}{2}) + K \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{S_{\text{ýiti}}}{2}, \quad (3.59)$$

bu ýerde $S_{\text{ýiti}}$ -ýitiniň başlangyjynda relsara ululygynyň ini.

(3.58) we (3.59) aňlatmalar ýekebara simmetriki sowgutly geçirijiniň R, K, L_n, L_a, a we b esasy geometriki ölçeglerini kesgitlemek üçin hasap deňlemesi hasaplanýar.

3.36-njy çyzga laýyklykda goşmaça üçünji deňlemäni düzýäris:

$$q + L_n + m \cos \frac{\alpha}{2} = L_a, \quad (3.60)$$

3.9. Bitewi kesişmeler

Rels ýollarynyň bitewi kesişmeleri dünýäniň demir ýollarynda giňden ulanylýar. Bitewi kesişmeler bizde diňe stansiýalaryň we zawoddyr-senagat ýollarynda ulanylsa, mysal üçin, ABŞ-da olary ulanmaklyk esasy ýollarda hem giň gerim aldy.

Rels ýollarynyň bir derejede nähili burç boýunça kesişýändigine baglylykda, bitewi kesişmeler *göniburçly* we *gyýaburçly* görnüşlere bölünýär.

Göniburçly bitewi kesişmeleriň görnüşleri:

kesişýän rels ýollarynyň relsara ululyklarynyň ini (kesişýän rels ýollarynyň dürli we birmeňzeş indäki relsara ululyklarynda bolmagy) boýunça;

hajynyň gurluşy (hemme ýeri tutuşlaýyn guýma, tutuşlaýyn guýma haçly, guýma serdeçnikli ýyganan haçly, ýyganan-relsli haçly) boýunça.

Göniburçly bitewi kesişme (3.37-nji çyzgy) dört haçdan 1, dört kontrrelsden 2, bir kontur boýunça ýapyk içki kontrrelsden 3 we beýleki ownuk şaýlardan durýar.

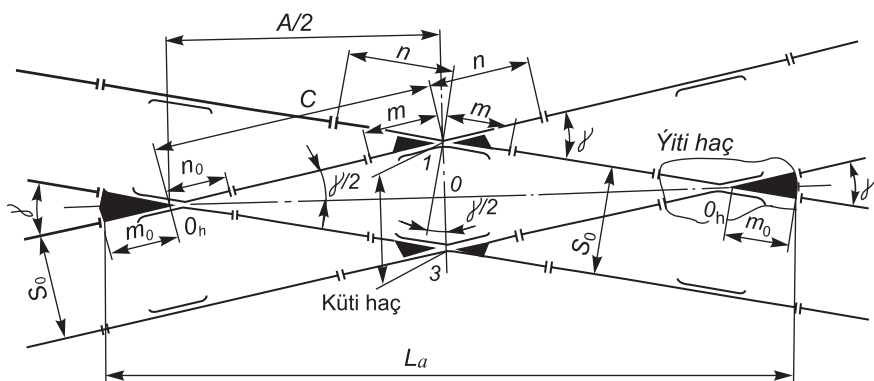
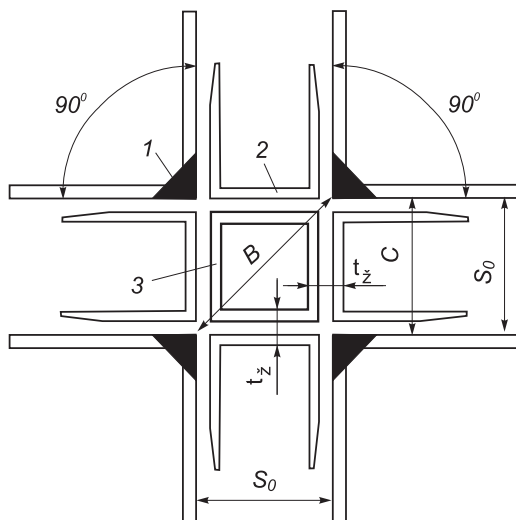
Bitewi kesişmelerde tigris rels sapagynyň üzülýän yerinden geçende güýçli ýagdaýda urulyp bilýär. Tigiriň bu täsiriniň önüni almak üçin kähatlarda ýyganan haçlarda rels bilen kontrrelsiň arasyndaky želobyň içinde goýum goýýarlar, ýagny tigris öz erňegi bilen şol goýum boýunça tigirlenip geçer ýaly. Goýumlaryň uçlaryna $0,01 \div 0,25$ aralykda enňitlik berilýär.

Göniburçly bitewi kesişmeler köplenç ýagdaýlarda agaç pürsleriň üstünde goýulýar. ABŞ-da bular ýaly kesişmeleri kä halatlarda demir beton plitalaryň üstünde hem goýýarlar.

Gyýaburçly ýa-da romb şekilli bitewi kesişmeler hem iki görnüşde, ýagny, birmeňzeş we dürli indäki relsara ululyklarynda kesişýän görnüşde bolýar.

Magistral ýollarda diňe romb şekilli, ini birmeňzeş indäki relsara ululykly, iki göniçyzyklaýyn ýolly bitewi kesişmeleri ulanylýar.

Gyýaburçly bitewi kesişme (3.38-nji çyzgy) iki ýiti haçlardan, iki kütäk haçlardan, relslerden we geçiriji pürslerinden durýar. Bular ýaly bitewi kesişmäniň geometriki esasy- $O_h, 1, O_h, 3$ depeleri bolan romb. Bitewi kesişmäniň esasy geometriki häsiýetlendirijileri:



$A - O_h - O_h$ аралык-битери кесішмәнін ромбуньн uly diagonalы (oky);

$B-1-3$ аралык-битеві кесішмәнін ромбуның кіші диагоналы (оқы);

bu ýerde ζ – bitewi kesişmäniň rombunyň topary-usowigiň (n_0) we serdeçnigiň (m) relsiniň işçi gyraňy boýunça ölçenen $O_h - 1$ aralyk;

L_a – bitewi kesişmäniň doly ýa-da amaly uzynlygy; n, m, n_0 we m_0 -hajyň ölçegleri.

Hajyň γ burçy bitewi kesişmäniň ulanyлма maksadyna baglylyk-da kabul edilýär, ýagny:

1) eger-de romb şekilli bitewi kesişme özbaşdak gurluş hökmünde işletmek üçin göz önünde tutulan bolsa, onda γ düzgün boýunça $75, 60, 45, 30^\circ$ we 2α deň kabul edilýär, bu ýerde α -adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň hajynyň burçy;

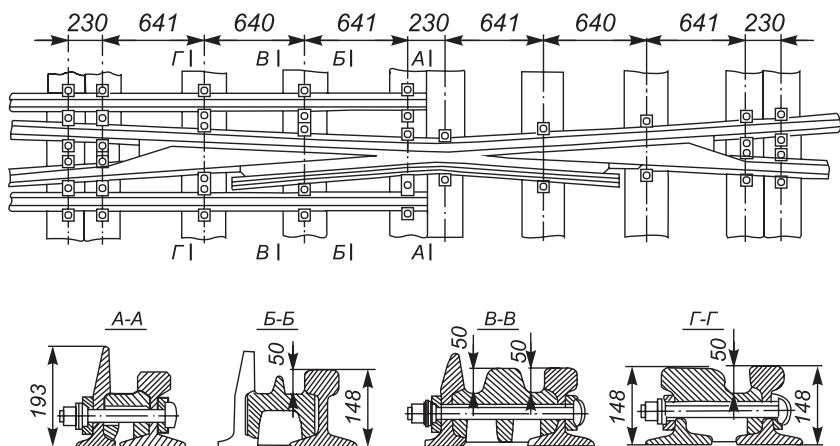
2) eger-de bitewi kesişme atanaklaýyn sýezdde goýmak üçin niýetlenilen bolsa, onda γ burç 2α deň kabul edilýär; bular ýaly ýagdaýlarda gyýaburçly bitewi kesişmäniň kütäk we ýiti burçlary onuň $\frac{2}{N}$ kysymyny häsiýetlendirýär we goşa diýip atlandyrylýar;

3) eger-de bitewi kesişme atanaklaýyn sowgutly geçirijide goýmak üçin niýetlenilen bolsa, onda γ burç adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň hajynyň burçy α deň kabul edilýär.

Gyýaburçly bitewi kesişmäniň ýiti haçlary gurluş taýdan adaty ýekebara ýa-da simmetriki sowgutly geçirijileriň haçlaryndan diňe kabul edilen γ burçuna bagly ölçegleri bilen tapawutlanýar. Şonuň üçin onuň gurnama we hasap işleri hem edil adaty ýekebara we simmetriki sowgutly geçirijileriň haçlarynyňky ýaly tertipde geçirilýär.

Gyýaburçly bitewi kesişmäniň kütäk haçlary ýiti haçlaryndan tapawutlydyr. Bu tapawut, kütäk haçda γ burç (adaty sowgutly geçirijiniň hajynyň burçy) $\alpha, 2\alpha$ deň we 2α -dan hem uly bolup biler. Mundan başga-da, kütäk haçlaryň iki serdeçnigi bar, kontrrelsleri hajyň bir bölegi bolup durýar we üsti relsiň tigr geçýän üstüne görä ýokarlandyrylan (3.39-njy çyzgy).

Kütäk haçlaryň hasap işlerini onuň tipine, γ burçuna we gurluşyna baglylykdaky häsiýetlerini göz önünde tutup, ýiti haçlaryň hasaplanýşy esasynda ýerine ýetirýärler.



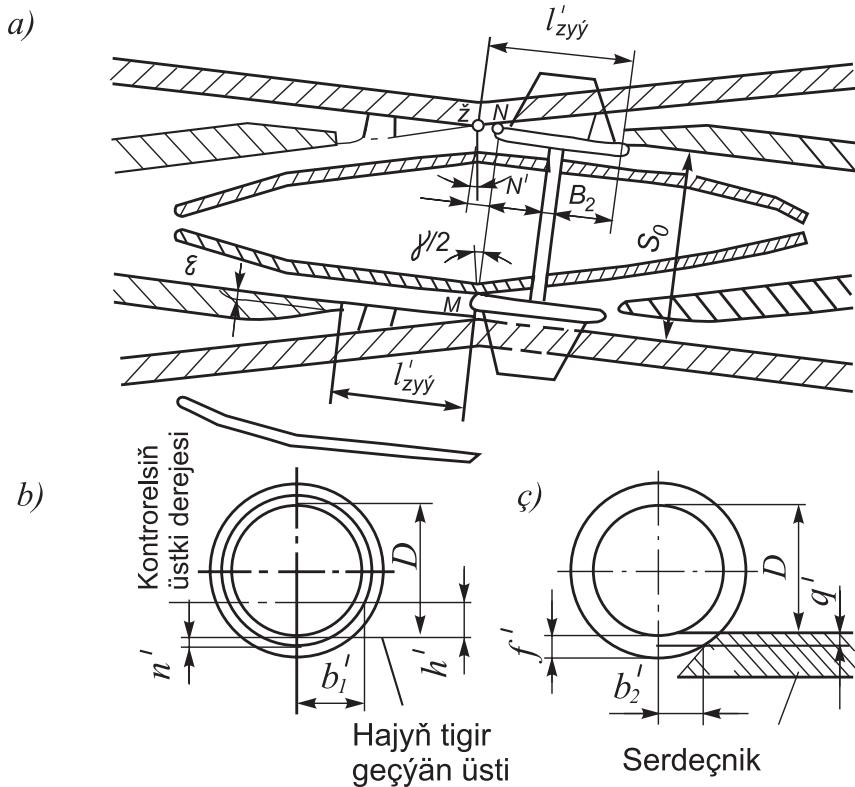
3.39-njy çyzgy. Guýma serdeçnikli ýygnanan kütäk haç

Kütäk hajyň serdeçniginiň ýitisiniň profili adatça simmetriki däl ýagdaýda projektirlenýär. Sebäbi onuň usowige ýakyn gyraňynyň aýlawçasynyň radiusy kiçi bolýar. Ol onuň kontrrels hökmünde hem işleýändigini bilen düşündirilýär.

Tipleýin kütäk haçlaryň serdeçniginiň relsleriň tigir geçýän üstüne görä peselmesi şeýle kabul edilen:

Serdeçnigiň kese kesimi, <i>mm</i>	Serdeçnigiň peselmesi, <i>mm</i>
12	10
20	4
30	1
40	0

Kütäk haçlarda kontrrelsleriň relsleriň tigir geçýän üstüne görä ýokary bolmagy (3.40-njy çyzgy) esasan $l'_{zyý}$ zyýanly boşlugyň (serdeçnigiň fiziki ýitisinden hajyň matematiki merkezine çenli aralyk) täsirini azaltmak we hereketdäki demir ýol ekipažynyň täsiriniň erňeginiň gerek bolan želoba düşüşini gowulandyrmak üçin zerurdyr. Serdeçnigiň fiziki ýitisi $\varepsilon = 9 \div 12 \text{ mm}$.



3.40-njy çyzgy. Gyýaburçly bitewi kesişmäniň kütäk haçlaryndaky zyýanly boşlugy kesgitlemek üçin shemasy

Kütäk haçlarda zyýanly boşlugyň uzynlygy:

$$l'_{zyý} = \frac{t_k}{\sin \gamma} + \frac{\varepsilon}{2 \sin \frac{\gamma}{2}}, \quad (3.61)$$

bu ýerde t_k -kütäk hajyň matematiki merkeziniň garşysynda serdeçnigiň okunyň perpendikulýary boýunça ölçenen želobynyň ini.

Görşümüz ýaly, γ burç näçe uly bolsa, şonça-da $l'_{zyý}$ -yň ölçegi kiçi bolýar. 3.40-njy a çyzgyda shemalaýyn görkezilişi ýaly, tigr jübüdiň zyýanly boşlukdan geçip barýarka ugruny ýitirmezligi üçin

$$l'_{zy} \leq k' + b'_1 + b'_2 \quad (3.62)$$

bolmagy zerur.

Şeýlelikde, ýokarda görkezilen tigr öz erňegi bilen serdeçnik boýunça ugur alýar, şol bir wagtyň özünde aşakda görkezilen tigr öz erňegi bilen M nokatdaky kontrrelsiň çep bölümüne ugur almasyny bes etmeýär.

Ölçeg k' , $M\check{Z}H$ üçburçlukdan tapylýar,

$$k' = (S_0 - t_k) \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}, \quad (3.63)$$

b'_1 -iň bahasy tigr jübüdiniň okundan tigiriň kontrrels tarapdaky gapdala gysylan nokadyna çenli aralyk hökmünde kesgitlenýär. Bu gysylan nokat tigr geçýän üstünden $n' = 10 \text{ mm}$ aşakda (3.40-njy b çyzgy) ýerleşýär. Şonuň bilen baglylykda mümkin bolan gapdal gysylmanyň nokatlarynyň aýlawynyň diametri $D - 2n'$ -e deň, bu ýerde D -aýlaw üstüniň ortasy boýunça tigiriň diametri. Kontrrelsiň ýokarsyny tigr geçýän üste görä h' ululyga ýokarlandyrylan hökmünde göz önüne getirip, b'_1 -iň bahasyny tapýarys. Aýlaw üstünden diametre düşürilen perpendikulýar diametrleriň kesimleriniň arasynda orta proporsionaldygyny göz önünde tutup, alýarys:

$$b'_1 = \sqrt{(D + n' - h')(n' + h')}, \quad (3.64)$$

b'_2 -niň bahasyny usowigiň tigr geçýän üstüne görä 10 mm ululyga peseldilen ýer bolan, tigr jübüdiniň okundan serdeçnigiň fiziki ýitisine ýeten ýere çenli kese ugur boýunça aralyk hökmünde tapýarlar. Onda,

$$b'_2 = \sqrt{(D + f' + q')(f' - q')}, \quad (3.65)$$

bu ýerde f' -tigiriň erňeginiň beýikligi.

Gabaranyň çäklendirmesi boýunça kontrrelsiň h' beýikligi (ýokarlandyrylmasy) tigr geçýän üste görä 50 mm-den uly bolmaly däl.

Şonuň üçin usowikleriň we serdeçnigiň tigr geçýän üstüniň iýilmesi- ni hasaba almak bilen $h'=45\text{ mm}$ kabul edýäris.

Mysal üçin, $D=1050\text{ mm}$ wagon tigriniň diametrinde we $f'=28\text{ mm}$ erňeginiň beýikliginde, $n'=10\text{ mm}$ we $q'=10\text{ mm}$ bolanda $\frac{1}{9}$ kysymly kesişmeler üçin $h'=0$ -da (3.63), (3.64) we (3.65) formulalara laýyklykda alýarys: $k'=82\text{ mm}$, $b'_1=103\text{ mm}$ we $b'_2=140\text{ mm}$. Soňra tapýarys, $S_0=1524\text{ mm}$ we $t_k=46\text{ mm}$ bolanda $l'_{zyy}=525\text{ mm}$.

Görşümüz ýaly, $525>82+103+140=325$, ýagny (3.62) şert kanagatlandyrylmaýar, sebäbi zyýanly boşlugy aşakdaky ululyk ýapmaýar

$$d'=l'_{zyy}-k'-b'_2=525-325=200\text{ mm}.$$

$h'=45\text{ mm}$ bolanda, d' ululyk 67 mm -e çenli kiçelýär.

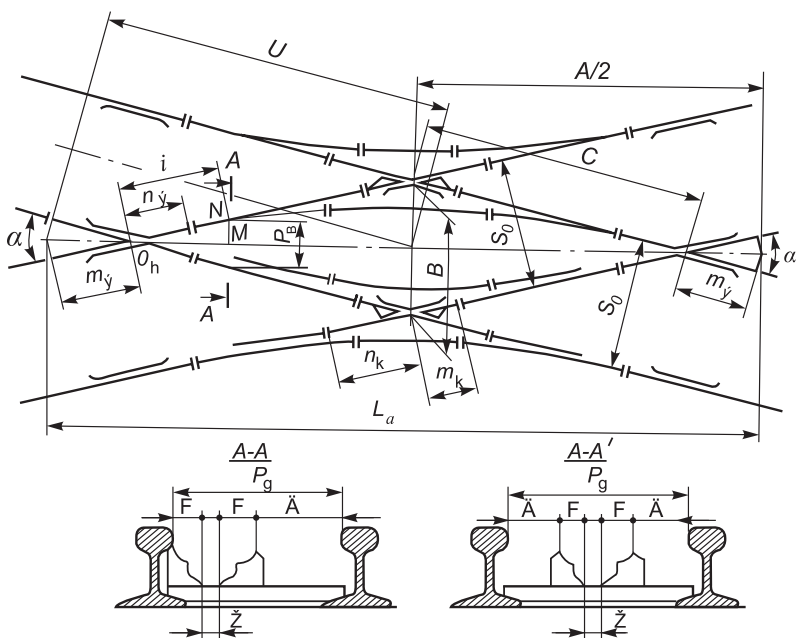
Formula girýän, kabul edilen ululyklaryň bahasynda zyýanly boşluk $\frac{1}{6}$ we ondan-da radiusy kiçi bolan kysymly haçlarda dolulygyna ýapylýar. $\frac{1}{4,5}$ we ondan-da radiusy kiçi bolan kysymly haçlarda kontrelsiň beýikligi boýunça artykmaçlygy talap edilmeýär.

d' ýapylmadyk ýeriň bolmagy $\frac{1}{9}$ we ondan-da radiusy uly bolan kysymly kütäk haçlaryň ulanylmagyny çäklendirýär. Şundan görşümüz ýaly, radiusy $\frac{1}{9}$ kysymly haçlaryň radiusyndan uly bolan kütäk haçlary süýşme serdeçnikli görnüşde taýýarlamak maslahat berilýär.

3.10. Atanaklaýyn sowgutly geçirijiler

Atanaklaýyn sowgutly geçirijiler (3.41-nji çyzgy) dört ugur boýunça otlularyň hereketini amala aşyrmaga mümkinçilik berýär we gyýaburçly bitewi kesişmäniň hem ýekebara sowgutly geçirijiniň (sowgudynyň) elementlerinden durýar. Bular ýaly geçiriji iki adaty sowgutly geçirijiden durýan ulgamyň ýerini tutýar. Şunlukda atanaklaýyn geçirijiniň uzynlygy iki sany adaty sowgutly geçirijiniň uzynlygyndan tas 2 esse kiçi.

Şonuň üçin bular ýaly geçirijileri dar ýerli şertlerde, ylaýtada tupikleyin ýolagçy stansiýalarynda ulanmak amatly hasaplanýar.



3.41-nji çyzgy. Goşa atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň shemasy

Atanaklaýyn sowgutly geçiriji iki sany kontrrelsleri bilen bilelikde ýiti haçdan, iki kütäk haçdan, dört jübüt ýitilerden, birleşdiriji relslerden we geçiriji pürslerinden durýar.

Atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň hajynyň hasap işleri gyýaburçly bitewi kesişmäniň hajynyň hasap işlerine meňzeş ýerine ýetirilýär.

Atanaklaýyn geçirijiniň sowgudy hem ýekebara sowgutly geçirijiniň sowgudy ýaly hasaplanýar we gurnalýar.

Goşa atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň esasy geometriki ölçeglerini kesgitlemek. Atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň kesişmesiniň rombunyň ölçegleri, ýiti hajyň matematiki merkezinden ýitiniň başlangyjyna çenli aralygy, geçiriji egriniň radiusy onuň esasy geometriki häsiýetleri hasaplanýar.

Atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň kesişmesiniň rombunyň ölçegleri $\gamma = \alpha$ bolanda şeýle bolýar:

rombuň uly diagonaly

$$A = \frac{S_0}{\sin \frac{\alpha}{2}};$$

rombuň kiçi diagonaly

$$B = \frac{S_0}{\cos \frac{\alpha}{2}};$$

rombuň taraplary

$$C = \frac{S_0}{\sin \alpha}.$$

Atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň doly ýa-da amaly uzynlygy

$$L_a = A + 2\left(\frac{m_0}{\cos \frac{\alpha}{2}}\right).$$

Geçirijiniň oky boýunça ölçegleri:

$$U = m_0 + \frac{A}{2} \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Usowigiň we oňa birigýän çarçuwa relsň işçi gyraňlary boýunça ölçenen ýiti hajyň matematiki merkezinden ýitiniň başlangyjyna çenli aralyk l hem kesgitlenmegini talap edýär.

Ýitiler ýiti hajyň öňki çykydyna girmeli däl, ýagny

$$l_{\min} = n_0 \frac{l_g}{2} + 15, \quad (3.66)$$

bu ýerde n_0 -ýiti hajyň öň bölüminiň uzynlygy; l_g -sepleşme goýumynyň uzynlygy; 15-ýitileriň başlangyjynyň goýumlara çenli minimal ýetmeli däl aralygy, mm .

Ýöne l_{\min} ölçegiň (3.66) formula boýunça ölçenmegi ýitileriň bir ýagdaýdan beýleki bir ýagdaýa geçmegini üpjün etmek şerti boýunça ýeterlikli däl hem bolup biler. Ýitileri bir ýagdaýdan beýleki bir ýagdaýa geçirmek üçin anyk kesgitlenen P_g ölçegi saklamak zerur.

O_hNM üçburçlukdan $l = \frac{NM}{\sin \frac{\alpha}{2}}$, ýöne $NM = \frac{P_g}{2}$, şunlukda

$$l = \frac{P_g}{2 \sin \frac{\alpha}{2}},$$

bu ýerde P_g - ýitini bir ýagdaýdan beýleki bir ýagdaýa geçirmek üçin zerur bolan ölçeg (ýitileri geçirmegiň usulyna baglylykda tapylýar).

Ýitiler simmetriki däl ýagdaýda geçirilende ($A - A$ kesim):

$$P_g = \ddot{A} + 2F + \ddot{Z},$$

bu ýerde \ddot{A} -ýitileriň ädimi; F -çarçuwa relsiniň işçi gyraňyndan ýitiniň dabanynyň gyraňyna çenli aralyk; \ddot{Z} -ýitiniň dabanlarynyň gyraňlarynyň arasyndaky ätiýaçlyk, adatça 10 mm-den kiçi bolmadyk ölçegde kabul edilýär.

Ýitiler simmetriki ýagdaýa geçirilende ($A - A'$):

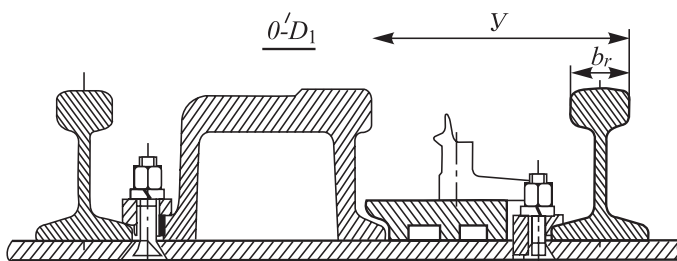
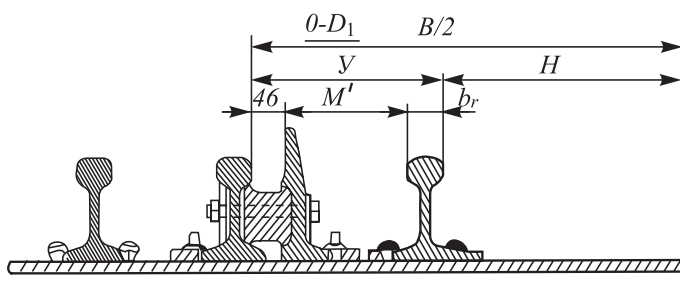
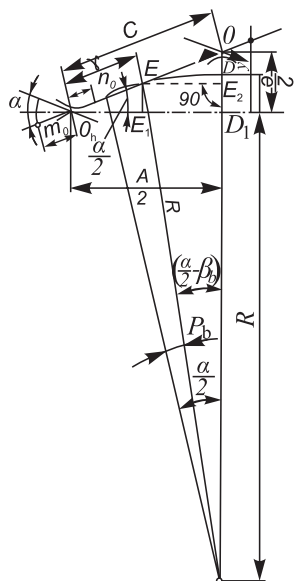
$$P_g = 2(\ddot{A} + F) + \ddot{Z}.$$

Geçiriji egriniň radiusy. Atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň gapdal ugra ugrukdyrylýan ýitileri egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli ($R_0 = R$ bolan) ýagdaýyna seredeliň. Shemalaýyn 3.42-nji çyzgyda atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň işçi gyraňlarynda onuň ýarpysyny göz önüne getireliň.

Hajyň, kesişmäniň rombunyň, sowgutlarynyň hemme ölçegleri we oky boýunça ölçegleri, ýagny α , n_y , m_y , n_k , m_k , A , B , $l_{\text{ýiti}}$, β_b , we l önünden kesgitlenen (ýa-da berlen) bolmaly.

O_hED konturyň keseleýin oka proyeksiýasy şeýle bolýar:

$$O_hE_1 + E_1D_1 = \frac{A}{2};$$



3.42-nji çyzgy. Atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň egrisiniň radiusyny kesgitlemek üçin hasap shemasy

Bu ýerde, O_hEE_1 göniburçly üçburçlukdan görnüşi ýaly,

$$O_h E_1 = O_h E \cos \frac{\alpha}{2} = l \cos \frac{\alpha}{2},$$

OEE_2 göniburçly üçburçlukdan bolsa,

$$E_1 D_1 = EE_2 = R \sin(\frac{\alpha}{2} - \beta_b),$$

$O_h E_1$ -iň we $E_1 D_1$ -iň bahalaryny $\frac{A}{2}$ üçin ýazylyan aňlatmada goýup, alýarys:

$$l \cos \frac{\alpha}{2} + R \sin(\frac{\alpha}{2} - \beta_b) = \frac{A}{2}, \quad (3.67)$$

$O_h ED$ konturyň dik oka proyeksiýasy:

$$DE_2 + E_2 D_1 = H = (\frac{B}{2} - y),$$

bu ýerde B -kesişmäniň rombunyň kiçi diagonalyny; y -kütek hajyň matematiki merkezinden gapdal ugur boýunça direg rels çyzygynyň iň hökgerýän bölümindäki işçi gyraňyna, ýagny, D nokada çenli aralyk.

$O_h EE_1$ göniburçly üçburçlukdan:

$$EE_1 = E_2 D_1 = O_h E \sin \frac{\alpha}{2} = l \sin \frac{\alpha}{2};$$

$$E_2 D_1 = OD - OE_2 = R - OE_2.$$

OEE_2 göniburçly üçburçlukdan:

$$OE_2 = R \cos(\frac{\alpha}{2} - \beta_b),$$

diýmek,

$$E_2 D = R - R \cos(\frac{\alpha}{2} - \beta_b) = R[1 - \cos(\frac{\alpha}{2} - \beta_b)]$$

Şeýlelikde,

$$l \sin \frac{\alpha}{2} + R[1 - \cos(\frac{\alpha}{2} - \beta_b)] \leq H. \quad (3.68)$$

(3.67) we (3.68) deňlemelerde näbelliler R we H . R -iň bahasyny (3.67) aňlatmadan kesgitlemek bolýar:

$$R = \frac{\frac{A}{2} - l \cos \frac{\alpha}{2}}{\sin(\frac{\alpha}{2} - \beta_b)}.$$

R -i bu bahasynda, onuň 3.42-nji çyzgydan görnüşi ýaly, atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň kütäk hajynyň birikmeleriniň gurnalşyna hem baglylygy sebäpli (3.68) şert boýunça-da barlamaly. 3.42-nji çyzgydan,

$$H = \frac{B}{2} - y.$$

Guýma serdeçnikli ýygananan kütäk haçda y ölçeg $O - D_1$ kesimde (3.42-nji çyzgy), $\frac{1}{9}$ kysymly, P50 tipli süýşme serdeçnikli haçlarda y ölçeg $O' - D_1$ kesimde görkezilen. $\frac{1}{9}$ kysymly, P50 tipli tipleýin atanaklaýyn sowgutly geçirijilerde y ölçeg 249 mm-e deň kabul edilen.



3.43-nji çyzgy. Süýşme serdeçnikli kütäk haç: 1-atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň daşky relsi; 2-usowik; 3-serdeçnik; 4-atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň içki relsi

Birnäçe demir ýollarda iki okly wagonlaryň (esasan hem boş wagonlaryň), otlularyň sortlaýjy depelere itilýän ýollarynda, $\frac{1}{9}$ kysymly atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň kütäk haçlarynyň üstünden geçende ýoldan çykan halatlary anyklanyldy. Barlaglaryň netijesi boýunça gowuşgysyz kütäk haçlaryň zyýanly boşlugynyň ýapylmaýanlygy, kesgitlenen (itilmeli, birden saklanmaly) hereketde kese ugur boýunça gapdal güýçleriň döreyänligi, netijede tigr jübüdiniň beýleki ugruň želobyna düşýänligi kesgitlenildi.

Şeýle ýagdaýlarda boş we az ýüklenen wagonlaryň ýoldan çykmaklygynyň önüni almak maksady bilen, şular ýaly geçirijiler üçin $\frac{1}{9}$ kysymly, P50 tipli süýşme serdeçnikli-ýitili kütäk haçlar (3.43-nji çyzgy) taýýarlanylýp başlandy. Bu gurluşyň süýşmeýän serdeçnigi ýiti relsleriň peseldilen profilinde taýýarlanylýan iki sany süýşýän ýitileri bilen çalşyldy. Urowoklaryna derek bolsa, ýokary derejede marganeslenen polatdan bolan göwrümlü serdeçnik goýuldy. Düşp bölümi içinden goýulan düşp gurluşdan gurnaldy.

3.11. Ýollaryň aralaryndaky sýezdler

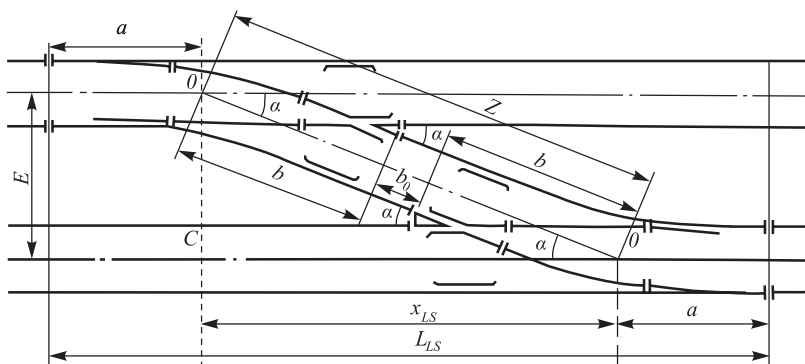
Sýezdler iki sany bir-birine ýakyn ýatan rels ýollarynyň sowgutly geçirijileriniň, käte bitewi kesişmeleriň ulanylmagyndaky birleşmesini göz önüne getirýär. Sýezdler aşakdaky görnüşlere bölünýär: iki göni we parallel ýollaryň arasyndaky laýyk; iki göni we parallel ýollaryň arasyndaky gysgaldylan; iki göni we parallel ýollaryň arasyndaky atanaklaýyn laýyk; iki göni we parallel ýollaryň arasyndaky atanaklaýyn gysgaldylan; iki göni we parallel ýollaryň arasyndaky ýekebara; iki sany egriçyzyklaýyn ýollaryň arasyndaky ýekebara.

Sýezdleriň soňky iki görnüşi atanaklaýyn hem bolup biler.

Birmeňzeş kysymly we birtipli iki sany sowgutly geçirijiniň ulanylmagyndaky ýollaryň birleşmesine iki *göni we parallel ýollaryň arasyndaky laýyk sýezd* diýilýär.

Sýezdiň biçim işlerinde we goýulanda zerur bolan elementlerini kesgitlemek üçin (3.44-nji çyzgy) ýollaryň okara ölçegleri E , hajyň burçy α , geçirijiniň oky boýunça ölçegleri a we b belli bolmaly. Bu maglumatlar belli bolandan soň, şular ýaly sýezdi goýmaklygyň E

baglylykdaky mümkinçiligini barlamak, iki sowgutly geçirijiniň merkezleriniň arasyndaky x_{LS} aralygy, sýezdiň amaly uzynlygy L_{LS} -ni kesgitlemek zerurdyr.



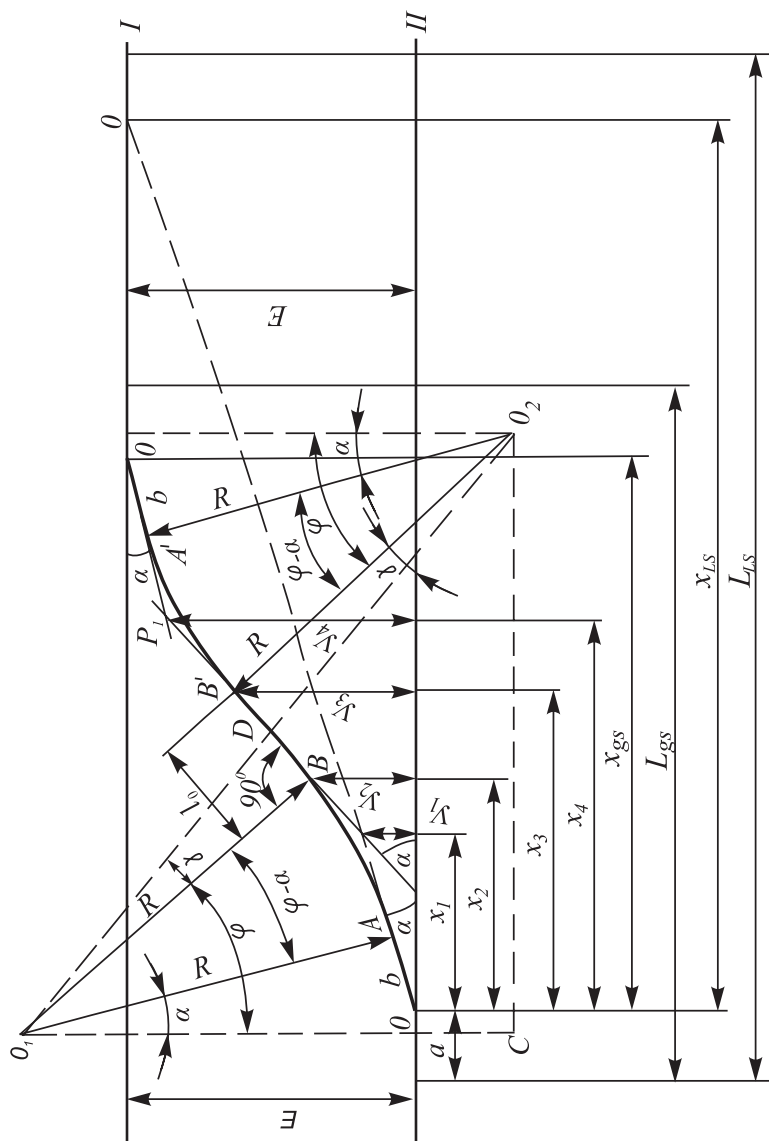
3.44-nji çyzgy. Iki parallel ýollaryň arasyndaky laýyk sýezdiň shemasy

Sýezdde sowgutly geçirijileriň goýulma mümkinçiligi iki geçirijiniň haçlarynyň yzky uçlarynyň arasyndaky aralyk l_0 -yň ölçegi bilen barlanýar. Eger-de $l_0 = 0$ bolsa, onda goýmak bolýar. l_0 köp bolmadyk ululykda nuldan uly bolsa, onda hajyň garşysyndaky gapdal ýoluň çyzygynda ýatan relsleriň uzynlygyny şu l_0 ululygyň uzynlygynda almaly. Eger $l_0 > 4,5 \text{ m}$ bolsa, onda yzky bölümleriň arasynda rels kesindilerini goýmaly. Eger-de $l_0 < 0$ bolsa, onda gapdal ýola kontrrelsleri goýup bolmaýanlygy sebäpli sowgutly geçirijileri laýyk sýezde-de goýup bolmaýar.

Iki göni we parallel ýollaryň arasyndaky gysgaldylan sýezdlerini adatça ýollaryň okara ölçegleriniň uly bolan halatlarynda (adatça $E > 7 \text{ m}$ bolanda), x_{gs} we L_{gs} ölçeglerini kiçi ululykda almak maksady bilen ulanýarlar. Bu ýagdaý haçlaryň yzky bölümleriniň arasynda aralyklary l_g göni goýum bilen bölünen iki sany ters egrileri goýup gazanylýar.

3.45-nji çyzgydan gysgaldylan sýezdiň x_{gs} we L_{gs} ölçegleriniň laýyk sýezdiň x_{ls} we L_{ls} ölçeglerinden ep-esli gysgalygyny subutsyz hem görýäris.

Şular ýaly sýezdiň elementleri kesgitlenende biçim işleri üçin sowgutly geçirijiniň şu aşakdaky häsiýetleri belli bolmaly: a , b , α , E , R (sowgutly geçirijileriň arasyndaky geçelgede ýerleşýän



3.45-nji çyzgy. Iki parallel ýollaryň arasyndaky
gysgaldylan sýezdiň hasap shemasy

egrileriň radiuslary), l_0 (adatça 10 m-den kiçi bolmadyk ölçegde kabul edilýär).

Iki göni we parallel ýollaryň arasyndaky $\frac{2}{N}$ kysymly atanaklaýyn laýyk sýezdiň (3.46-njy çyzgy) dört toplum sowgutlary, dört $\frac{1}{N}$ kysymly ýiti haçlary, iki $\frac{2}{N}$ kysymly kütek haçlary bar. Bular ýaly sýezdiň biçim işleri we goýulyşynyň hasap işleri üçin $\frac{1}{N}$ kysymly adaty ýekebara sowgutly geçirijileriň hemme ölçegleri, geçirijiniň relsleriniň uzynlyklary, ýollaryň okara ölçegleri E , $\frac{2}{N}$ kysymly bitewi kesişmäniň gurluşy we ölçegleri belli bolmaly.

$\frac{2}{N}$ kysymly bitewi kesişmäniň rombunyň esasy ölçegleri şeýle bolýar:

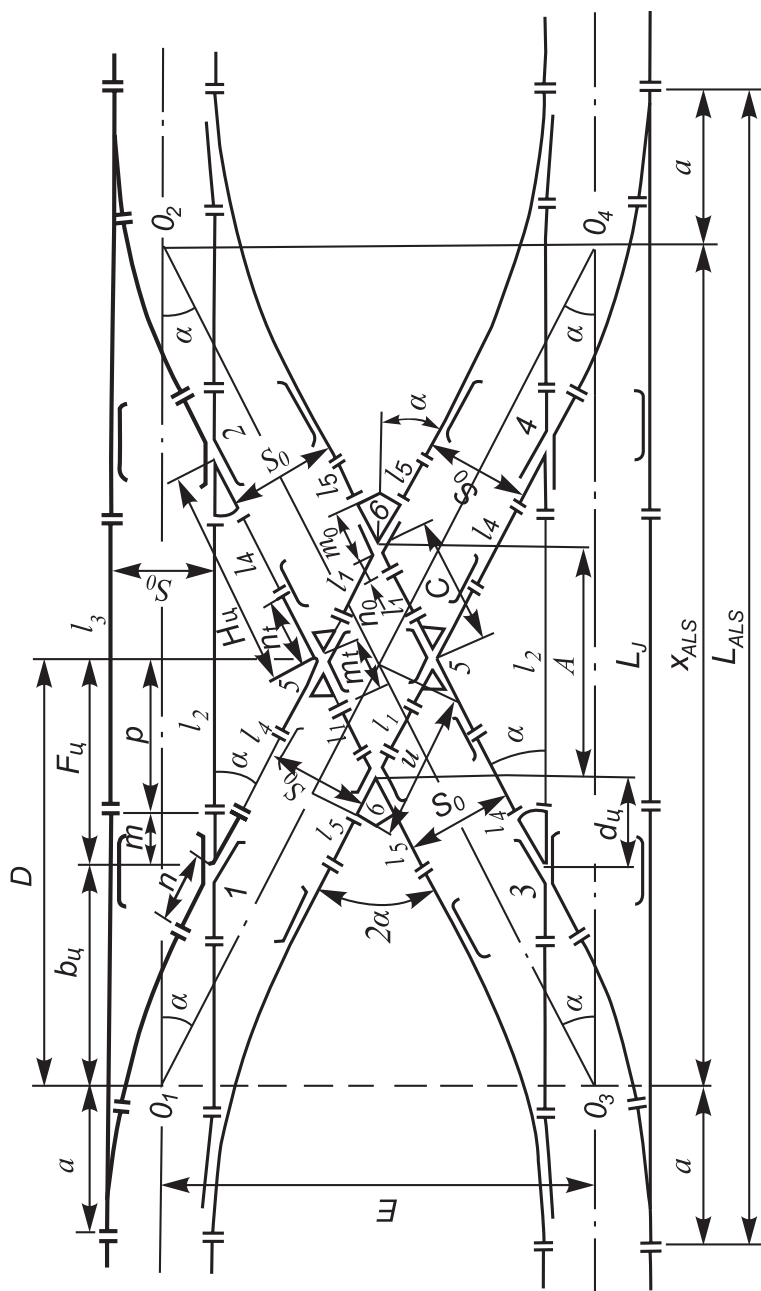
$$\text{uly oky-rombuň A diagonaly} \quad A = \frac{S_0}{\sin \alpha};$$

$$\text{rombuň kiçi oky} \quad B = \frac{S_0}{\cos \alpha};$$

$$\text{rombuň taraplary} \quad C = \frac{S_0}{\sin 2\alpha};$$

$$\text{oky boýunça ölçegi} \quad U = m + \frac{A}{2} \cos \alpha.$$

2α burçly $\frac{2}{N}$ kysymly sýezdiň bitewi kesişmesiniň ýiti hajyny hem edil adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň hajynyň taslanyşy ýaly taslaýarlar. Ýöne, $\frac{2}{N}$ kysymly ýiti haçlaryň usowikleriniň uzynlyklary we $\frac{1}{N}$ kysymly adaty sowgutly geçirijileri atanaklaýyn sýezdiň hemme ölçegleri kesgitlenenden soň kabul edilmeli. Sebäbi ýollaryň kiçi okara ölçeglerinde bu usowikleri uzaltmaly bolýar. Adaty sowgutly geçirijiniň ýiti haçlarynyň we bitewi kesişmäniň bir-biriniň garşysynda (mysal üçin 1 we 3 haçlar) ýerleşşi şeýle, ýagny haçlaryň 1 we 3 içki usowikleri hajyň 6 kontrrelsleri hökmünde işlemeli, hajyň 6 usowikleri bolsa haçlaryň 1 we 3 kontrrelsleri bolup hyzmat etmeli. Şonuň üçin bu usowikler uzaldylan görnüşde taýýarlanylýar.



3.46-njy čyrgyz. Iki parallel ýollaryň arasyndaky atanaklaýyn
laýyk sýezdiň shemasy

Sýezdiň küték haçlary edil gyýaburçly bitewi kesişmäniň küték haçlary ýaly hasaplanýar. Bu ýagdaýda, hajyň burçy $\gamma = 2\alpha$ -dygyny ýatda saklamaly. Mundan başga-da, köplenç halatlarda rels kesindileri l_4 kiçi bolanda küték hajyň usowiklerini iki uçdan hem l_4 ölçegiň ululugynda uzaldyp kabul etmek zerurlygy ýüze çykýar.

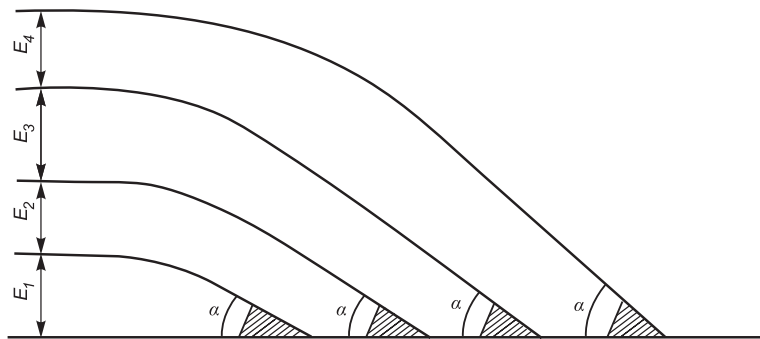
Atanaklaýyn sýezdiň kese tekizlige proyeksiýa çyzgysy düzülende, ilki bilen $\frac{1}{N}$ kysymly hajyň aşagynda geçiriji pürsleri paýlap goýýarlar. Bir ugruň pürsleriniň uçlarynyň beýleki bir ugruň pürsleriniň uçlaryna ýakynlaşýan ýerlerini degirip goýýarlar. Şeýlelikde, E ölçege baglylykda dürli standart uzynlykdaky pürsleri aralaşdyryp goýmak hem bolýar. Sebäbi bir pürs beýlekiniň dowamy hökmünde işleýär, olaryň sepleşmeleri bolsa küşt tertibinde goýulan.

3.12. Sowgutly geçirijiler meýdançasý we öwrüji gurluşlar

Hatarlaýyn sowgutly geçirijileriň, kâte hem bitewi kesişmeleriň ýerleşdirilen ýoluna *sowgutly geçirijileriň meýdançasý* diýilýär.

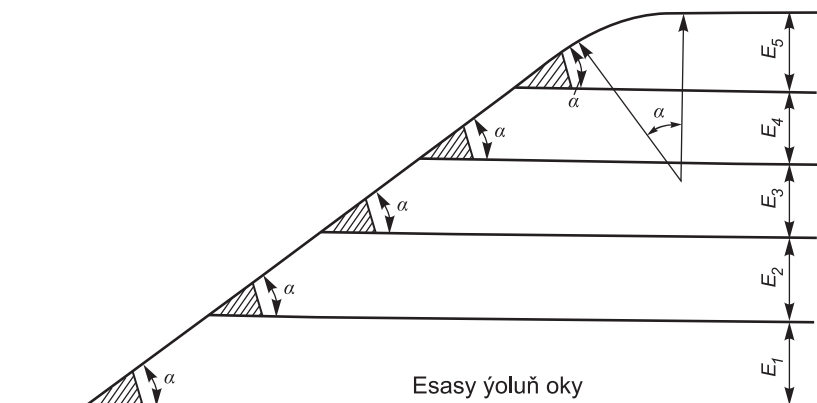
Sowgutly geçirijiler meýdançasý ulanyлма maksady boýunça iki kategoriýa bölünýär:

I kategoriýada sowgutly geçirijiler meýdançasý parkyň başynda ýa-da ahyrynda ýerleşýär (3.47-nji we 3.48-nji çyzgylar);



3.47-nji çyzgy. Sowgutly geçirijiler meýdançasýnyň esasy ýoldan bir tarapa sowulýan shemasy

II kategoriýada sowgutly geçirijiler meýdançasý parky aralykdan ýa-da ortasyndan kesip geçýär (3.49-njy çyzgy).



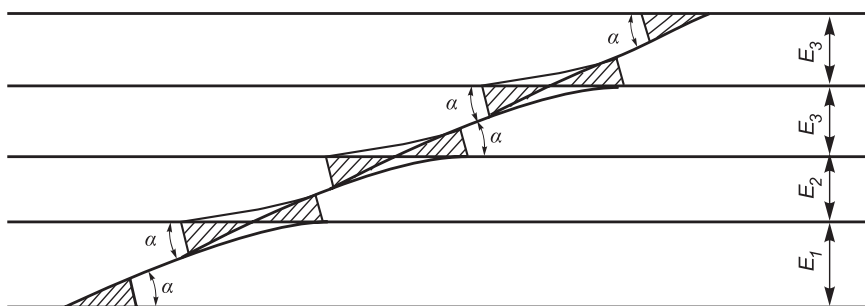
3.48-nji çyzgy. Sowgutly geçirijiler meýdançasynyň esasy ýola α burç boýunça ýerleşdirilen shemasy

Plandan görünýän geometriki häsiýetleri boýunça sowgutly geçirijiler meýdançasynyň görkezilen kategoriýalarynyň hersi öz gezeginde aşadaky üç topara bölünýär:

II topar-göniçyzyklaýyn sowgutly geçirijiler meýdançasý, olaryň oky göniçyzyklaýyn;

II topar-döwürkyzyklaýyn sowgutly geçirijiler meýdançasý, olaryň oklary döwürkyzyklaýyn;

C topar-garyşyk sowgutly geçirijiler meýdançasý, olaryň oklary göniçyzyklaýyn hem egriçyzyklaýyn elementlerden durýar.



3.49-njy çyzgy. Sowgutly geçirijiler meýdançasynyň aralykdan ýa-da ortadan kesip geçýän shemasy

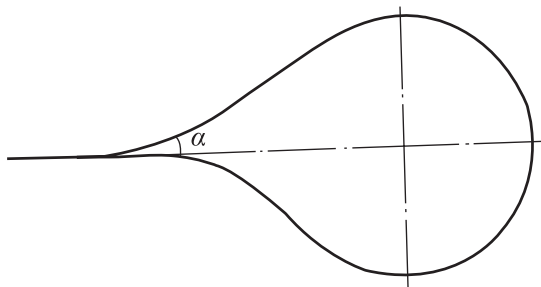
Sowgutly geçirijiler meýdançasý saýlananda, saýlanan sowgutly geçirijiler meýdançasynyň aşakdaky zerurlyklary üpjün etmegine esaslanmaly: bellenen tizlikli otlularyň hereket howpsuzlygyny, manýowr işlerinde hereket edýän düzümiň geçýän ýolunyň mümkin boldugyça gysga bolmagyny, gurluş taýdan we gündelik gurat saklamakda ýönekeýligini, stansiýanyň gaýtadan gurulma we giňeldilme mümkinçiligini, gurluşy we gündelik gurat saklanylyşy boýunça çykdajysynyň azlygyny.

Sowgutly geçirijiler meýdançasynyň çekiji güýjüň goşmaça ýitgisi boýunça ýa-da sowgutly geçirijiler meýdançasý boýunça otlularyň hereketiniň goşmaça garşylygy boýunça wariantlary deňeşdirmek üçin aşakdaky aňlatmadan peýdalanmak bolar

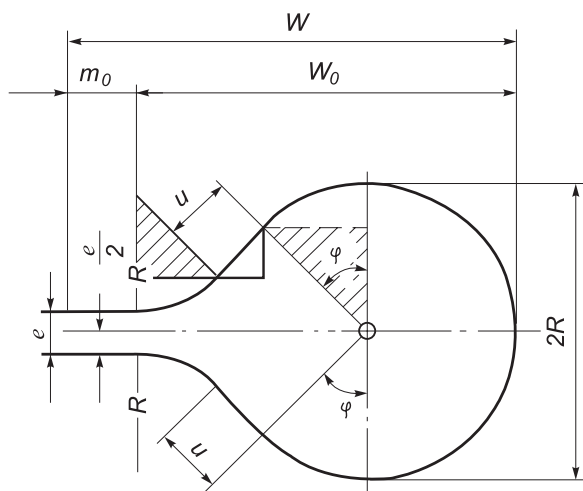
$$W_{\text{goş}} = nW_s + n'W_R,$$

bu ýerde n -meýdança boýunça otlynyň geçýän sowgutly geçirijileriniň sany; W_s - haçan-da sowgutly geçirijileriň ýitileri gapdal ugur boýunça goýulanda diňe sowgutlardan otlynyň hereketine bolan goşmaça udel garşylygy; W_R - egrilerden otlynyň hereketine bolan goşmaça udel garşylygy; n' - göz önünde tutulýan meýdança boýunça hereket edýän düzümiň geçýän egrileriniň (geçiriji we birleşdirijileriň) sany.

Hereket edýän düzümiň ýekelikdäki ekipažyny, şeýle-de tutuş otlynyň hereket edýän düzümini 180° (yzyna) öwürmek üçin öwrüji aýlawy, öwrüji halka, öwrüji ýol üçburçlygy we ş. m. ulanylýar. Olar ýollary birikdirýän ýörite mehaniki gurluşlardan durýar.



3.50-nji çyzgy. Bir ýolly ýanaşmalardaky öwrüji halkanyň shemasy



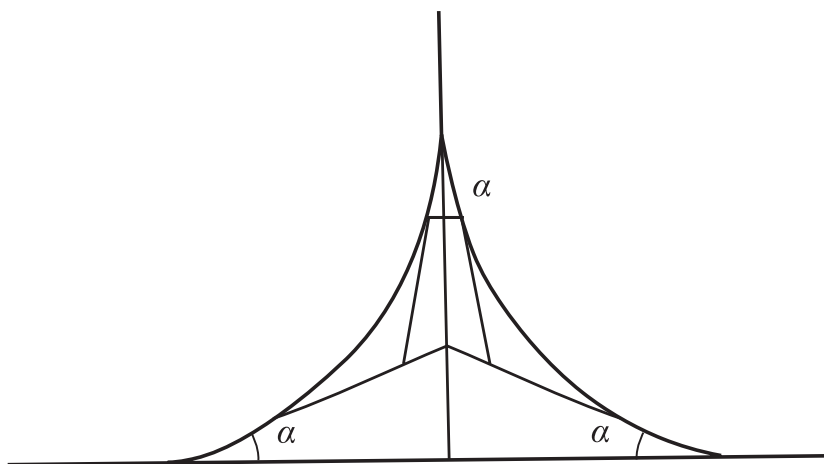
3.50.1-nji çyzgy. Iki ýolly ýanaşmalardaky öwrüji halkanyň shemasy

Halka tutuş otly düzümini ýa-da ýekelikdäki ekipažy 180° öwürmek üçin hyzmat edýär. Olar otlulary dargadyp gaýtadan düzmek işlerini geçirmezden çalt öwürmek üçin has amatly hasaplanýar. *Öwrüji halkalar* ýollaryň ýanaşma häsiýetlerine baglylykda aşakdaky görnüşlerde bolýar: adaty ýekebara öwrüjide bir ýolly ýanaşma (3.50-nji çyzgy), ikitaraplaýyn ýekebara simmetriki sowgutly geçirijilerde bir ýolly ýanaşma we iki ýolly ýanaşma.

Iki ýolly ýanaşmaly halka (3.50.1-nji çyzgy) sowgutly geçirijileriň ulanylmagyny talap etmeýär. Halkanyň biçiminde parametrlerini kesgitlemek üçin öz aralarynda bir-birine perpendikulýar bolan iki oka hasap konturyny taslaýarlar. Eger-de aýlaw egrileri geçiş aralyklarynyň göni goýumlary bilen baglanyşmasa, onda göni goýum $2m_0$ [m_0 -aýlaw egrisiniň tangens sütünjagazyndan (geçiş aralyksyz) geçiş aralygynyň başyna çenli aralyk] ululyga uzaldylýar. Geçiş aralygy bolmadyk halatynda $W=W_0$.

Öwrüji ýol üçburçluklary halkalardan tapawutlylykda diňe hereket edýän düzümiň ýekelikdäki ekipažyny 180° öwürmek üçin hyzmat edýär. Olar gurluşy we ulanylyşy taýdan ýönekeýligi, az

meýdan eýeleýänligi sebäpli öwrüjileriň iň giň ýaýran görnüşi hasaplanýar.



3.51-nji çyzgy. Simmetriki öwrüji ýol üçburçlugynyň shemasy

Plandan görnüşi boýunça öwrüji ýol üçburçlugy şu görnüşlerde bolýar: esasy göni ýol bilen simmetriki (3.51-nji çyzgy), ol iki adaty ýekebara we bir simmetriki sowgutly geçirijilerden durýar; esasy göni ýol bilen simmetriki däl, ol üç sany adaty ýekebara sowgutly geçirijilerden durýar; egriçyzyklaýyn ýollar bilen simmetriki, ol üç sany ýekebara simmetriki sowgutly geçirijilerden durýar.

Öwrüji gurluşlaryň hersiniň gije-gündizde geçirijilik ukyby, öwrülme üçin ekipažyň geçýän ýoly, eýeleýän meýdany, gurluşynyň çylşyrymlylygy boýunça deňeşdirilen tehniki-ykdysady bahalandyrmasy 3.5-nji tablisada görkezilýär.

Dürli görnüşli sowgutly geçirijileriň häsiýetlerini görkezýän parametrlar 3.5÷3.11-nji tablisalarda berilýär.

Öwrüji gurluşlaryň tehniki-ykdysady bahalandyrmasy

Öwrüji gurluşyň görnüşi	Sowgutly geçirijiniň sany	Eýeleýän meýdany, <i>ga</i>	Öwrülme üçin geçýän ýoly, <i>m</i>	HED-iň ýekelikdäki ekipažyny bir gje-gündizde geçirijilik ukyby.
Öwrüji aýlawy	0	0,09	30	288
Simmetriki sowgutly geçirijili we bir ýanaşyk ýolly halka	1	12,45	1472	144
Esasy göni ýolly simmetriki üçburçlyk.	3	2,47	1142	144

Adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň esasy ölçegleri, mm

Sowgutly geçirijiniň tipleri	Hajynyň kysymy	Aralyklar								Daşky rels çyzygy boýunça geçiriji egrisiniň radiusy, mm
		3	4	5	6	7	8	9	10	
		Çarçuwa relsiniň öňki seplesmesiniň okundan hajyň yzky seplesme-sine genli	Yitiň ujundan hajyň matematiki ujuna genli	Çarçuwa relsiniň öňki seplesmesiniň okundan sowgutly geçirijiniň merkezine genli	Sowgutly geçirijiniň mer-kezinden gapdal ýoluň oky boýunça hajyň yzky seplesmesine genli	Yitiň başlangyjyndan sowgutly geçirijiniň merkezine genli	Sowgutly geçirijiniň merkezinden hajyň matematiki ujuna genli	Geciriji egrisiniň yzndan gapdal ýoluň oky boýunça hajyň matematiki ujuna genli		
Relsara ululygynyň ini 1520 mm										
P75	1/11	33 367	28 048	14 063	19 304	11 292	16 754	3285		300 000
P65	1/22	70 540	60 446	31 954	38 586	26 920	33 536	1080		1 444 560
P65	1/18	57 519	49 258	25 629	31 890	21 793	27 465	1113		961 690
P65	1/18*	61 814	49 258	25 629	36 185	21 793	27 465	2325		961 690** 963 870
P65 ýapgytly	1/11	34 487	28 048	14 063	24 424	11 294	16 754	3285		300 000
P65 ýapgytly	1/11*	37 647	28 048	14 063	23 584	11 294	16 754	3285		300 000
P65	1/11	33 367	28 048	14 063	19 304	11 294	16 754	3285		300 000
P65	1/9	31 039	26 180	15 227	15 812	12 458	13 722	1758		200 000
P50	1/18	57 519	49 258	25 629	31 890	21 793	27 465	1113		961 960
P50	1/11	33 529	26 902	14 475	19 054	10 148	16 754	3537		297 259
P50	1/9	31 061	24 854	15 459	15 602	11 132	13 722	2018		200 000

3.6-нй таблсанын dowamy

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Relsara ululygynyñ ini 1524 mm									
P65	1/22	71 120	60 446	31 866	39 254	26 832	33 614	1124	1 440 000
P65 we P50	1/18	57 519	49 258	25 557	31 962	21 721	27 537	1139	960 000
P65 ýapgytly	1/11	34 437	28 048	14 063	20 424	11 234	16 754	3147	300 990
P65	1/11	33 367	28 048	14 018	19 349	11 249	16 799	3240	300 000
P65	1/9	31 039	26 180	15 191	15 848	12 422	13 758	1731	200 000
P50 we P43	1/11	33 529	26 902	14 430	19 099	10 103	16 799	3585	297 259
P50 we P43	1/9	31 061	24 854	15 423	15 638	11 096	13 758	2055	200 000

* Süýşme serdeçnikli haç

** Ýitiniñ ujundan 21498 absissa çenli, soñra bolsa radius maýdalawjyda

Ini 1520 mm relsara ululykly simmetriki sowgutly geçirijiniň esasy ölçegleri, mm

Sowgutly geçirijiniň tipleri	Haýynyň kysymy	Araýlyklar					Dasky rels çyzygynyň işçi gyraňy boýunça geçiriji egriniň radiusy R	
		Çarçuwa relsiniň önki seples-mesinden sow-gutly geçirijiniň merkezi-ne çenli	Sowgutly geçirijiniň merkezinden gapdal ýoluň oky boýunça haýy yzky seplesmesine çenli	Ýitiniň ujundan sowgutly geçirijiniň merkezine çenli m_0	Sowgutly geçirijiniň merkezinden gapdal ýoluň oky boýunça haýy matematiki ujuna çenli b_0	Geçiriji egriniň ahyrýndan haýyň matematiki ujuna çenli K	Ýitiniň ujundan X absissa çenli	X absissadan geçiriji egriniň ahyrýna çenli
		Ýitiniň ujundan haýyň matematiki ujuna çenli L_n						
P65	1/11	26 580	12 577	19 304	9 808	3 529	600 000	600 000
P65	1/9	25 210	14 235	15 815	11 467	2 553	15 834* ¹	310 000
P50* ³	1/6	16 984	9 949	10 563	7 770	847	600 000* ² 3985* ¹	200 000
P50* ⁴	1/6	15 426	6 953	10 563	6 212	1 150	27 600* ²	200 770

*¹ X absissalarynyň bahalary

*²Geçiriji egriniň R radiuslarynyň bahalary

*³ Kabul ediş-ugradyş ýollary üçin

*⁴ Depejiniň ýollary üçin.

Bellik. Hereketiň tizligi: $\frac{1}{11}$ kysymly sowgutda-70 $\frac{km}{sag}$, $\frac{1}{9}$ kysymly sowgutda-50 $\frac{km}{sag}$, $\frac{1}{6}$ kysymly sowgutda-40 $\frac{km}{sag}$.

Ini 1520 mm relsara ululykly goşa atanaklaýyn sowgutly geçirijiniň esasy ölçegleri, mm

Sowgutly geçirijiniň tipleri	Hajyň kysymy	D_1 rombunyň uly diagonally.	D_2 rombunyň kiçi diagonal.	Rombuň taraplary	Sowgutly geçirijiniň merkezinden ýoluň oky boýunça aralygy		Direg çyzgysy boýunça geçiriji egriniň radiusy R_1	Ýiti hajyň ölçegleri	
					hajyň matematiki ujuna çenli b_0	ýiti hajyň yzky seplesmesini çenli b		Öňki çykyt h	Yzky çykyt p
P65	1/9	27 486	1522	13 764	13 722	15 812	243 000	2 500	2 090
P50	1/9	27 486	1522	13 764	13 722	15 602	243 000	2 085	1 880

Bellik. Süýşmeýän haçlarda hereketiň tizligi: göni ugur boýunça - $70 \frac{km}{sag}$; gapdal ugur boýunça - $40 \frac{km}{sag}$

Sowgutly geçirijilerde relsara ululygynyň ini, mm

Sowgutly geçirijileriň tipleri.	Hajyň kysymy	Çarguwa relsleriň sepleşmelerinde	Yitiniň ujundan 1000 mm aralykda	Yitiniň ujunda	Ýitiniň düýbünde		Geçirijiniň egrisiniň ortasynda	Haçda we egrisiniň ahyrynda
					gapdal ýola	göni ýola		
Ini 1524 mm relsara ululygy üçin adaty sowgutly geçirijiler								
P65	1/22	1524	1524*	1526	1524	1524	1524	1524
P65 ýapgytlykly	1/11	1520	-	1524	1530	1520	1530	1520
P65	1/11	1524	1530	1536	1536	1524	1536	1524
P65	1/9	1524	1530	1536	1536	1524	1540	1524
P65 we P50	1/18	1524	1524*	1526	1524	1524	1524	1524
P50 we P43	1/11	1524	1530	1536	1536	1524	1536	1524
P50 we P43	1/9	1524	1530	1536	1536	1524	1540	1524
Goşa atanaklaýyn sowgutly geçirijiler								
P65, P50 we P43	1/9	1524	-	1536	1536	1524	1536	1524
Simmetriki sowgutly geçirijiler üçin								
P65, P50 we P43	1/11 we 1/9	1524	-	1524	1524	-	1524	1524
P50 kabul ediş-ugradyş we depejiň ýollary üçin	1/6	1526	-	1540	1540	-	1540	1524
Ini 1520 mm relsara ululygy üçin adaty sowgutly geçirijiler								
P75 we P65	1/11	1520	-	1524	1520	1521* ³	1520	1520
P65	1/22	1520	-	1521	1520	1520	1520	1520
P65 we P50	1/18	1520	1520** ⁴	1521	1520	1520	1520	1520
P65	1/9	1520	-	1524	1520	1521* ³	1524	1520
P50	1/11	1520	-	1528	1520	1521* ⁵	1520	1520
P50	1/9	1520	-	1528	1520	1521* ⁵	1524	1520

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Goşa atanaklaýyn sowgutly geçirijiler, mm								
P65 we P50	1/9	1520	-	1535	1535	1520	1535	1520
Simmetriki sowgutly geçirijiler								
P65	1/11 we	1520	-	1524	1520	-	1520	1520
P50	1/9	1520	-	1528	1520	-	1520	1520
P50 kabul ediş-ugradyş ýollar üçin	1/11 we	1520	-	1527	1527	-	1524	1520
P50 depejigň ýollary üçin	1/9	1520	-	1527	1527	-	1524	1520
rugsat edilýän gysarmalar	1/6	1522	-	1532	1524	-	1524	1520
	1/6	3	3	2	2	2	3*6	2
köpelme tarapa azalma tarapa		2	2	2	2	2	2	2

*1 Ýitiň ujundan 260 mm aralykda

*2 Ýitiň ujundan 215 mm aralykda

*3 Ýitiň ujundan 14100 mm we ondan soň göni ýol boýunça relsara ululgynyň ini 1520 mm.

*4 Ýitiň ujundan 110 mm aralykda

*5 Ýitiň ujundan 13750 mm we ondan soň göni ýol boýunça relsara ululgynyň ini 1520 mm.

*6 P65 we P50 tipli, $\frac{1}{11}$ we $\frac{1}{9}$ kysymly, ini 1520 mm relsara ululykly sowgutly geçirijiler üçin-8 mm.

Daşary ýurt sowgutly geçirijileriniň häsiýetlendirmeleri.

Yurt	Gadpal ýol boýunça rugsat edilýän tizlik, km/sag	Sowgutly geçirijiniň tipleri	Yiti	Hajň kysymy	Sowgutly geçirijiniň uzynlygy, m		Radyusy, m			Uzynlygy, m		Başlangyç sowgut burçy β_b
					L_n	L_a	ýitiniň		Geçiriji R	ýitiniň	hajň	
							R'_0	R''_0				
ABŞ*1	80	Adaty	Kesişme görnüşli	1/20	47,562	55,31-57,5	1045	977	1060	13,716	9,411	22' – 25'
Germaniýa	142	Simmetriki	Kesişme görnüşli	1/24	53,702	63	3000	3000	3000	11,887	11,280	15'40,35"
	100	Adaty	Galtaşma görnüşli	1/18,5	55,351	64,818	1200	1200	1200	15,400	15,000 (egriçyzyklaýyn)	9'5,25"
Fransiýa	100	Adaty	Kesişme görnüşli	1/20	53,185	58,872	2000	1500	1500	15,000	8,200	25'
Fransiýa	140	Adaty	Kesişme görnüşli	1/33	Maglumat ýok	95,170	3000	3000	3000	16,000	9,880	18'
Fransiýa	220	Adaty	Kesişme görnüşli	1/62	Maglumat ýok	208,440	6720*2	Kubiki parabola boýunça		36,900	27,000*3	Maglumat ýok

*1 ABŞ-da hajyň kysymy $2ig\frac{\alpha}{2}$ hasaplanýar, bu ýerde α -hajyň burçy;

*2 Ýitiniň boýunyň 18 m ýerinde şeýle, soňra radiusy kubiki parabola boýunça üýtgeýär;

*3 Süýşýän serdeçnikli haç.

4. Ýer örtüginin ulanylyş maksady we ondan edilýän talaplar

Ýer örtügi, munuň özi üstünde demir ýoluň ýokarky gurluşyny ýerleşdirmek üçin niýetlenen inžener desga bolmak bilen, ondan we hereket edýän düzümden düşýän agyrlygy maýyşgak ýagdaýda, deňagramlykda aşaky esasa geçirýär. Şeýle-de ýer örtügi ýer üstüni ýol üçin zerur bolan tekizlikde deňleýär.

Ýer örtügi öz üstünde demir ýoly saklaýan binýat hökmünde onuň in bir jogapkärçilikli bölümi hasaplanýar. Otlularyň hereketiniň tehniki tizligi, tigr jübütlerinden relslere düşýän rugsat edilýän statiki agyrlyklar, şeýle-de ugurlaryň geçirijilik ukyplary esasan ýer örtüginin ýagdaýyna bagly bolýar.

Ýer örtügi demir ýol ulagynda in çylşyrymly inžener desgasydyr. Ol gumdan galdyrylyp, gumda esaslandyrylýar. Şonuň üçin, görkezilen kynçylyklar ilki bilen ýer örtüginin materialynyň, ýagny gumunyň häsiýeti boýunça aýratynlyklary bilen şertlendirilýär.

Şonuň bilen baglylykda ýer örtüginin islendik ýeri özüniň ýagdaýynyň üýtgeýänligi boýunça möwsümleýinligi we köpýyllyklygy bilen häsiýetlendirilýär. Bular ýaly ýagdaýlaryň hemmesiniň hem ýer örtügi taslananda, gurulanda we ulanylanda hasaba alynmaklygy zerurdyr.

Ýer örtügi şu aşakdaky talaplara laýyk gelmeli:

ýer örtügi berk we durnukly, ykjam we müdimi bolmaly;

ýer örtüginin gurluşy gurulanda, abatlananda we günde-lik gurat saklananda az çykdaýjyly bolmaly, şeýle-de işleri mümkin boldugyndan maksimal ýagdaýda mehanizmleşdirilmeli we awtomatlaşdyrylmaly;

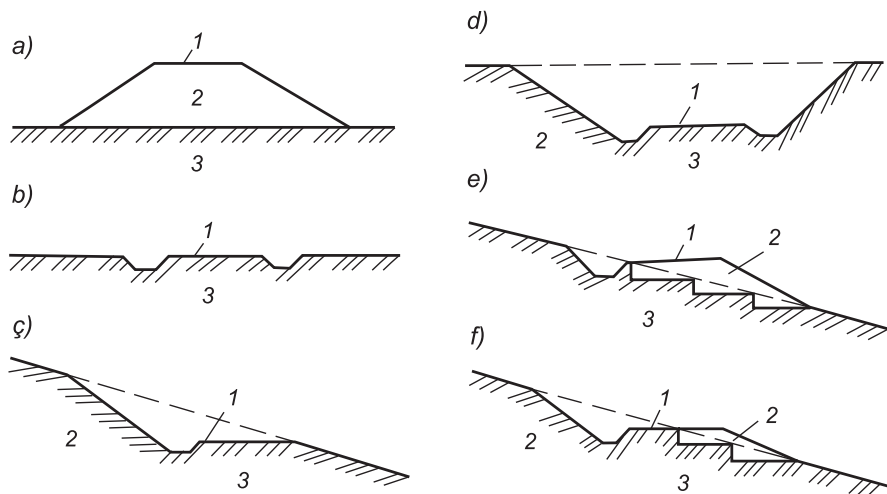
ýer örtüginin hemme ýeri, oňa degişli gurluşlary we ýola bölünip berlen zolak ygal, suwarym we zeý suwlaryndan ykjam goralar ýaly ýagdaýda planlaşdyrylyp tekizlenen bolmaly. Suwuň topraga siňmegini minimallaşdyryp, ýörite suw sowujy emeli desgalaryň üsti bilen onuň bökdençsiz akymyny üpjün etmeli.

4.1. Ýer örtüginin kese kesiminiň tipleri

Ýer örtüginin *kese kesimi* diýip, onuň örtüginin boýuna bolan okuna perpendikulýar ýagdaýdaky kese kesigine aýdylýar.

Ýer örtügi ýol desgasy (uzynlygyna çekilen) bolanlygy üçin, adatça onuň kese kesimi onuň taslamasynyň esasy bölegi bolup durýar.

Ýer örtüginin şu aşakdaky tipleri ulanylýar; gapdyrma (4.1-nji *a* çyzgy), aýyrma (4.1-nji *d* çyzgy), nul galdyrma (4.1-nji *b* çyzgy), ýarymgaldyrma (4.1-nji *e* çyzgy), ýarymaýyrma (4.1-nji *ç* çyzgy), ýarymgaldyrma-ýarymaýyrma (4.1-nji *f* çyzgy).



4.1-nji çyzgy. Ýer örtüginin tipleri: 1-esasy meýdançasý;
2-ýer örtüginin özi; 3-esas

Ýer örtügi kese kesimde aşakdaky esasy bölümlere bölünýär (4.1-nji çyzgy):

1-onuň esasy meýdançasý, 2-ýer örtüginin özi we 3-onuň esasy. Bulardan başga-da, ýer örtüginin dürli görnüşli suwsowujy, gorag we berkidiji gurluşlary hem desgalary bolýar.

Ýer örtüginin tipleýin, özbaşdak we toparlaýyn gurluşlary (profilleri) ulanylýar. Ýer örtüginin *tipleýin gurluşlary* taslamanyň, gurluşygyň we ulanylyşygyň köpýyllyk oňat tejribelikleriniň netijesinde dörändir. Häzirki döwürde olar kadalaýyn resminamalar hökmünde önümçilikde giňden ulanylýar. Tipli profilleriň döwürleýin düzümi mydama giňeýär.

Olar şu aşakdaky ýagdaýlarda inžener hasaplamalary bilen esaslandyrmasyz ulanylýar:

ýönekeý inžener-geologiki, gidrogeologiki we beýleki şertlerde; adaty toprakdan galdyrylanda. Drenirlenýän topraklaryň hemmesi we durnuklylyk görkezijisi $I_a \leq 0,25$ bolan toýun topraklar adaty toprak hasaplanýar;

dageňnitligi 1:3-den uçut bolmadyk berk esaslarda;

galdyrmanyň beýikligi ýa-da aýyrmanyň çuňlugy 12 m-e çenli ýerlerde;

Käbir çylşyrymly inžener-geologiki ýerlerde, sebitleýin şertler bilen, ýöne aýratynlykdaky çäklendirilen parametrlar boýunça.

Özbaşdak taslamalar fiziki-geografiki, klimat we inžener-geologiki taýdan çylşyrymly şertlerde gurulýan ýer örtüginin çylşyrymly ýerleri üçin işlenip düzülýär. Bular ýaly taslamalary düzmek üçin aýratynlykda inžener-geologiki gözlegler geçirilýär, topragyň zerur bolan göwrümünde fiziki-mehaniki we berkligi boýunça häsiýetleri kesgitlenýär, şeýle-de taslamanyň hemme kabul edilýän çözgütleri degişli bolan inžener hasaplamalary bilen esaslandyrylýar. Ýer örtüginin özbaşdak taslamalary aşakdaky ýagdaýlarda işlenip düzülýär:

beýikligi 12 m-den pes bolmadyk gumdan we toýundan doldurylan, irili-ownukly toprakdan galdyrylan galdyrmalarda (gumdan, şeýle-de, toýun topraklardan), haçan-da $I_a \leq 0,25$ bolanda; beýikligi 6 m-den pes bolmadyk toýun toprakly galdyrmalarda, haçan-

da $0,25 < I_a < 0,50$ bolanda; beýikligi 20 *m*-den ýokary bolan haýalsyraýan daşlyk we ýumşamaýan ýeňilsyraýan topraklardaky galdyrmalarda; ýeterlik berkligi bolmadyk we gowşak esaslarda; çuňlугy 3-4 *m*-den ýokary bolan batgalyklarda, şeýle-de, batgalygyň mineral düýbüniň keseligine bolan ýapgytlygy 1:11-1:20 bolanda; 1:3-den-de uçutly dagýapgytlyklarda, mydama we döwürleýin suwarylýan ýerlerde;

çuňlугy 12 *m*-den ýokary bolan irili-ownukly gum we toýun toprakly aýyrmalarda;

çuňlугy 6 *m*-den ýokary, $0,25 \leq I_a \leq 0,50$ bolan toýun toprakly ýerlerde gurulýan aýyrmalarda, şeýle-de, çyglylygy ýokary we kirşen gumly sebitlerde;

$I_a > 0,50$ bolan aşa çyglylykly toýun topraklarda gurulýan galdyrmalarda we aýyrmalarda;

möwsümleýin galyň doňýan sebitleriň pökgerme howply ýerlerinde gurulýan ýer örtüklerinde; ýörite çöküjilik şertli müdümilik doňaklyk sebitlerde; süýşýän, opurylýan, ýykylýan, gar syrgynlarynyň üýşýän, sil gelýän ýerlerde we jarlarda; 7 ball we ondan-da ýokary seýismiki sebitlerde; güýçli pökgerýän we aýratyn görnüşli topraklarda; sintetiki materiallar we armirlenen toprak ulanylanda;

gidromehanizmleşdirilme we tutuşlaýyn partlatma usullarynda ýer örtügi gurulanda.

Toparlaýyn taslamalar. Ýer örtügiň toparlaýyn taslamalary çylşyrymly bölümleriň bir-birine meňzeş bolan toparlary üçin, köp sapar gaýtalanýan inžener-geologiki şertli ýollarda işlenip düzülýär; olar şol bir inžener-geologiki analoglary we meňzeş nazarýetleri ulanyp kesgitlenýän, ugurdaş hasaplamalaryň esasynda özbaşdak esaslandyrmany talap edýär.

4.2. Ýer örtügi üçin topraklaryň häsiýetleri we olaryň dykzylygyna bolan talap

Topraklar gaty (daş) we gaty däl (daş däl) görnüşlere bölünýär.

Gaty topraklar aýyrmalarda tebigy, galdyrmalarda bolsa emeli (owradylyp) göwrümler hökmünde ulanylýar. Sowrulma bolan durnuklylygy boýunça olar haýalsowrulýan we ýeňilsowrulýan görnüşlerde bolup biler.

Haýalsowrulyýan topraklara magmatiki gelip çykyşly topraklar, metamorfiki we çöküji, şeýle-de, glyboly çagyl we çagylly glybo gurluşly topraklar degişlidir. Adatça olaryň hemmesi ýumşamaýanlardyr we ýumşama koeffisiýenti $K_{saf} \geq 0,75$.

Ýeňilsowrulyýan gaty topraklar iri düwürleýin gurluşly magmatiki gelip çykyşly, çöküji ýumşamaýan ($K_{saf} \geq 0,75$), şeýle-de çöküji ýumşamaýan ($K_{saf} < 0,75$): argillitler, alewrolitler, dürli görnüşli sementli gumlar we beýlekiler bolup biler.

Haýalsyraýan topraklar haýal we güýçli jaýrylýan, ýeňilsyraýanlar bolsa güýçli jaýrylýan görnüşde bolýar; olar (ýumşamaýanlary) bölekleyin-çagyl ýa-da tozaýan toýun-gum görnüşe çenli owranýarlar.

Gaty däl topraklar iri bölekleyin, (iridwürli) toýun, biogen (sapropeller, torflanalar, torflar), önümçiligiň emeli galyndylary (şlaklar, zollar we beýlekiler) ýaly görnüşlere bölünýär.

Iribölekleyin ýa-da gum topraklaryň görnüşlerini onuň granulometriki düzümi boýunça kesgitlemek bolýar.

Eger-de iribölekleyin toprak 40%-den gowrak gumdan ýa-da 30%-den gowrak toýundan durýan bolsa, onda onuň adyna düzümini doldurýan materiallaryň atlary goşulýar, mysal üçin, gum-toýun we ş. m.

Galdyrmadaky gумыň durnuklylygy (esasan hem otlularyň dinamiki täsirleri astynda) köp derejede onuň düzüminiň birmeňzeşligine bagly bolýar. Şonuň üçin granulometriki düzüminiň birmeňzeşligini kesgitlemeli bolýar.

$$C_v = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad (4.1)$$

bu ýerde $d_{60,10}$ -topragyň düzümindäki massasy boýunça degişlilikde 60 we 10%-den az bolan bölekjeleriň diametrleri.

$C_v < 3$ bolanda gумыň düzümi birmeňzeş, $C_v > 3$ bolanda bolsa düzümi birmeňzeş däl hasaplanýar. Düzümi birmeňzeş guma, şeýle-de, massasy boýunça 90% we ondan-da köp, düwürleriniň diametri $0,1 \div 0,25$ mm bolan ownuk gumlar degişlidir.

Çyglylyk derejesi S_r boýunça iribölekleyin we gum topraklar az çygly ($0 \leq S_r \leq 0,5$), yzgar ($0,5 < S_r \leq 0,8$) we suwdan siňişen

($0,8 < S_r \leq 1$) görnüşlere bölünýär. Çyglylyk derejesi aşakdaky aňlatma boýunça kesgitlenýär:

$$S_r = \frac{\omega \rho_t}{e p_s}, \quad (4.2)$$

bu ýerde ω -topragyň tebigy çyglylygy, üleşden bir bölegi hökmünde; p_s we p_t -degişlilikde suwuň we topragyň bölejikleriniň dykzlygy, $\frac{gram}{sm^3}$; e -öýjüklilik koeffisienti.

Topraklar suw geçirijilik derejesi boýunça drenirleýänlere (maksimal ülnüleyin dykzlykda $K_f \geq 0,5$ m/gün filtrleme koeffisiýentli) we drenirlemeýänlere bölünýär.

Drenirleýän topraklara gum goşantly iribölekleyin topraklar, iri-orta irilikde we ownuk daş owuntykly gumlar girýär eger-de ölçegleri 0,1 mm-den kiçi düwürleriň möçberi 10%-den geçmeýän bolsa.

Toýunsow topraklar I_ζ çéýelik, çyglylyk derejeleri, düzüminde organiki jisimleriniň we ereýän duzlaryň bolmagy, pökgermekligi we çöküjiligi boýunça klaslara bölünýär.

Çéýilik derejesi:

$$I_\zeta = W_a - W_y, \quad (4.3)$$

bu ýerde W_a we W_y - degişlilikde topragyň akymlylyk we ýazylmaklyk çäklerindäki çyglylygy.

Toýunsow topragyň tipini we görnüşini çéýelik derejesi I_ζ we düzümindäki gum düwürleriniň möçberi boýunça kesgitlemek bolar.

Toýunsow topraklaryň konsistensiýasy akymlylyk I_a görkezijisi bilen häsiýetlendirilýär we aşakdaky formula bilen kesgitlenýär:

$$I_a = \frac{\omega - W_y}{W_a - W_y} = \frac{\omega - W_y}{I_\zeta}. \quad (4.4)$$

Ýer örtüginin gurluşynyň durnuklylygy we berkligi topragyň konsistensiýasyna bagly bolýar. Aşakda topragyň konsistensiýalary we olaryň akymlylygyny I_a häsiýetlendirýän görkezijileri görkezilýär.

Çägeler:

gaty.....	$I_a < 0$
ýazylýan.....	$0 < I_a < 1$
akýan.....	$I_a > 1$

Toýunsowlar we toýun palçyklar:

gaty.....	$I_a < 0$
ýarymgaty.....	$0 < I_a \leq 0,25$
kyn ýazylýan.....	$0,25 < I_a \leq 0,50$
ýeňil ýazylýan.....	$0,50 < I_a \leq 0,75$
akyp ýazylýan.....	$0,75 < I_a \leq 1,00$
akýan.....	$I_a > 1,00$

Toýunsow topraklaryň desgalardaky mümkin bolan deforma-siýalylygy olaryň pökgerijiligine we çöküjiligine bagly bolýar. Olaryň pökgerijiligini çöküjilik-pökgerijilik a_{cp} görkezijisi boýunça aşakdaky formula laýyklykda barlamak bolar:

$$a_{cp} = \frac{a_{\zeta} + a_p}{1 - a_{\zeta}}. \quad (4.5)$$

Bu ýerde a_{ζ} we a_p -degişlilikde çöküjilik we pökgerijilik görkezijileri.

$a_{cp} \leq 0,10$ bolanda toprak haýal-pökgerýänlere, $0,10 < a_{\zeta} \leq 0,20$ -de ortapökgerýänlere we $a_{cp} > 0,20$ -de güýçlipökgerýänlere degişli bolýar. a_{ζ} we a_p bahalary döwlet standarty boýunça kesgitlenýär.

Çyglananda daşky agyryklaryň täsiri astynda we özagramyna goşmaça çökýän toýunsow topraklar çöküji topraklar hasaplanýar. Bular esasan gurak sebitlerdäki mele topraklardyr.

Adatça galdyrma galdyrmak üçin aşa yzgarlanan toýun ýa-da duzlaşan torf, torflan topraklardan (düzümünde $10 \div 50$ % organiki garyndylary saklaýan), organiki garyndyly ($3 \div 10$ % mukdarda) topraklar ýa-da $W_a \geq 0,40$ bolan, şeýle-de, düzümindäki gipsiň mukdary $20 \div 30$ %-den geçýän topraklardan başga hemme topraklary ulanmak rugsat edilýär.

Galdyrmanyň tebigy esasy gurak (1 m -e çenli çuňlukda $\omega \geq W_{\dot{y}} + 0,25 I_{\dot{c}}$, zeý suw bolmaýar ýa-da 2 m -den aşakdaky çuňlukda bolýar), çyg ($\omega W_{\dot{y}} + 0,25 I_{\dot{c}}$ -den $W_{\dot{y}} + 0,75 I_{\dot{c}}$ aralykda, zeý suw 1 m -den aşakda bolýar, ýüzünde batgalygynyň alamatlary görünýär) we yzgar ($\omega \geq W_{\dot{y}} + 0,75 I_{\dot{c}}$, zeý suw 1 m -e çenli çuňlukda bolýar, kä ýerlerde olaryň ýüzüne çykýan ýerleri bar) bolup biler.

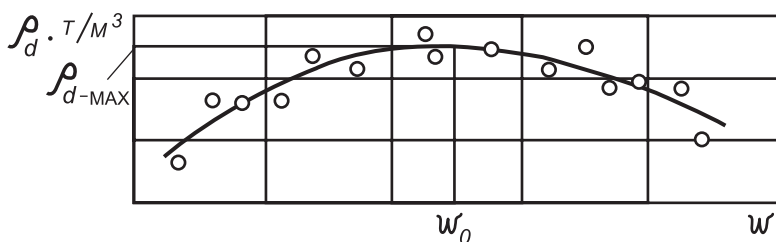
Bulardan başga-da, berkligine, çyglylygyna, birmeňzeşlik derejesine, şeýle-de, hasaplanan agyrylyklaryň ululyklaryna baglylykda esaslar berk, ýeterlik bolmadyk berk we gowşak görnüşlere bölünýär.

Galdyrmanyň deformirlenmeginiň minimal bolmagy üçin, onuň galdyrylýan topragynyň dykzlygyna bolan ýörite talaplar bildirilýär. Galdyrmanyň topragy gury topragyň kadalaýyn minimal dykzlygy $\rho_d = \frac{gram}{sm^3}$ çenli gatlaklaýyn dykzlanmaly. Gatlagyň galyňlygy h topragyň görnüşine, onuň çyglylygyna we dykzlaýjy serişdäniň tipine bagly bolýar.

Gum we toýun topraklar üçin ρ_d -niň talap edilýän minimal bahasyny topraklary ülnüleýin dykzlamanyň berlenleri boýunça şu talaplardan ugur alyp kesgitleýärler:

$$\rho_d = \rho_{d-\max} - \max K, \quad (4.6)$$

bu ýerde $\rho_{d-\max}$ – gury topragyň maksimal dykzlygy, $\frac{gram}{sm^3}$ ülnüleýin dykzlamanyň egrisi boýunça kesgitlenýär (4.2-nji çyzgy); K -minimal dykzlama koeffisiýenti.



4.2-nji çyzgy. Topragy ülnüleýin dykzlamanyň egrisi

Ülnüleýin dykzlamanyň egrisi kadalaýyn dykzlanýan işiň ülnüleýin dykzlamanyň enjamynda dykzlanýan topragyň dürli tebi-

gy çyglylygynda ρ_d -niň birnäçe bahasynyň kesgitlenmegi netijesinde alynýar.

Häzirki döwürde galyndyly deformasiýany minimallamaklygyň talaplaryndan we döwrebap toprak dykzlaýjy tehnikalaryň mümkinçiliklerinden ugur alyp, K -nyň kesgitlenen bahalary kabul edilen (4.1-nji tablisa).

K bellenende topragyň dykzlygyndan başga onuň çyglylygyny hem hasaba almaly. Esasan laýyk çyglylykly (4.2-nji çyzgy) topragy kabul etmek maslahat berilýär.

4.1-nji tablisa

K-nýň kesgitlenen bahalary

Ýer örtüginin tipleri	Esasy meýdançadan gatlagyň ýerleşýän çuňlugy, m		Ýollar üçin koeffisiýent	
	I, II kategoriýaly we goşmaça esasy ýollarda	III, IV, kategoriýaly ýollarda	I, II kategoriýaly we goşmaça esasy ýollarda	III, IV, kategoriýaly ýollarda
Galdyrmalar: ýokarky bölümi aşaky bölümi	1,0-a çenli 1,0-dan ýokary	0,5-e çenli 0,5-den ýokary	0,98/0,95 0,95/0,92	0,95/0,92 0,95*; 0,90
Aýyrmalar we 0,5 m çenli beýiklikdäki galdyrmalaryň esaslary	0,5	0,5	0,98/0,95	0,95/0,92

*Yzygider ýagdaýda çyglanyp, güýçli kesişýän relýefli galdyrmaly bölümlerde we köprüleriň 100 m -e çenli ýanaşyk ýerlerinde K -nyň bahasy.

Bellikler. 1. Sanawjyda diňe düzümi birmeňzeş topraklardan başga ähli topraklar üçin, maýdalawjyda bolsa diňe düzümi birmeňzeş topraklar üçin K -nyň bahasy getirilendir.

2. Galtaşma we stansion ýollaryň galdyrmalarynyň islendik derejesinde K -nyň minimal bahasy 0,90-a deňdir.

3. Tizlikli we has ýükdepginlikli ýollaryň 0,5 m -e çenli ýokarky gatlaklary üçin $K=1,03$, aşaky gatlaklary üçin $K=0,98÷1,00$.

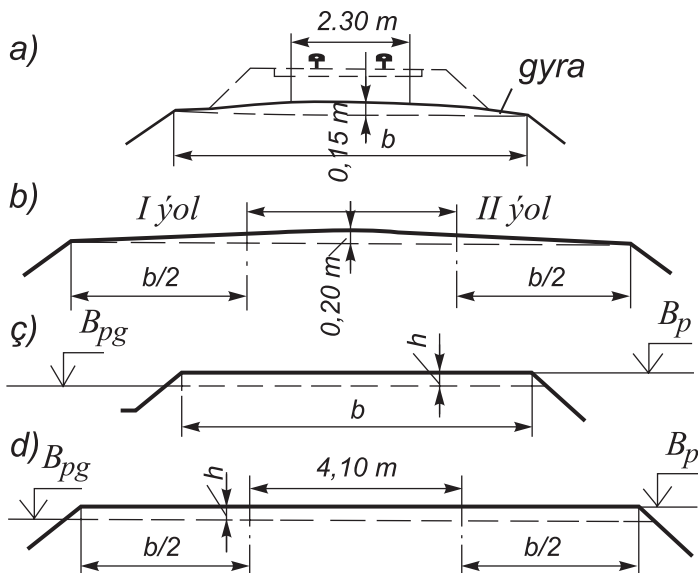
4.3. Ýer örtüginüň tipleýin gurluşlary

Ýer örtüginüň esasy meýdançasý. Esasy meýdança ýoluň ýokarky gurluşy ýerleşdirilen ýer örtüginüň ýokarky üsti (4.3-nji çyzgy). Esasy meýdança ýoluň kategoriýasyna baglylykda b in we ýollaryň sanyna hem topragyň görnüşine baglylykdaky üstüniň görnüşü bilen häsiýetlendirilýär.

Drenirlemeýän topraklarda düşek gatlagynyň üstünden geçýän ygal suwlaryny aýyrmak üçin esasy meýdançany hökgi görnüşli edip gurýarlar. Şunlukda akdyryjy prizma emele gelýär (4.3-nji çyzgy).

b -niň bahasyny 4.2-nji tablisa laýyklykda kabul edýärler.

Ýoluň öwrümlü ýerlerinde b ölçegi daşky relsi ýokarlandyрма zerurlygy bilen baglylykda ulaldýarlar.



4.3-nji çyzgy. Göni ýollardaky bölümlerde ýer örtüginüň esasy meýdançasynyň kese kesimleriniň görnüşleri:

a, b -drenirlemeýän toprakda deňişlilikde, bir we iki ýolly ýerlerde; c, d -drenirleýän toprakda deňişlilikde bir we iki ýolly ýerlerde; $h=0,15$ m-birýolly bölümlerde;

B_p -taslanylýan gaşyň derejesi; B_{pg} – profil gaşyň derejesi

Ýer örtüginin esasy meýdançasynyň ini *b*-nyň bahalary

Demir ýol şahalary	Esasy ýollaryň sany	Ulanylýan topragyna görä ýer örtüginin esasy meýdançasynyň göni ýollardaky ini, <i>m</i>	
		toýunsow, toýun goşundly iridüwürli, ýeňilsyraýan yzgara-sowuga durnukly gaty, drenirlemeýän gumlar, ownuk we tozan görnüşli	gaty, gumgoşantly iridüwürli we drenirleýän gumlar
Tizlikli we has ýükdepginlikli I kategoriýaly	2	11,6-12,1	10,6-11,1
I we II kategoriýaly	1	7,6	6,6
III kategoriýaly	1	7,3	6,4
IV kategoriýaly	1	7,1	6,2

Gyra (4.3-nji çyzgy) ýol işleri geçirilende degişli bolan amatlyklary üpjün etmek üçin niýetlenýär. Onuň üstünde signallary we ýol belliklerini ýerleşdirýärler. Ýer örtüginin ýapgytlarynyň durnuklylygy hem onuň ölçegine bagly bolýar. Gyraňyň minimal rugsat edilýän ini 0,5 *m*.

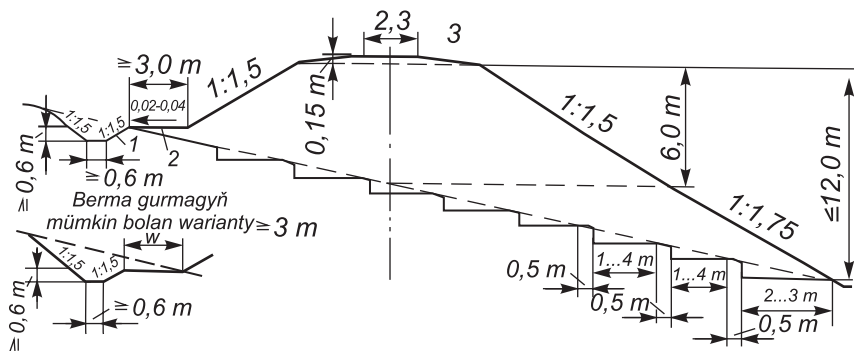
4.4. Adaty şertlerdäki galdyrmalar we aýyrmalar

4.4-nji we 4.5-nji çyzgylarda adaty şertler üçin has giň ýaýran galdyrmalaryň we aýyrmalaryň tipli kese kesimleriniň çyzgylary görkezilýär.

Bu ýagdaýlarda beýikligi 6 *m*-e çenli galdyrmalarda we çuňlugy 12 *m*-e çenli aýyrmalarda ýapgytlarynyň eňňitligi 1:1,5, şeýle-de, 6 *m*-den 12 *m*-e çenli beýiklikdäki galdyrmalaryň aşaky bölümünde ol eňňitlik 1:1,75 gatnaşykda bolanda olaryň ygtybarly durnuklylygy üpjün edilýär we esaslandyрма talap etmeýär.

Ýöne, çyglylygy ýokary bolan sebitlerde akyp ýatan çägeden gurulýan galdyrmalar muňa degişli däldir. Ýapgytlarynyň dur-nuklylygyny üpjün etmek üçin beýikligi 6 *m*-e çenli bolan bular ýaly galdyrmalaryň ýapgytlarynyň eňňitligini 1:1,75 we 6 *m*-den 12 *m*-e çenli beýiklikde aşaky bölümiň eňňitligi 1:2 gatnaşykdan uçut bolmaly däl. Şular ýaly şertlerde 6 *m*-e çenli çuňlukdaky aýyrmalarda onuň eňňitleri 1:2-den uçut bolmadyk gatnaşykda bolmaly.

Galdyrmalardan ýer üsti suwlaryny emeli desgalara tarap akdyryp aýyrmak üçin ýol ugruna suw sowujy aryklar we rezerwler gurulýar. Rezerwlerden, eger-de onuň topragy ýaramly bolsa, galdyrmanyň gatlaklaryny doldurmak üçin toprak hem alynýar.



4.4-nji çyzgy. Toýunsow topraklardan, külke we tozansow drenirlemeýän gumlardan we ýeňilsyraýan gaty ýerlerde 1:5-den 1:3-e çenli eňňitlikli dag etek ýerlerindäki galdyrma:

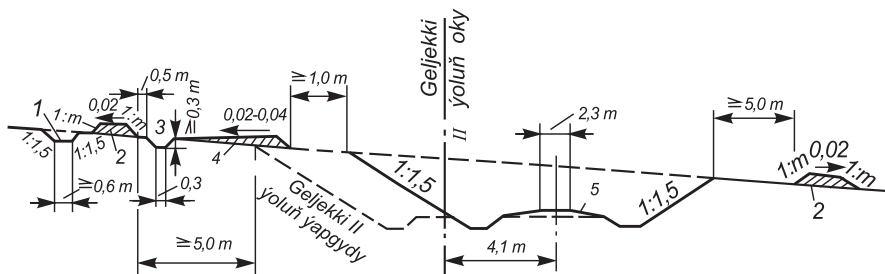
1-dag tarapky aryk; 2-berma; 3-esasy meýdança

Tipleýin görnüşdäki suwsowujy aryklaryň we rezerwleriň ölçegleri çyzylarda görkezilýär. Suwsowujy aryklaryň akymlylygyny gowulandyrmak maksady bilen olara 0,003-den kiçi bolmadyk boýuna bolan eňňitlik $i_{\text{boý}}$ berilýär.

Áýdyň görnüp duran ýeriniň keseligine bolan eňnitliginde, $i_{\text{kes}} > 0,04$ -de suwsowujy aryk we $i_{\text{kes}} > 0,01$ -de rezerw ýoluň dag tараpyndan gurulýar.

Suwsowujy arygy we rezerwi suwdan ygtybarly goramak we

gurluşyk maşynlarynyň geçirilmegini üpjün etmek üçin berma 3 m-den kiçi bolmadyk ölçeg berýärler.



4.5-nji çyzgy. Ýeriň keseligine bolan eňňitligi 1:3-den uçut bolmadyk, çuňlugy 12 m-e çenli toýunsow we çägesow ýerlerdäki aýyрма:

1-dagtarapky aрыk; 2-kawalýer; 3-banketyzyndaky aрыk;

4-banket; 5-esasy meýdança

Aýyrmalarda ýerüsti suwlary ýygnamak üçin kýuwet we dag tarapky ýapgydyna suw gelmez ýaly, onuň önünden banket gurulýar. Bankediň üsti, onuň üstüne düşen suwlar bankediň yzyndaky aрыga akar ýaly edip meýilleşdirilýär (4.5-nji çyzgy). Dagtarapky aрыklaryň boýuna bolan eňňitligi 0,003-den, banketyzyndaky aрыklaryňky bolsa 0,005-den kiçi bolmaly däl.

Kawalýer aýyрма işlenende onuň ýokarky gatlaklaryndan we galdyрма üçin ýaramsyz bolan toprakdan galdyrylýan gaçdyr.

Aýyrmalaryň pes tarapyndaky kawalýerleriň önündäki ýyg-nanýan suwlary aýyrmak üçin her 50 m-den, ýeriň peselýän ýerlerine gabatlap kawalýerlerde 3 m indäki ölçegde kesikler gurýarlar.

Tozap ýatan toýun topraklaryň, şeýle-de külke we tozap ýa-tan gumlaryň esaslarynyň ýapgytlarynda meýilleşdirilen tekjeler gurulýar. Aýyrmanyň çuňlugy $H=2\div 6$ m bolanda tekjäniň ini 1 m, $H=6\div 12$ m bolanda bolsa 2 m bolýar. Ol esasan ýele sowrulup gelen zatlary ýygnamak üçin göz önünde tutulýar.

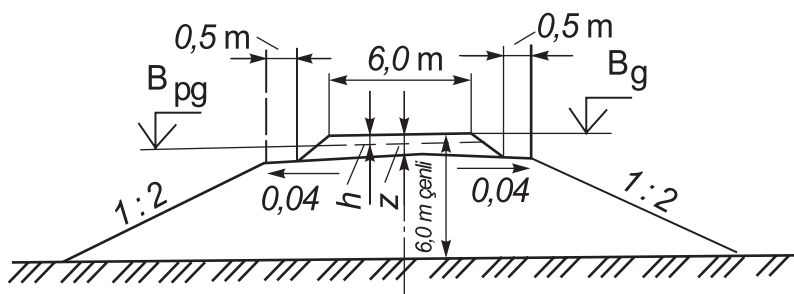
1:5-den 1:3-e çenli eňňitli dagetek eňňitli ýerlerde gurulýan galdyrmalaryň süýşmeklige garşy durnuklylygyny üpjün etmek mak-sady bilen, olaryň esaslarynda inleri 1 m-den 4 m-e çenli tekjejikler edilýär (4.4-nji çyzgy).

Ygally sebitlerde tozanly topraklardan gurulýan galdyrmalaryň ýapgytlarynyň durnuklylygyny üpjün etmek üçin beýikligi $H \leq 6 \text{ m}$ bolan ýerlerde olaryň eňňitliklerini $1:1,75$ we $H = 6 \div 12 \text{ m}$ bolan ýerlerde $1:2$ gatnaşykda gurýarlar. Iri we orta düwürli daşowuntykly we haýal syraýan gaty ýerlerde 12 m -e çenli beýiklikde gurulýan galdyrmalarda ýapgytlarynyň eňňitligi onuň bütün beýikligine $1:1,5$ gatnaşykda bolanda-da durnuklylyk üpjün edilýär.

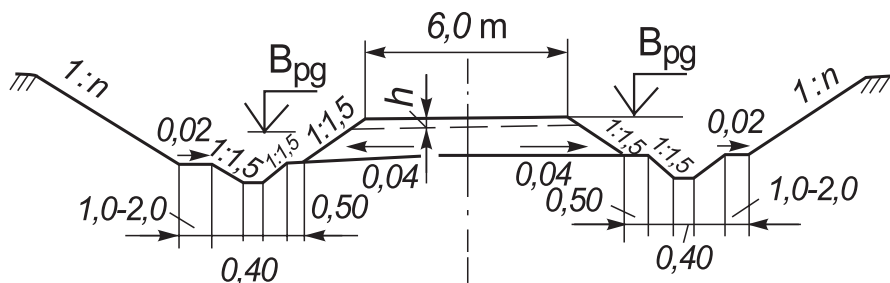
4.4.1. Aşa yzgar topraklardaky galdyrmalar we aýyrmalar

Tebigy çyglylygy $\omega > W_y + 0,25I_\zeta$ bolan topraklar aş ayzgar toprak hasaplanýar. Bular ýaly topraklarda tiplýin taslamalar boýunça ýer örtügini gurmak rugsat edilmeyär. Sebäbi bu ýagdaýda ýapgytlaryň durnuklylygy üpjün edilmeyär.

Aş ayzgarlykly sebitlerdäki gurluşyklardan alnan tejribeleriň netijesinde, aş ayzgar toýunsow topraklardan bolan ýer örtügiňiň tipli kese kesiminiň görnüşleri hödürlendi. Ýer örtügiňiň bu kese kesimleriniň görnüşleri boýunça (4.6-njy we 4.7-nji çyzgylar) galdyrmany 6 m -e çenli beýiklikde, aýyrmany bolsa 12 m -e çenli çuňlukda gurmak rugsat edilýär.



4.6-njy çyzgy. $W_y + 0,25I_\zeta$ -den $W_y + 0,5I_\zeta$ -e çenli çyglylykdaky toýunsow topraklardan bolan galdyrma



4.7-nji çyzgy. Çyglylygy $\omega > W_{\dot{y}} + 0,25I_{\dot{\epsilon}}$ bolan toýunsow topraklarda aýyрма

Galdyrmanyň ýapgytlarynyň ygtybarly durnuklylygyny üpjün etmek üçin ω $W_{\dot{y}} + 0,25I_{\dot{\epsilon}}$ -den $W_{\dot{y}} + 0,5I_{\dot{\epsilon}}$ -e çenli bolanda olara 1:2 gatnaşykda eňňitlik berilýär. Ýokarky bölümünde $Z=0,6\div 0,8$ m galyňlykda gorag gatlagy, ýagny drenirleýji toprakdan ýassyk gurýarlar.

Tebigy çyglylygy ω $W_{\dot{y}} + 0,25I_{\dot{\epsilon}}$ -den $W_{\dot{y}} + 0,5I_{\dot{\epsilon}}$ -e çenli bolan toýunsow topraklarda ýassygyň galyňlygy $Z=0,5$ m, ýapgytlaryň eňňitligi 1:1,5 gatnaşykda bolup biler.

Ýapgytlaryň dabanlarynda $H=2\div 6$ m çuňlukly aýyrmalarda ini 1 m, $H=6\div 12$ m-de 2 m bolan tekjeler gurulýar.

Tebigy çyglylygy $\omega > W_{\dot{y}} + 0,5I_{\dot{\epsilon}}$ toýunsow topraklarda gurulýan aýyrmalarda 4.7-nji çyzgyda görkezilen kese kesimiň görnüşi ulanylýar.

4.4.2. Batgalyklardaky galdyrmalar

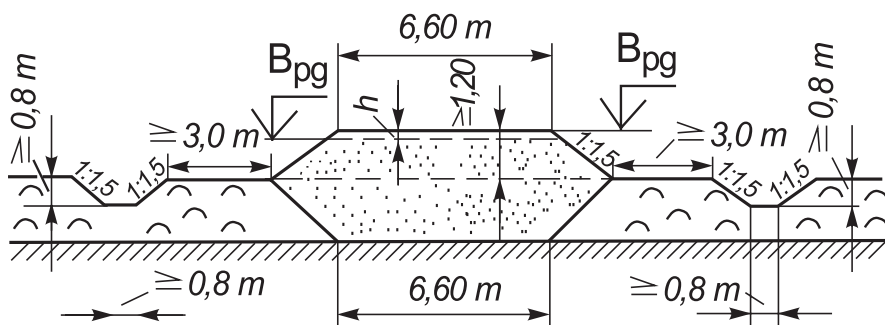
Batgalyklarda galdyrmalaryň gurluşlary batgalygyň tipine we çuňlugyna, galdyrmanyň beýikligine, topragyň görnüşine, batgalygyň mineral düýbüniň eňňitligine baglylykda saýlanylýar. Batgalyklaryň tipleriniň häsiýetlendirmeleri 4.3-nji tablisada berilýär.

Batgalyklaryň tipleriniň häsiýetlendirmeleri

Batgalyklaryň tipleri	Batgalygyň topraklarynyň görnüşleri	Agyrlygyň aşagynda deformirlenme häsiýetleri
I	Torf we beýleki durnukly konsistensiyaly batgalygyň topraklary	Agyrlygyň aşagynda galdyrmadan 3 <i>m</i> -e çenli beýiklikde gysylýar
II	Torf we beýleki dürli konsistensiyaly batgalygyň topraklary	Agyrlygyň aşagynda galdyrmadan 3 <i>m</i> -e çenli beýiklikde gysylýar we gysylýp çykýar
III	Batgalyklaryň topraklary, il erginli ýa-da erginsiz suw	Agyrlygyň aşagynda gysylýp çykýar

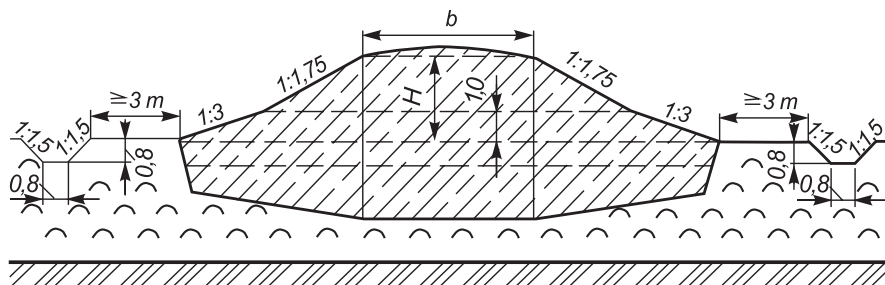
Batgalygyň tipi inžener-geologiki gözlegleriň, şol sanda batgalygyň bütin düýbüne çenli we mineral düýbünden 1 m aşak bolan kesiminiň maglumatlary, şeýle-de batgalygyň topragyň fiziko-mehaniki häsiýetleri boýunça bellenyär.

I we III tipli batgalyklarda galdyrmalary 4 *m*-e çenli, II tipliler üçin bolsa 3 *m*-e çenli çuňlukda tipleýin taslamalar boýunça gurmak bolýar. Galdyrmalaryň gurluşlary hökmünde drenirleýji topraklar, eýýäm birnäçe onýyllyklardan bäri ulanylýar. mümkin bolan maýyşgak çökmeleri çäklendirmek, şeýle-de galdyrmalaryň esasy meýdançasyny pökgermekden goramak üçin, batgalygyň üstünden galdyrmalaryň esasy meýdançasynyň gaşlarynyň minimal ýagdaýda ýokarlandyrylmagyny üpjün etmeli. Bu ýokarlandyрма doňaklygyň çuňlugy 1,0 *m*-den 2,5 *m*-e çenli bolanda we drenirleýji toprak, ýeňil iridüwürli çägesow gum ulanylanda 0,6 *m*-den 1,5 *m*-e çenli bolmaly. Eger-de ownuk we külke gum ýa-da çäge ulanylsa, onda 1,0 *m*-den 2,0 *m*-e çenli bolýar. Birinji ýagdaýda esasy meýdançanyň ini 6,0 *m*, ikinjide-6,6 *m* kabul edilyär.



4.8-nji çizgy. Esasynyň keseligine eňňitligi 1:10-dan eňňit bolmadyk 2 m-e çenli çuňlukly I tipli batgalyklarda iridüwürli ýeňil çägeden we drenirleýji toprakdan bolan 2 m-e çenli beýiklikdäki galdyrma

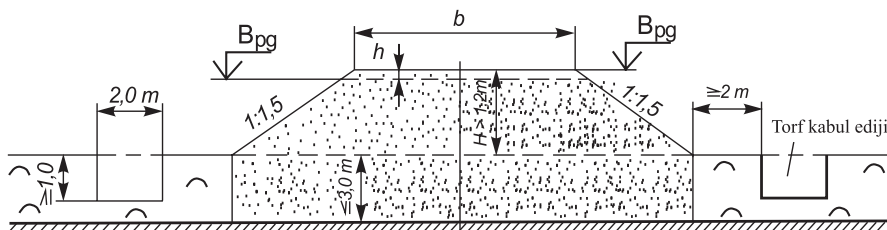
I tipli batgalyklarda ýoluň rugsat edilmeyän maýyşgak çökmeleriniň bolmazlygy üçin olaryň $B > 2 \text{ m}$ çuňlugynda we galdyrmalaryň $H \leq 2 \text{ m}$ beýikliginde torf dolulygyna aýrylmaly (4.8-nji çizgy), $B = 2 \div 4 \text{ m}$ bolanda torf iş geçirmek mümkinçiliklerine esaslanyp we $H + h_B > 3,5 \text{ m}$ şerti bilen kesgitlenen h_B çuňluga bölekleyin aýrylýar.



4.9-njy çizgy. Esasynyň keseligine eňňitligi 1:10-dan eňňit bolmadyk 2 m-den 4 m-e çenli çuňlukly I tipli batgalyklarda drenirlemeýän ownuk gumdan, külke gumdan we ýeňil çägeden bolan 3 m-e çenli beýiklikdäki galdyrma

Soňky ýagdaýda galdyrmalaryň aşagynda gysylýan torf gatlagynyň 35-40 % galyňlygyndaky ölçegde esasyň çökyänligini göz önünde tutmaly. Bu ýagdaýda kese kesimiň görnüşü 4.9-njy çizgy boýunça kabul edilýär.

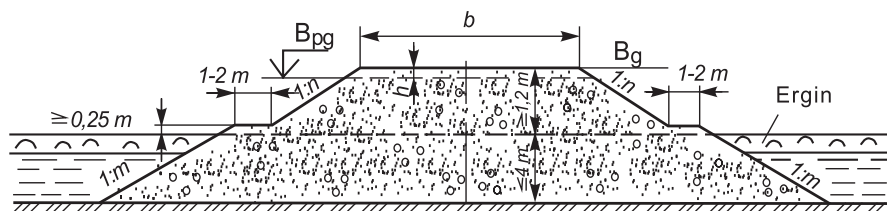
$B \leq 3 \text{ m}$ çuňlukly II tipli batgalyklarda torfy dolulygyna aýyrmaly (4.10-njy çyzgy). Bu ýagdaýda galdyrmalaryň esasyndaky ösüntgi damarly gatlak (ýapgy) we durnukly konsistensiýaly torf onuň doly inine kesilip aýrylýar. Ondan soň batgalygyň mineral düýbüne galdyрма goýulýar.



4.10-njy çyzgy. Esasyň keseligine eňňitligi 1:15-den eňňit bolmadyk 3 m-e çenli çuňlukly II tipli batgalyklarda drenirleýji topraklardan we iridüwürli ýeňil çägeden bolan galdyрма

Bu yzygiderlikdäki ýerine ýetirilýän işi ýeňilleşdirmek üçin ini 2 m we çuňlugy ösüntgi damarly gatlagyň doly galyňlygynda *torf kabul* ediji gurýarlar.

III tipli batgalykda galdyrmalar diňe drenirleýji topraklardan batgalygyň mineral düýbüne guýulyp gurulýar (4.11-nji çyzgy). Şunlukda bermalar tehnologiki maksat bilen gurulýar, ýagny $B \leq 3,0 \text{ m}$ bolanda olaryň ini 1 m we $B > 3,0 \text{ m}$ bolanda 2 m bolýar.



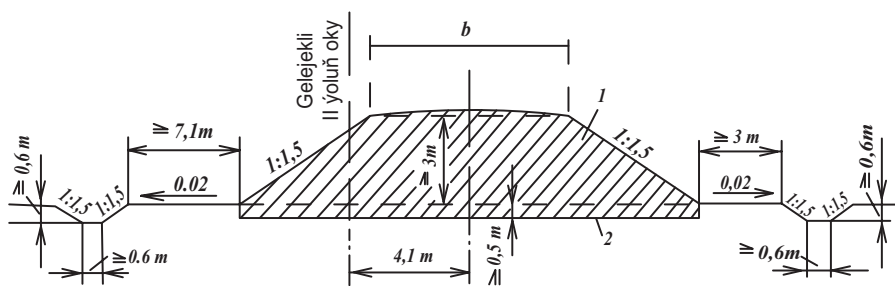
4.11-nji çyzgy. Esasynyň keseligine eňňitligi 1:20-den eňňit bolmadyk 4 m-e çenli çuňlukly III tipli batgalyklardaky galdyрма

4.4.3. Şorlaşan toprakly ýerlerdäki galdyrmalar

Düzümde gury massasynyň 0,3 %-den köp ýeňil ereýän duz-
lary (hloridli, sulfatly, hlorid-sulfatly we ş.m.) saklaýan topraklara
şorlaşan topraklar diýilýär.

Haýal şorlaşan topraklar düzüminde gurak sebitlerde 0,5-2,0 % we beýleki sebitlerde 0,3-1,0 % ýeňil ereýän duzlary saklaýar. Ortaça duzlaşan topraklar deňişlilikde 1-5 we 0,5-5 %, güýçli şorlaşan topraklar deňişlilikde 3-10 we 2-8 % şeýle-de aşa şorlaşan topraklar deňişlilikde 8-10 we 5-8 %-den-de köp bolan ýeňil ereýän duzlary saklaýar.

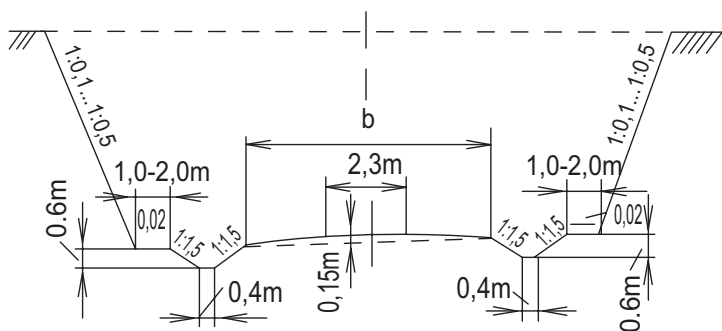
Şorlaşan toprakly ýerlerde ýer örtüginı galdyrma görnüşde taslamak maslahat berilýär. Häzirki döwürde aşa şorlaşan topraklarda tipleýin kese kesimiň görnüşleri ulanylýar (4.12-nji çyzgy).



4.12-nji çyzy. Zeý suwy çuňlukda ýerleşen, şorlaşan toprakly ýerlerde gury
tebigy esasly galdyrma: 1-ýerli drenirlemeýän toprak, 2-esas

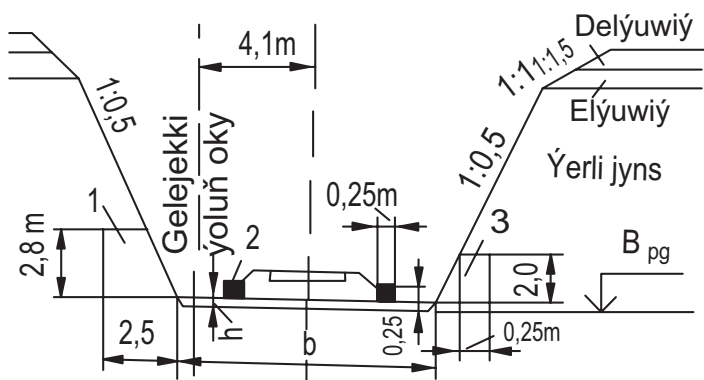
4.4.4. Gury mele we gaty (daşly) topraklarda aýyrmalar

Gury mele toprak gaty berk bolýar. Şonuň üçinem ulanşygyň tejribeligi bu topraklar üçin uçut eňňitli ýapgytly tipleýin kese kesimiň görnüşini saýlamaga mümkinçilik berdi (4.13-nji çyzgy).



**4.13-nji çyzgy. Gurak sebitleriň mele toprakly ýerlerinde çuňlugy
12 m-e çenli aýyrmalar**

Şeýle-de tipleýin taslamalaryň çözügütleri ýapgydynyň uzaboýuna üstüniň gowşak ýerleri amatly ýerleşen haýal syraýan gaty topraklarda-da ulanylýar (4.14-nji çyzgy). Şunlukda, ýapgytlaryň umumy we ýerli durnuklylygyny üpjün etmek üçin olaryň eňňitlikleri $H \leq 20$ m bolanda 1:0,2 we $H \leq 20 \div 30$ m-de 1:0,5 gatnaşyklarda kabul edilip bilner.



**4.14-nji çyzgy. Keseligine eňňitligi 1:3-den eňňit bolmadyk üstüniň gowşak
ýerleri amatly ýerleşen haýal syraýan gaty topraklarda kýuwetsiz aýyrmalar:**

1-kameralar; 2-bordýur diwarlary; 3-aşaklygy

Ýapgytlaryň delýuwial we elýuwial bölümleriniň eňňitlikleri olaryň galyňlyklaryna bagly bolýar. Birinji ýagdaýda 2,0 *m*-e çenli galyňlyklarda 1:1 we uly galyňlyklarda 1:1,5, ikinji ýagdaýda 3,0 *m*-e çenli galyňlyklarda 1:0,2-den 1:0,5-e çenli we uly galyňlyklarda 1:1-den 1:1,5-e çenli kabul etmek bolar.

Aýyrmalar kýuwetsiz (bordýur diwarly), kýuwetli, gaty topraga çuňaldylan ýa-da tranşeýaly görnüşlerde bolup biler. Aýyrmalarda otly geçen halatynda adamlary we tehnikany aýyrmak üçin ini 6,0 *m*, çuňlugy 2,5 *m* we beýikligi 2,8 *m* kameralar gurulýar. Olar ýoluň iki tarapynda küşt tertibinde ýerleşdirilýär.

4.4.5. Müdimilik doňaklyk sebitlerde ýer örtügini gurmagyň aýratynlyklary

Üç ýylyň dowamynda we ondan-da köp wagtlap otrisatel ýa-da nul temperaturada bolýan we özünde buz saklaýan topraklar müdimilik doň topraklar hasaplanýar.

Müdimilik doň topraklary nul amplitudasynyň çuňlugyndaky (10-15 *m*) temperatura baglylykda, pes temperaturalylara (-1°C -den pes) we ýokary temperaturalylara (-1°C -a deň ýa-da ýokary) bölýärlər.

Ýerli tebigy şertlere we topragyň hiliniň üýtgame mümkinçiligine baglylykda, örtük gurlanda gurluşygyň şu iki maksadynyň birinden ugur alynýar:

I maksat – müdimilik doň toprak doň halda ulanylýar we gurluşyk döwründe, şeýle-de, ulanşyga berlen döwrüniň бүтін dowamynda doň halda saklanmaly;

II maksat – müdimilik doň toprak erän halda ulanylýar (belli bir derejede rugsat edilmeler bilen).

Pes temperaturaly doňaklyklarda adatça, I maksat ulanylýar, ýokary temperaturalylarda bolsa II maksat.

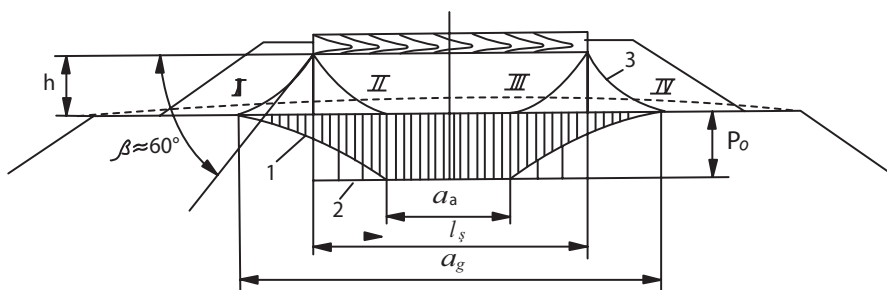
Erände haýalgysylýan toprakly ýerlerde ýer örtügi tipli taslamalar boýunça gurulýar. Erände gysylýan we güýçli gysylýan müdimilik doňaklyk ýerlerde galdyrmany yzgarlananda, doňanda we erände berkligini saklaýan, şeýle-de, sowuga pökgermeýän drenirleýji topraklardan gurmak maslahat berilýär. $I_a \leq 0,25$ bolanda toýunsow top-

Bu ýagdaýda galdyrmanyň berkligi we durnuklylygy yzgar esaslarda-da üpjün edilýär. Işlenme bellikleri $H \leq 6,0 \text{ m}$ we $0,25 \leq I_a \leq 50$ bolanda galdyrmalar we aýyrmalar aşa yzgar topraklarda ulanylýan tipleýin kesimler (profiller) boýunça gurulyp bilner. Galan ýagdaýlarda özbaşdak taslamalar işlenip düzülýär.

Häzirki döwrün şertlerinde ulanylýan hasap modellerde geçýän otlularyň we ýoluň ýokarky gurluşynyň agramlaryndan bolan daşky ýüklenmelere seredilýär.

Ýer örtügi we ýoluň ýokarky gurluşy otly bilen ýüklenýän boýuna uzap giden desga bolanson, daşky ýüklenmeler hem çyzyklaýyn seredilýär.

Hereket edýän düzümden bolan agyrlyklaryň, şpallaryň we düşek gatlaklarynyň üstünden hasap tekizligine geçişi 4.15-nji çyzgyda naprýaženiýeleriň epýurasy hökmünde shemalaýyn görkezilýär.



215

Shema laýyklykda ýa-da $\beta = 60^\circ$ bolanda:

$$a_{ag} = l_s \mp 2h \operatorname{tg} \beta; \quad (4.7)$$

$$a_{ag} = l_s \mp 1,115 h, \quad (4.8)$$

bu ýerde l_s -şpalyň uzynlygy; h -şpalyň aşagyndaky düşek gatlagynyň galyňlygy.

Otly agyryklarynyň epýurasy göniburçly görnüşde l_s inde ýa-da trapesiýa görnüşde a_i we a_d ölçeglerde kabul edilip bilner. Iki ýagdaýda-da agyrylygyň depginlililigi (epýuranyň beýikligi) birmeňzeş bolýar.

Häzirki döwriň ýolunyň ýokarky gurluşy üçin l_s , a_i we a_d ölçegler 4.4-nji tablisada berilýär.

P_0 bahasy çözülyän meselä baglylykda kabul edilmeli:

a) eger-de, hereket edýän düzümiň parametrleri we hereket tizligi belli, çözülyän mesele hem ýer örtüginin topragynyň ekstremal şertlerdäki işleýşini hasaba almagy talap edýän bolsa, onda:

$$P_0 = \sigma_h. \quad (4.9)$$

Bu ýerde σ_h -hasap tekizliginiň relsasty kesiminde kesgitlenýän hasap geçirilýän ekipažyň täsirinden bolan in uly dinamiki naprýaženiýe. Adatça „Demir ýoluň ýokarky gurluşyny berklige hasaplamanyň düzgünleri“ boýunça kesgitlenýär.

b) eger-de, hereket edýän düzümiň parametrleri we hereket tizligi belli, çözülyän mesele hem ýer örtüginin topragynyň käbir ortaça şertlerindäki işleýşini hasaba almagy talap edýän bolsa, onda:

$$P_0 = \frac{P_y}{l_y}, \quad (4.10)$$

bu ýerde P_y -ýoluň boýuna paýlanan, uzynlygyna hasaplanan ýüklenme (agyrlyk), N/m .

Öz gezeginde:

$$P_y = \frac{1}{2l_{\text{top}}}(\bar{P}_1 + P_1 - \max + \bar{P}_k + P_k + \max + 2\sum \bar{P}_i + 2\sum P_i - \max) \quad (4.11),$$

bu ýerde l_{top} -toparlaýyn teležkalaryň (goşa teplowozlaryň, dört ýa-da alty okly wagonlaryň, iki ikiokly teležkaly sekizokly wagonlaryň) gyraky oklaryň aralygy, m; P_1 , P_a , P_i -topardaky birinji, ahyrky we aralyk tigirlerden düşýän dik güýçleriň ortaça bahalary, N; $P_{1-\max}$, $P_{a-\max}$, $P_{i-\max}$ -ol hem şol tigirlerden düşýän dik güýçleriň maksimal bahalary.

ç) eger-de hereket edýän düzümiň parametrleri we hereket tizligi (gelejekki şertleri) belli däl bolsa, onda:

$$P_0 = |P_0|, \quad (4.12)$$

bu ýerde $|P_0|$ -esasy meýdança otly agyrlygyndan rugsat edilýän naprýaženiýe ($|P_0| = 80 \text{ kPa}$ toýun gumly topraklar üçin).

$P_{dg}, b_{dg}, a_i, a_d, b_i$ we b_d -laryň ýoluň ýokarky gurluşynyň dürli tipleri üçin bahalary

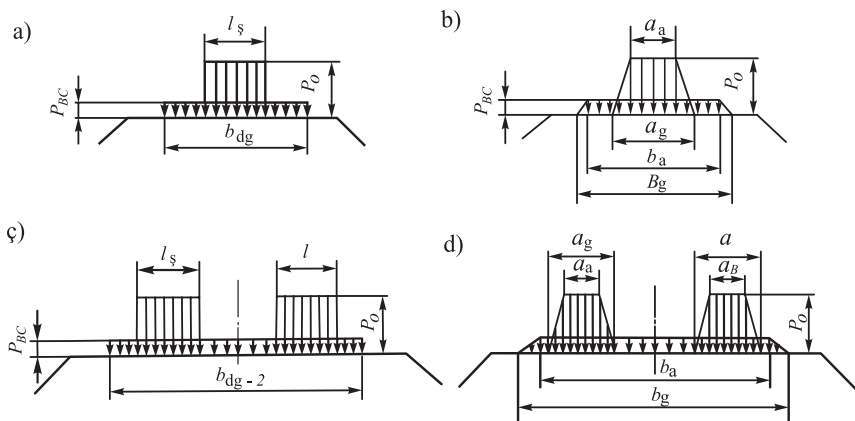
Ýoluň ýokarky gurluşy- nyň tipi	Spalyň tipi	Düşek gatlagy	h, m	P_{dg}, kPa	b_{dg}, m	a_i, m	a_d, m	b_i, m	b_d, m	$\frac{b_i + b_d}{2}, m$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Agyr	Agaç	Çagyl, gum düşekden bolan ýasykda; çagyl karyň daş owuntygundan bolan ýasykda; asbest, gum düşekden bolan ýasykda; asbest düşegi; asbest düşegi bilen ýapylan çagyl; ba-lykgulak düşegi bilen ýapylan çagyl.	0,70	16	$\frac{4,81}{8,97}$	1,94	3,56	$\frac{3,60}{7,70}$	$\frac{6,02}{10,24}$	4,81
Agyr	Demir-beton	Çagyl, gum düşekden bolan ýasykda; çagyl karyň daş owuntygundan bolan ýasykda; asbest düşegi bilen ýapylan çagyl.	0,75	17	$\frac{4,87}{9,01}$	1,83	3,57	$\frac{3,60}{7,70}$	$\frac{6,14}{10,32}$	4,87

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Orta	Agaç	Çagyl, gum dü- şekden bolan ýas- sykda; çagyl kar- ýeriň daş owunty- gyndan bolan ýas- sykda; asbest, gum düşekden bo- lan ýassykda; as- best düşegi; as- best düşegi bilen ýapylan çagyl; ba- lykgulak düşegi bilen ýapylan ça- gyl.	0,65	15	$\frac{4,53}{8,68}$	2,00	3,50	$\frac{3,40}{7,50}$	$\frac{5,66}{9,86}$	4,53
Orta	Demir- beton	Çagyl, gum dü- şekden bolan ýas- sykda; çagyl kar- ýeriň daş owunty- gyndan bolan ýas- sykda; asbest dü- şegi bilen ýapylan çagyl.	0,70	16	$\frac{4,60}{8,75}$	1,89	3,51	$\frac{3,40}{7,50}$	$\frac{5,80}{10,00}$	4,60

4.4-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ýeňil	Agaç	Çagyl, gum dü- şekden bolan ýas- sykda; çagyl kar- ýerň daş owunty- gyndan bolan ýas- sykda; asbest, gum düşekden bo- lan ýassykda; as- best düşegi; kar- ýerň daş owun- tygy ýa-da balyk- gulak; asbest dü- şegi bilen ýapylan çagyl; balykgulak düşegi bilen ýapy- lan çagyl.	0,60	15	$\frac{4,25}{8,39}$	2,06	3,44	$\frac{3,20}{7,30}$	$\frac{5,30}{9,48}$	4,25
Ýeňil	Demir- beton	Çagyl, gum dü- şekden bolan ýas- sykda; çagyl kar- ýerň daş owunty- gyndan bolan ýas- sykda; asbest dü- şegi bilen ýapylan çagyl.	0,65	16	$\frac{4,33}{8,45}$	1,95	3,45	$\frac{3,20}{7,30}$	$\frac{5,46}{9,60}$	4,33

Bellik: Sanawjydaky maglumatlar birýolly, maýdalawjydakylar bolsa ikiýolly bölümler üçin.



4.16-njy çyzgy. Hasap tekizligine (ýer örtüginin esasy meýdançasyna)

bolan daşky agyrlyk: *a*-agyrlygyň göniburçly görnüşinde birýolly ýola;

b-agyrlygyň trapeseidal görnüşinde birýolly ýola; *ç*-agyrlygyň

göniburçly görnüşinde ikiýolly ýola; *d*-agyrlygyň trapeseidal görnüşinde ikiýolly ýola

Ýoluň daşky gurluşynyň agyrlygyndan bolan daşky ýüklenme, hasap tekizligine täsir edýän ýoluň ýokarky gurluşynyň öz agyrlygynyň normal naprýaženiýeleriniň dikligine bolan epýurasy bilen aňladylýar. Sebäbi bu agyrlygyň esasy bölegini düşek gatlagy döredýär, diýmek, epýura düşek gatlagynyň trapeseidal görnüşinde bolýar. Meseläni ýönekeýleşdirmek üçin ol, meýdany boýunça ekwiwalentlilikde göniburçly görnüşde hem bolup biler.

Dürli inžener hasaplamalarynda kabul edilýän, hasap tekizligine (ýer örtüginin esasy meýdançasyna) täsir edýän daşky agyrlyklar 4.16-njy çyzgyda görkezilýär. Ýoluň ýokarky gurluşynyň dürli tipleri üçin b_i, b_d, b_{dg}, m we P_{dg}, kPa bahalary 4.4-nji tablisada berilýär.

4.4.7. Ýer örtüginde we onuň esasynda naprýaženiýe

Naprýaženiýeniň hasaby galdyrmanyň topragynyň talap edilýän dykzlygyny, galdyrmanyň we esasyň çökmegini, galdyrmanyň esasyň we aýyrmanyň esasy meýdançasynyň topragynyň durnuklylygyny kesgitlemek üçin geçirilýär.

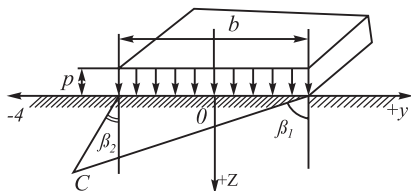
Gurulýan galdyrmanyň ýer örtügi, şeýle-de, aýyrmanyň esasy meýdançasynyň aşagynda topragyň ýokarky gatlagy agyrlýgyň aşagynda topragyň maýyşgaklykda işleýşini üpjün edýän derejä çenli diýen ýaly ýörite dykzylanýar. Netijede, galdyrmalarda, olaryň esaslarynda we aýyrmanyň aşagyndaky toprakda adatça galyndyly we maýyşgak deformasiýa şeýle ujypsyz möçberde bolýar, ýagny bu ýagdaýda naprýaženiýe bilen deformasiýanyň arasyndaky arabaglanşygy zerur bolsa çyzyklaýyn diýip hasap etsek-de bolar.

Şunuň bilen baglylykda ýer örtüginde we onuň esasynda naprýaženiýeni hasaplamak üçin maýyşgaklygyň çyzyklaýyn nazarýetiniň käbir ýönekeý meselelerini ulanmak bolar. Ýer örtügi uzynlygyna uzaýan desga hökmünde inžener hasaplamalarynda munuň üçin aýratyn tekizlikleýin meseleler ulanylýar. Ýer örtüginde we onuň esasynda islendik daşky täsiri aýratynlykdaky çyzyklaýyn agyrlýklaryň göniburçly we üçburçly görnüşlerinde seredip, soňra agyrlýgyň her böleginiň naprýaženiýelerini jemlemeli.

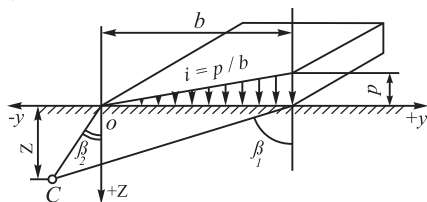
Adatça agyrlýgyň şu aşakdaky wariantlary has köp ulanylýar:

ýarym boşluga goýlan *göniburçly* çyzyklaýyn agyrlýk (4.17-nji *a* çyzgy). Ýarymboşlugyň gorizonta meýdançasynyň islendik *c* nokadyna täsir edýän dik normal naprýaženiýeler aşakdaky formula boýunça aňladylýar:

a)



b)



4.17-nji çyzgy. Ýarymboşlukda daşky çyzyklaýyn agyrlýklaryň täsiriniň shemasy: *a*-göniburçly; *b*-üçburçly

$$\sigma = -\frac{P}{\pi}(\beta_1 + \frac{1}{2} \sin 2\beta_1 - \beta_2 - \frac{1}{2} \sin 2\beta_2). \quad (4.13)$$

Minus belgi naprýaženiýäniň gysyjy naprýaženiýeligini görkezýär;

ýarym boşluga goýlan üçburçly çyzyklaýyn agyrlyk (4.17-nji b çyzgy). Bu ýagdaýda:

$$\sigma = -\frac{P}{\pi b} \left[z(\sin^2 \beta_1 - \sin^2 \beta_2) - y(\beta_1 + \frac{1}{2} \sin 2\beta_1 - \beta_2 - \frac{1}{2} \sin 2\beta_2) \right], \quad (4.14)$$

bu ýerde β_1, β_2 burçlar položitel hasaplanýar, eger-de olar agyrlygyň ahyryndan geçirilen dikden sagadyň diliniň aýlanýan ugry boýunça hasaplansa.

Ýarymboşluga goýlan *erkin görnüşdäki* çyzyklaýyn agyrlyk. Erkin görnüşdäki çyzyklaýyn agyrlygy dörtburçly we üçburçly çyzyklaýyn agyrlyklaryň görnüşleriniň jeminiň täsiri bilen çalşyp bolar. Bu ýagdaýda:

$$\sigma = \sum_1^n \sigma_i, \quad (4.15)$$

bu ýerde σ_i -naprýaženiýe i -nji düzüjilerden, Pa ; n -göniburçly we üçburçly agyrlyklaryň jemlenen sany.

Adatça hasaplamalarda (4.13) we (4.14) deňlemelerini ulanman, eýsem şu deňlemeler boýunça $P=1$ üçin düzülen I_ζ -iň tablisadaky bahalaryny ulanýarlar (4.5-nji we 4.6-njy tablisalar). Onda:

$$\sigma = -I_\zeta P; \quad I_\zeta = f\left(\frac{y}{b}, \frac{z}{b}\right). \quad (4.16)$$

Göniburçly agyrylyk üçin I_{ζ} bahalary

$\frac{y}{b} \backslash \frac{z}{b}$	0,00	0,05	0,10	0,15	0,25	0,35	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,05	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
0,10	0,998	0,996	0,996	0,996	0,989	0,961	0,499	0,010	0,003	0,000	0,000	0,000
0,15	0,993	0,993	0,987	0,985	0,966	0,910	0,498	0,030	0,005	0,001	0,000	0,000
0,25	0,960	0,960	0,954	0,942	0,907	0,808	0,496	0,090	0,019	0,002	0,001	0,000
0,35	0,906	0,905	0,900	0,887	0,830	0,732	0,489	0,148	0,042	0,005	0,004	0,001
0,50	0,822	0,820	0,815	0,807	0,728	0,651	0,479	0,218	0,084	0,017	0,005	0,003
0,75	0,670	0,666	0,661	0,647	0,607	0,552	0,449	0,262	0,145	0,050	0,015	0,007
1,00	0,540	0,540	0,543	0,535	0,511	0,475	0,409	0,288	0,185	0,071	0,029	0,013
1,50	0,397	0,395	0,395	0,389	0,379	0,354	0,334	0,273	0,211	0,114	0,059	0,032
2,00	0,306	0,305	0,304	0,303	0,292	0,291	0,275	0,243	0,205	0,134	0,083	0,051
2,50	0,242	0,242	0,242	0,241	0,239	0,237	0,231	0,215	0,188	0,140	0,094	0,065
3,00	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,200	0,200	0,200	0,170	0,140	0,100	0,090
4,00	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,150	0,150	0,150	0,150	0,130	0,100	0,090
5,00	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,120	0,120	0,120	0,120	0,110	0,090	0,080
6,00	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,090	0,080

Üçburçly agyrylyk üçin $I_{\frac{1}{2}}$ bahalary

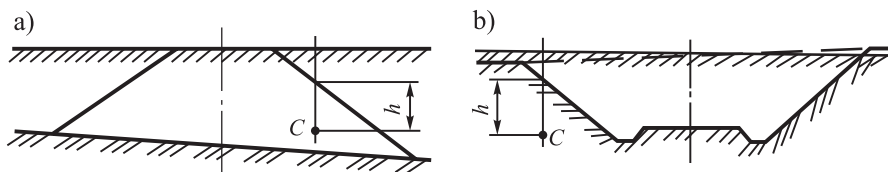
$\frac{z}{b}$ / $\frac{y}{b}$	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
0,00	0	0	0	0	0,250	0,500	0,750	1,000	0	0	0
0,25	-	-	0,001	0,075	0,256	0,480	0,643	0,324	0,015	0,003	-
0,50	0,002	0,003	0,023	0,127	0,263	0,410	0,477	0,353	0,056	0,017	0,003
0,75	0,006	0,016	0,042	0,153	0,248	0,335	0,361	0,293	0,108	0,024	0,009
1,00	0,014	0,025	0,061	0,159	0,223	0,275	0,279	0,241	0,129	0,045	0,013
1,50	0,020	0,048	0,096	0,145	0,178	0,200	0,202	0,185	0,124	0,062	0,041
2,00	0,033	0,061	0,092	0,127	0,146	0,155	0,163	0,153	0,108	0,069	0,050
3,00	0,050	0,064	0,080	0,096	0,103	0,104	0,108	0,104	0,090	0,071	0,050
4,00	0,051	0,060	0,067	0,075	0,078	0,085	0,082	0,075	0,073	0,060	0,049
5,00	0,047	0,052	0,057	0,059	0,062	0,063	0,063	0,065	0,061	0,051	0,047
6,00	0,041	0,041	0,050	0,051	0,052	0,053	0,053	0,053	0,050	0,050	0,045

Ýer örtüginin topragynyň öz agramyndan bolan naprýaženiýe σ_γ şeýle kesgitlenýär:

a) ýarymboşlukda

$$\sigma_\gamma = -\gamma h, \quad (4.17)$$

bu ýerde γ -topragyň udel agramy, N/m^3 ; h -gatlagyň galyňlygy



4.18-nji çyzgy. Galdyrmada (a) we aýyrmada (b) naprýaženiýeni kesgitlemek üçin shemalar

b) başga görnüşdäki göwürümleri (4.18-nji çyzgy) σ_γ agramly ýarymboşluk bilen çalyşýarlar we şol (4.17) formulany ulanyp hasaplaýarlar. Ýöne göwürümiň hakyky ölçenýän bölegi hasaba alynýar.

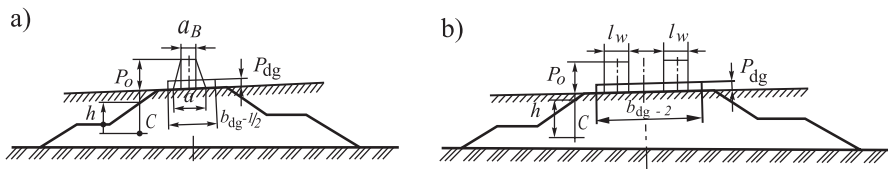
ç) köp gatlakly göwürimde:

$$\sigma_\gamma = -\sum_1^n \gamma_i h_i, \quad (4.18)$$

bu ýerde n – γ_i udel agramly we h_i galyňlykly topraklaryň gatlaklarynyň sany

Seredilenleri hasaba almak bilen, ýer örtüginde we onuň esasynda naprýaženiýeni şeýle kesgitleýärler:

Galdyrmalardaky naprýaženiýeler (4.19-njy çyzgy). Hakyky galdyrma çyzyklaýyn agyrylyklar P_0 we P_{dg} bilen ýüklenen ýarymboşluk bilen çalşylýar.



4.19-njy çyzgy. Galdyrmalardaky naprýaženiýeleri kesgitleýän shemalar:

a -otly agyrylygynyň birýolly ýolda trapeseidal görnüşli epýurasy; b -ikiýolly ýolda gönüburçly görnişli epýurasy

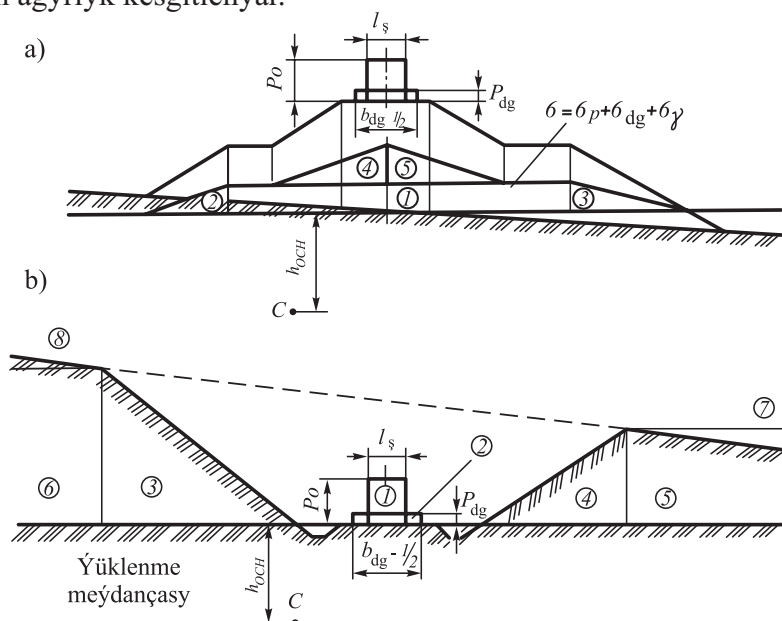
Bu shema laýyklykda galdyrmanyň islendik c nokadynda gysyjy naprýaženiýe hereket edýär.

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_{dg} + \sigma_\gamma, \quad (4.19)$$

bu ýerde σ_p -otly agyrlýgyndan bolan naprýaženiýe, Pa ; σ_{dg} - bu hem ýoluň ýokarky gurluşynyň agramyndan, Pa ; σ_γ -bu bolsa galdyrmanyň topragyň öz agramyndan, Pa .

σ_p we σ_{dg} bahalary (4.16), σ_γ bolsa (4.17) aňlatmalar boýunça kesgitlenýär;

Galdyrmanyň aşagyndaky naprýaženiýeler (4.20-nji a çyzgy). Esasyň hasap modeliniň ýerini tutýan, gorizontalk tekizlige täsir edýän gysyjy naprýaženiýäniň epýurasy hökmünde hasaplanýan, esasa bolan agyrlýk kesgitlenýär.



4.20-nji çyzgy. Gysyjy naprýaženiýeler kesgitlenýän shemalar:

a-galdyrmanyň esasynda; b-aýyrmalarda; tegelekleriň

içindäki sanlar agyrlýklaryň tertip belliklerini aňladýar

Bu tekizligiň islendik nokadyndaky naprýaženiýe (4.19) formula boýunça kesgitlenýär. Epýura göniburçly we üçburçly düzüjilere paý-

lanýar we esasyň islendik nokadyndaky naprýaženiýe (4.19) formula boýunça kesgitlenýär.

$$\sigma = \sum_1^n \sigma_i + \sigma_{\gamma-esas}, \quad (4.20)$$

bu ýerde $\sum_1^n \sigma_i$ -(4.15) formula boýunça kesgitlenýär; $\sigma_{\gamma-esas}$ - esasyň topragynyň öz agyrlýgyndan bolan naprýaženiýesi, Pa (4.17) we (4.18) formulalar boýunça kesgitlenýär;

Aýyrmanyň esasyndaky naprýaženiýeler (4.20-nji b çyzgy). Ýüklenme meýdançany (hasap tekizliginiň derejesini) kýuwetleriň düýplerine ýa-da gaşlara gabat getirip kabul etse bolar. Aýyrmanyň ýapgyt böleginiň topraklarynyň öz agramyndan bolan naprýaženiýesi ýüklenme meýdançasyna goýlan, onda bu meýdançadan aşakdaky aýyrmanyň islendik nokadynda:

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_{dg} + \sum_1^n \sigma_i + \sigma_{\gamma-esas}. \quad (4.21)$$

Agyrlyk 7-niň fiktiw bolanlygy sebäpli 4.20-nji b çyzgyda görkezilen shema üçin:

$$\sum_1^n \sigma_i = \sum_1^n \sigma_i - \sigma_7.$$

4.5. Berkitme we gorag gurşawlary

Ýer örtüginin gurluşlarynyň tebigy faktorlaryň täsirinde zaýalanyp tozmagynyň önüni almak maksady bilen berkitme we gorag gurnawlary ulanylýar. Berkitmäniň we goragyň tipi desganyň ulanylyş maksadyna we ölçeglerine, toprak, klimat, topografiýa we gidrogeologiýa şertlerine, ýerli materiallaryň bolmagyna, gurluşygyň möhletine we beýleki faktorlara baglylykda bellenýär.

Adatça galdyrmalaryň we aýyrmalaryň ýapgytlary, galdyrmalaryň

gyralary we gumly ýa-da aşa yzgarlanan toýunsow topraklarda aýyrmalar we bermalar berkidilýär.

Berkitme topraga ygal geçmesini peseldýär ýa-da onuň önüni alýar we ýer örtüginini, onuň ýapgydyny hem gyralaryny suwa ýuwulyş, ýele sowrulmadan goraýar.

Berkitme we gorag gurşawlarynyň aşakdaky esasy tiplerini ulanýarlar.

Emeli kök – damarly ýapgy, adatça, ýerli klimatyň häsiýetleri öwrenilip, degişli bolan otlaryň tohumlary sepilip taýýarlanylýar. Beýle berkitme suwuň akymynyň çuňlugyna baglylykda 1,5 m/s tizlikli akymlarda-da ýer örtüginini suwa ýuwulmadan goraýar. Ot gatlakly ýapgy toprakdan suwuň bugaryp çykma depginini takmynan 2 esse peseldip, ony çalykmadan goraýar. Bu bolsa otlaryň iýmitlenmesini gowulandyrýar. Ot gatlakly ýapgy özüniň kökleri bilen topragyň üstki gatlaklarynda belli bir derejede armirleme (maýyşgaklyk) döredýär, ony suw we ýel eroziýalaryndan we çökmelerden ýüze çykýan jaýrylmalardan goraýar.

Toprak, klimat we tehniki şertler boýunça ot ekip bolmaýan ýa-da ykdysady taýdan oňlanylmadyk ýerlerde berkitme hökmünde, *ýapgytlary iri bölekleýin topraklar bilen ýapma* usuly ulanylýar. Bular ýaly toprak tapylmasa torftoprak garyndysy ýa-da toýunsow toprak ulanýarlar.

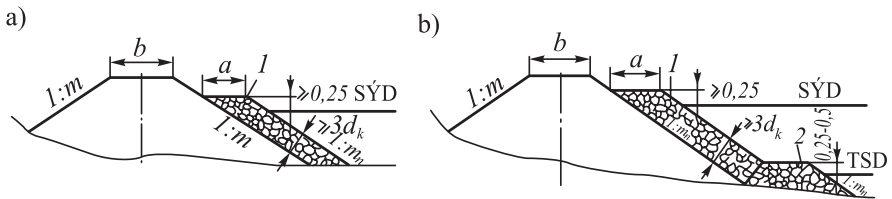
Eger-de, ýapgytlar aşazyzgarlanan tozansow topraklardan goýlan bolup, olaryň üstüniň akmaklyga bolan ukyby güýjeýän bolsa, onda bu ýagdaýyň önüni almak üçin ot ekmek işleri ýörite ýygynan demir-beton gözeneklerde amala aşyrylýar.

Suw akýan ýerlerde akymynyň hasaplanan tizliginiň 4-5 m/s çenli bolan suw alýan ýapgytlary berkitmek üçin daş bölejikleri ulanylsa maksada laýyk bolýar. Ol gorag prizmalary görnüşinde ýerine ýetirilýär (4.21-nji a çyzgy).

Daş bölejikleriniň ölçegi d_k , m, kenaryň boýunda V_h , m/s hasaplanan tizlikli suwuň akymynyň täsiri astynda berlen eňnitlikdäki ýapgytlarda daşjagazlaryň durnuklylygyny üpjün etmek talaplaryndan ugur alyp kesgitlenýär:

$$d_k = \frac{V_h^2}{A^2 2g \left(\frac{\gamma_d - \gamma_s}{\gamma_s} \right) \cos \alpha}, \quad (4.22)$$

bu ýerde A -ýapgytdaky daşyň durnuklylygyny hasaba alýan koeffisiýent (derýanyň öwrüminiň radiusy 300 m -den kiçi bolan-da $A=1$, galan ýagdaýlarda $A=1,15$); γ_d, γ_s – degişlilikde daşyň we suwuň udel agyrlyklary, N/m^2 ; α -ýapgydyň üstüniň keseligine bolan eňňitlik burçy.



4.21-nji çyzgy. Dag jynslaryndan bolan gorag prizmasy bilen

galdyrmany berkitme: a -suwa ýuwlmaýan toprakly esaslarda;

b -suwa ýuwlýan toprakly esaslarda; 1-goýulan daşlar; 2-direg prizmasy

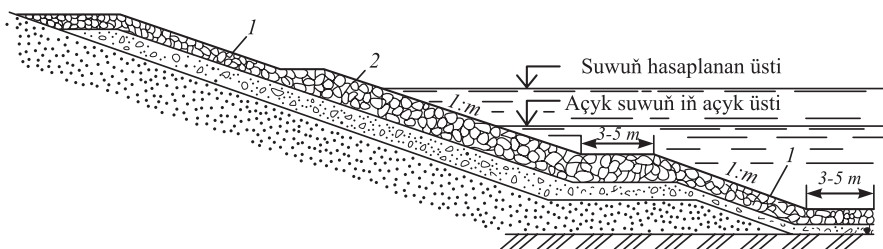
SÝD - suwuň iň ýokarky derejesi; TSD - toprakdaky suwuň derejesi

Akymynyň hasaplanan tizligi V_h hökmünde seredilýän kesimde ýapgydyň dabanyndaky akymyň dik tekizlige bolan ortaça tizligi kabul edilýär.

Direg prizmasynda gaty bölekleriň iriligi hem ýokarda görkezilen gorag prizmasynyňky ýaly bolmaly (4.21-nji b çyzgy).

Gorag gatlagyň galyňlygy $a \geq 3d_k$, ýöne $1,0\text{ m}$ -den az bolmaly däl. Eger-de ol galdyrmanyň ýadrosy bilen birlikde gurulýan bolsa, onda ony $3,0\text{ m}$ -den ýuka etmeli däl.

Döwürk daşlardan bolan goýum taslananda (4.2.2-nji çyzgy) suw alýan galdyrmanyň goragy üçin hasaplanan daşyň massasy m_z onuň ýeliň täsiri bilen bolýan tolkunlaryň deňagramlylygynyň çäklerindäki ýagdaýy boýunça kesgitlenýär.



4.22-nji çyzgy. Suw alýan galdyrmalary daş goýumlary bilen berkitme:

1-ýeňledilen berkitme; 2-esasy berkitme

Berkidilýän ýapgydyň ýokarsyndan ölçenen çuňlukda, m , $z = 0,7 h$ (bu ýerde, h -tolkunyň hasap beýikligi) hasaplanýan daşyň massasy

$$m_z = \frac{K_{fr} \rho_m h^2 \bar{\lambda}}{\left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1\right) \sqrt{1 + ctg^3 \alpha}}, \quad (4.23)$$

$z > 0,7 h$ bolanda,

$$m_z = m e^{-\left(\frac{7,5z^2}{h\bar{\lambda}}\right)}, \quad (4.24)$$

bu ýerde K_{fr} -ulanylýan goýumlaryň elementleriniň görnüşine baglylykdaky koeffisiýent, beton, demir-beton bloklar üçin $K_{fr} = 0,025$, GK we D boýunça kabul edilýär; ρ_m we ρ -materialyň we suwuň dyklyzlygy, t/m^3 ; l-öýjüklilik koeffisiýenti; $\bar{\lambda}$ -tolkunyň ortaça uzynlygy.

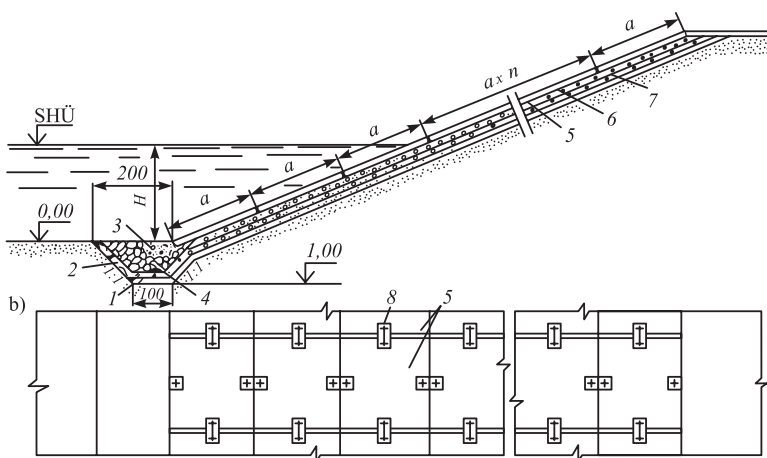
Hasap işlerinde tolkunyň beýikligi daş goýumlarda 2%-li üpjünçilik bilen kabul edilýär, ýagny $h = h_{2\%}$.

Daşyň hasap ölçegi takmynan aşakdaky aňlatmadan kesgitlenip bilner:

$$d_k = 1,2408^3 \sqrt{\frac{m_z}{\rho_m}}. \quad (4.25)$$

Tolkun täsirli şertlerde beton we demir-beton berkitmeleri hem ulanyp bolar. Bular beton plitalary ($h_{1\%} \leq 0,7 m$), demir-betondan ke-

silən plitalar ($h_{1\%} \leq 1,0 \div 1,5 \text{ m}$, 4.23-nji çyzgy), demir-beton plitalar ($h_{1\%} \leq 3,0 \text{ m}$) we monolit demir-beton plitalary ($h_{1\%} \leq 3,0 \text{ m}$).



4.23-nji çyzgy. Kesilen demir-beton plitalary: a-kesim; b-plan;

1-10 sm galyňlykdaky iridüwürli gum gatlagy; 2-15 sm galyňlykdaky daş owuntygy ýa-da çagyl; 3-monolit betonyndan direg; 4-direg daş prizması; 5-ýygnanan demir-beton plitalary; 6-15 sm galyňlykdaky iri daş owuntyk ýa-da çagyl gatlagy; 7-10 sm galyňlykdaky ownuk daş owuntyk ýa-da çagyl gatlagy; 8-şarnir birleşmeleri
SHÜ - suwuň hasaplanan üsti

Häzirki döwürde emeli desgalaryň durkuny üýtgetmegiň we ýer örtügiňiň ýapgytlaryny süýşmelerden, opurulmalardan we suw almalardan, şeýle-de, ýoly ýokardan gaýdýan dag daşlaryndan goramagyň döwrebap usullary goşundydaky 1÷12-nji su-ratlarda görkezilýär.

ÝOLUŇ ÝOKARKY GURLUŞYGynyň HASAP IŞLeri

ÝÝG-niň elementleriniň laýyk görnüşlerini saýlamak üçin, onuň elementleriniň dürli täsirlere bolan garşylygyny, ýagdaýyny, şeýlede, berlen tebigy-klimat we ulanylyş şertlerinde ýoluň gurluşygynyň tygşylygyny, gulluk möhletiniň dowamlylygyny, durnuklylygyny we berkligini kesgitleýän toplumlaýyn hasap işleri ýerine ýetirilýär.

Köpsanly faktlaryň täsiri astynda işleýän demir ýoluň hasap işleri, şol täsirleriň önünden öwrenilmegini talap edýär.

5. Hereket edýän düzümiň ýol bilen özara täsiri

Adatça, hereket edýän düzümiň tigr jübütlerinden relslere düşýän agyrlyk, hereketiň tizligi, ýükkabuledijiligi we ýoldan geçirilen tonnalaryň möçberi (tonnažy) ýoluň ulanylyş şertleriniň esasy häsiýetlendirmeleri hasaplanýar. Bu häsiýetler ýoluň dürli aralyklary üçin wagt taýdan tapawutlydyrlar.

Ýoluň tebigy-klimat faktory hem onuň dürli meteorologiki ýagdaýlarda we ygally howa şertlerinde işlemegi bilen düşündirilýär.

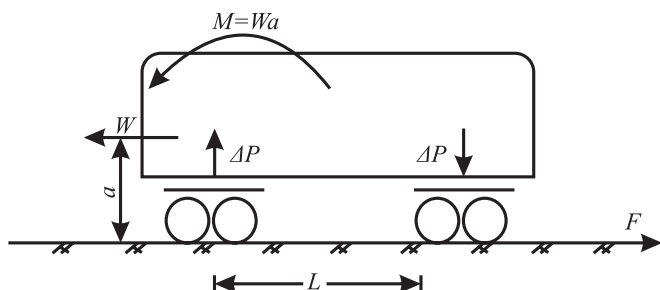
Ýoluň ýagdaýy we onuň garşylykly ýagdaýlary hem üýtgeşýän duran häsiýetlere eýedir (ýagny ýoluň tomsuna we gysyna gatylygynyň tapawudy; düşek gatlagynyň garşylyklygynyň ygally we gurak howadaky tapawudy; köne we täze şpallaryň garşylyklyklarynyň tapawudy we ş.m. bellemelik ýeterlikdir).

Bir ýerde duran ekipaž ýola diňe statiki täsir edýär (5.1-nji çyzygy). Ýöne ol herekede girende, onuň ýola täsiri çylşyrymlaşýar, sebäbi eýýäm resorlaryň güýçleri, inersion güýçleri, öwrümli aralyklarda merkezden ymtylýan tizlenmäniň güýçleri we ş.m. güýçler täsir edip başlaýar. Şeýlelikde: tigr aýlawynyň üstki gurşawy hem bitekiz ýa-da

disbalansly bolup biler; edil şeýle ýagdaý relsiň geometriki şekiliniň öz bolmaly formasyndan gysarmaklylygy bilen hem bolmagy mümkin; ýoluň maýyşgaklyk ukyby her ýerde her dürli bolýar. Umumy netijede ýol bilen tigiriň ara täsiriniň meselesi gutarnyksyz hasaplanýar.

Tigiriň üsti bilen relse geçýän statiki agyrlýgyň ululygy 250 kN-a çenli baryp ýetýär.

Agyrlyk otly herekete girende üýtgemek bilen bolýar. Bu ýagdaý lokomotiwiň çekiji güýji näçe köp bolsa, şonça-da ýokarlanýar. Netijede, hereket edýän düzüm tarapyndan herekete bolan garşylyk ulalýar. Aýratynam bu ýagdaý, haçan-da lokomotiwiň saklanmasynda (tormozlanmasynda) has aýdyň duýulýar.



5.1-nji çyzgy. Hereketdäki otla güýçleriň täsiri

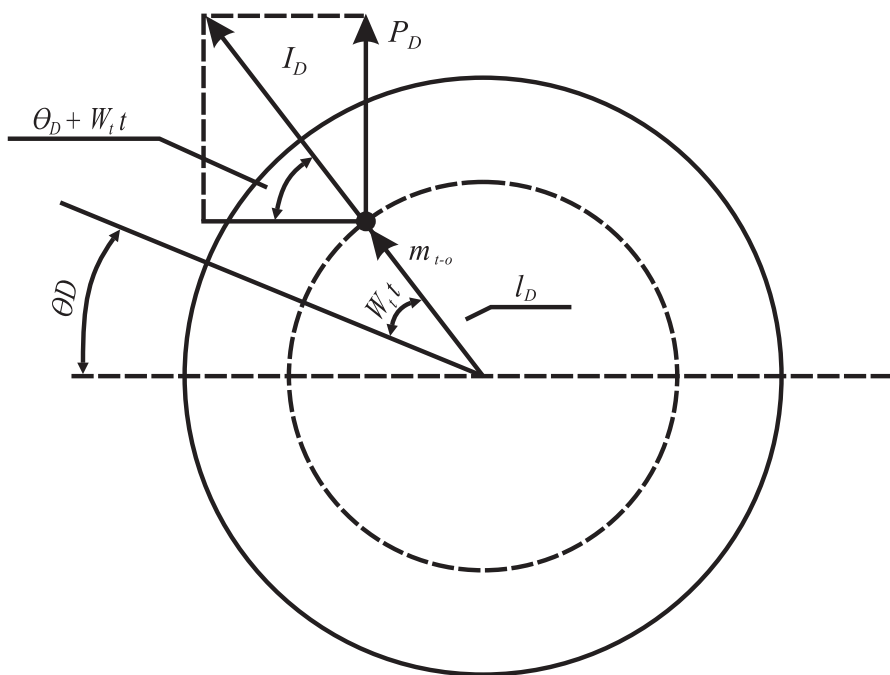
F -çekijiniň galtaşma güýji; W -düzümden bir lokomotiwe geçýän garşylyk ($a = 1 \text{ m}$).

Birsyhly hereketde $F=W$. Bu güýçler a egin bilen goşa güýji emele getirýär.

Goşa güýjüň momenti ekipažyň öňki teležkasyny agraldýar. Şeýlelikde, deňleýji reaksiýa momenti ΔPL ýüze çykýar, bu ýerde ΔP -teležkalaryň reaksiýalary, olar ululygy boýunça deň, ýöne bir-birine garşy ugrukdyrylan; L -teležkalaryň tigr oklarynyň ara uzynlygy. Momentleriň deňlemesinden reaksiýa güýji ΔP kesgitlenýär:

$$\Delta P = F \frac{a}{L} = W \frac{a}{L}. \quad (5.1)$$

5.1. Tigirleriň deňagramsyzlygy (disbalansy)



5.2-nji çyzgy. Tigirleriň deňagramsyzlygy

Eger-de, tigr guýulanda onuň aýlawy we gurşawy boýunça metal deň paýlanmasa ýa-da ok tigriniň dogry merkezinden goýulmasa, onda tigriniň okunda eksentritet l_D ýüze çykýar (5.2-nji çyzgy). Netijede, tigr aýlananda merkezden ymtylýan güýç peýda bolýar.

$$I_D = \frac{m_{t-o} \vartheta_D^2}{l_D} = m_{t-o} w_t^2 l_D = q_{t-o} l_D \frac{w_t^2}{g}, \quad (5.2)$$

bu ýerde g -erkin gaçmanyň tizlenmesi;

$\vartheta_D = w_t l_D$ -bir tigrine düşýän, m_t ressorlanmadyk agyrlýgyň, m_{t-o} aýlanýan böleginiň merkeziniň hereket tizligi;

l_D -şol bir m_{t-o} aralyk merkeziniň aýlaw giňliginiň ini (radiusy);

w_t -tigriniň aýlanma tizligi.

Ressorlanmadyk m_t agyrlýk q_t agrama eýedir. Aýlanýan m_{t-o} bö-

lek q_{t-o} agrama eýe we m_t -iň α_t böleginden durýar (we degişlilikde q_t -den)

Belläliň:

$$D = q_{t-o} l_D, \quad (5.3)$$

onda disbalansyň merkezden ymtylýan güýji

$$I_D = \alpha_D m_t l_D w_t^2 = D \frac{w_t^2}{g}. \quad (5.4)$$

D ululuga deňagramsyzlyk (disbalans) diýilýär. Onuň bolmazlygyny gazanmak üçin, tigr aýlawynyň we gurşawynyň ýokary takyklykda ýonulmagy, çarhlanylmagy we onuň okunyň dogry oturdylmagy zerurdyr.

I_D -disbalansyň merkezden ymtylýan tizlenmede güýçleriniň dikligine bolan toplumy, wagtyň islendik pursatynda:

$$P_D = -I_D \sin(\ddot{O}_D + w_t t). \quad (5.5)$$

Bu formulada I_D ululygyň ornuna tigr okunyň (5.4) bahasyny goýup, alarys:

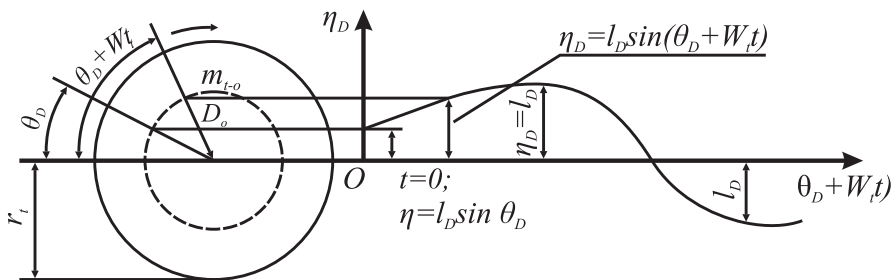
$$P_D = -m_t \alpha_D l_D w_t^2 \sin(w_t t + \ddot{O}_D), \quad (5.6)$$

bu ýerde

$$w_t = \frac{\vartheta}{r_t}. \quad (5.7)$$

Disbalans bilen ulalyan merkezden ymtylýan tizlenmeden bolan güýç, islendik beýleki merkezden ymtylýan güýçler ýaly, inersion güýç hasaplanýar. Ol hem islendik inersion güýç ýaly, Nýutonyň ikinji kanunyna laýyklykda, agramynyň oňa täsir edýän tizlenmesine bolan köpeltmek hasylyna deňdir.

5.7-nji formulanyň netijesine 5.3-nji çyzgyda seret.



5.3-nji çyzgy. Tigirdäki deňagramsyzlygyň agyrylyk merkeziniň traýektoriýasy

η_D -absissa okuna gabat gelyän tigiriň aýlanma merkeziniň traýektoriýasy ($\ddot{O}_D + w_t t$) garaşly m_{t-o} agyrylyk merkeziniň traýektoriýasynyň ordinatasy. Üçburçlugyň çep tarapyndan görnüşi ýaly (5.3-nji çyzgy), tigriniň agyrylyk merkeziniň traýektoriýasynyň islendik nokadynda onuň ordinatasy $\eta_D = l_D \sin(\ddot{O}_D + w_t t)$ deň, m_{t-o} – agyrylygyň merkeziniň dikligine bolan hereketiniň wagt boýunça birinji önümine deňdir.

$$\left. \begin{aligned} \eta_D &= l_D \sin(w_t t + \ddot{O}_D) \\ \dot{\eta}_D &= \frac{d\eta_D}{dt} = l_D w_t \cos(w_t t + \ddot{O}_D) \\ \ddot{\eta}_D &= \frac{d^2 \eta_D}{dt^2} = -l_D w_t^2 \sin(w_t t + \ddot{O}_D) = -w_t^2 \eta_D \end{aligned} \right\} (5.8)$$

Inersiýa güýçleriniň dikligine bolan düzümi disbalans bolanlygy sebäpli:

$$P_D = m_{t-p} \ddot{\eta}_D = -m_t \alpha_D l_D w_t^2 \sin(w_t t + \ddot{O}_D), \quad (5.9)$$

bu bolsa, I_D disbalansyň merkezden ymtylýan tizlenmeden bolan güýçleriniň dikligine bolan toplumy üçin hasaplanan (5.5) formula bilen dolulygyna gabat gelyär. P_D güýjiň ýokary bahasy $\sin(w_t t + \ddot{O}_D) = -1$, ýagny

$$\max P_D = m_t \alpha_D l_D w_t^2 = I_D. \quad (5.10)$$

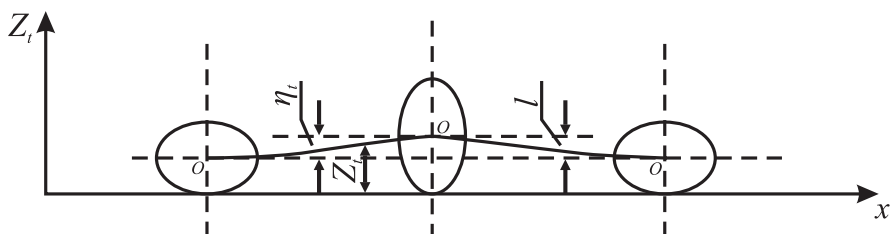
I_D merkezden ymtylýan tizlenmeden bolan güýçleriň P_D dikligine bolan toplumy, tigriniň bir aýlawynyň dowamynda iki gezek

$|I_D|$ -den bolan ekstremuma ýetýär, ýagny bir gezek tigirden bolan P_D agramy I_D ululyga köpeldip, beýleki gezek bolsa edil şol bir ululyga azaldyp, şeýlelikde, tapawut $2 I_D$ -e deň bolýar, ýagny

$$\left(\frac{P_{st} + I_D}{P_{st} - I_D}\right) \text{ gezek.}$$

5.2. Tigiriň aýlaw üstüniň we ýoluň bitekizligi

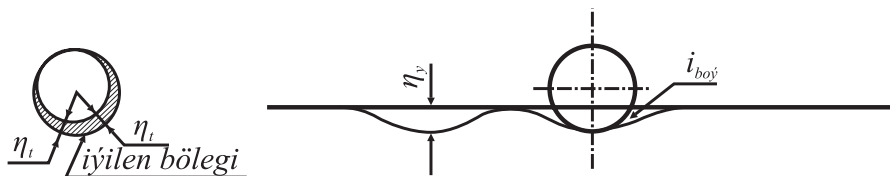
Täzeligidinden näsaz (brak) tigrileriň ellips görnüşlidigi sebäpli (5.4-nji çyzgy), onuň aýlanma merkezi hereketdekä, kä aşak düşmek, käte ýokary galmak bilen bolýar.



5.4-nji çyzgy. Süýri tigrileriň hereketi

Tigiriň gurşawynyň aýlaw üsti konus görnüşe eýeligi sebäpli, hereketdekä göni ýolly aralyklarda ekipaž yrgyldaýar.

i_{boy} , 120 km/sag tizlige çenli 1:1000-den, ondan hem ýokary tizlik üçin bolsa 1:1500-den uly bolmaly däl.



5.5-nji çyzgy. Bitekiz ýollarda tigiriň hereketi

Emma ýolda, aýratynam sepleşmeli ýollarda ondan hem uly eňňitli bitekizliklere düşmek bolýar (5.5-nji çyzgy).

Görnüp duran geometriki bitekizliklerden başga-da, ýolda gizlin bitekizlikler hem bolýar. Bulara „güýç“ ýa-da „gizlin“ bitekizlikleri diýilýär.

Edil ýollarda bolşy ýaly, tigrlerdäki bitekizlikleri hem gizlin we gizlin däl bitekizliklere bölmek bolýar.

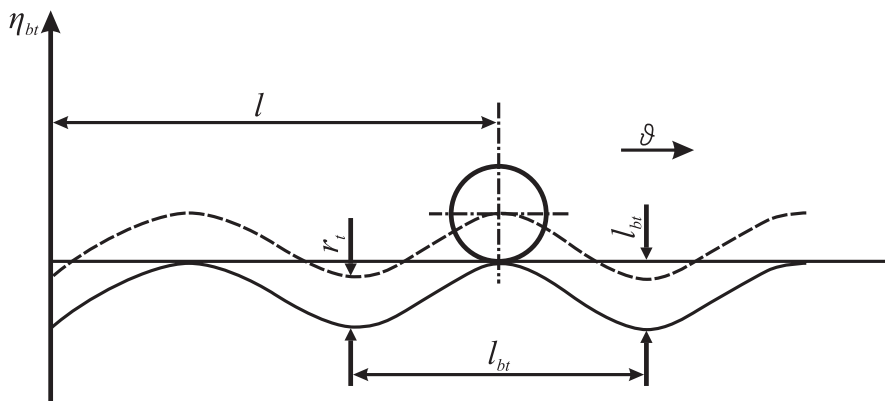
Ýollaryň we tigrleriň gabatlaşan, bir nokatdaky bitekizlikleriň jeminiň ordinatasy şu aşakdaky ýaly bolýar (5.6-njy çyzga seret):

$$\eta_{Bt} = \eta_{\dot{\gamma}} + \eta_t. \quad (5.11)$$

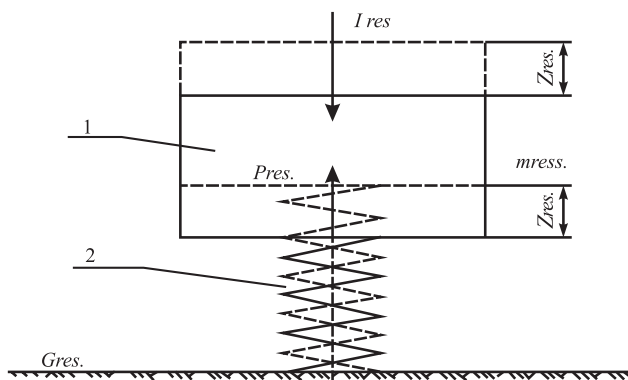
Tigiriň merkezi η_{Bt} ululyga kä ýokary galyp, kä aşak düşmegi netijesinde bu hereketiň tizligi we tizlenmesi bolýar. Şu ýagdaýda bitekizlikler sebäpli ýüze çykan inersiýa güýji:

$$P_B = m + \ddot{\eta}_{Bt}. \quad (5.12)$$

Eger-de, tigiriň koordinata başlangyjyndan başlap geçen l ýola bagly bolan bitekizliginiň deňlemesi $\eta = \eta(l)$ belli bolsa, onda η wagta görä çylşyrymly funksiýasydygyny göz önünde tutup, η -iň bahasyny kesgitlep bolar: $l = \vartheta t$, ϑ -tigiriň güýjenme hereketiniň tizligi, t -tigiriň koordinata başlangyjyndan geçen pursatyndan başlap hasaplanan wagt (5.6-njy çyzgy).



5.6-njy çyzgy. Tigr aýlaw üstüniň (gurşawynyň) we ýoluň bitekizliginiň kesgitlelenilişi



5.7-nji çyzgy. Ressorlanan agyrlıgıň yrgyldysy: 1-kuzow, 2-ressor toplumy

l_{Bt} -bitekizligiň tolkunynyň uzynlygy;

l_{Bt} -bitekizligiň doly çuňlugy.

$$\eta_{Bt} = \eta_{Bt}(l); \quad \dot{\eta}_{Bt} = \frac{d\eta_{Bt}}{dt} = \frac{d\eta_{Bt}}{dl} \frac{dl}{dt} = \vartheta \eta'_{Bt},$$

$$\ddot{\eta} = \frac{d\dot{\eta}_{Bt}}{dt} = \frac{d\dot{\eta}_{Bt}}{dl} \frac{dl}{dt} = \vartheta \frac{d\dot{\eta}_{Bt}}{dl} = \vartheta^2 \frac{d\eta'_{Bt}}{dl}$$

ýa-da

$$\ddot{\eta}_{Bt} = \vartheta^2 \frac{d^2 \eta_{Bt}}{dl^2} = \vartheta^2 \eta''_{Bt}, \quad (5.13)$$

alamatlaryň üstündäki nokatlar wagt boýunça, ştrih bolsa ýol boýunça önümi aňladýar.

Şeýlelikde,

$$P_{Bt} = m_t \ddot{\eta}_{Bt} = m_t \vartheta^2 \eta''_{Bt}. \quad (5.14)$$

5.6-njy çyzgyda görkezilen kosinusoidleriň (sinusoidleriň) bitekizlikleriniň görnüşlerine seredeliň. Ordinata:

$$\eta_B = \frac{e_{Bt}}{2} (1 - \cos 2\pi \frac{l}{l_{Bt}}), \quad (5.15.1)$$

bu ýerde l_{Bt} -bitekizlik tolkunynyň uzynlygy, e_{Bt} -bitekizligiň doly çuňlugy. Tapmaly:

$$\left. \begin{aligned} \eta'_{Bt} &= \sin\left(2\pi \frac{l}{l_{Bt}} + \ddot{O}\right) - \frac{2\pi e_{Bt}}{l_{Bt}} \cdot \sin 2\pi \frac{l}{l_{Bt}}; \\ \eta''_{Bt} &= \frac{2\pi e_{Bt}}{l_{Bt}^2} \cos 2\pi \frac{l}{l_{Bt}} = \frac{2\pi e_{Bt}}{l_{Bt}^2} \cdot \sin\left(2\pi \frac{l}{l_{Bt}} + \ddot{O}_{Bt}\right), \end{aligned} \right\} \quad (5.15.2)$$

bu ýerde $\ddot{O}_{Bt} = \frac{\pi}{2}$; umumy ýagdaýda \ddot{O}_{Bt} – hasap döwrüniň deňişli bolan başyna deňişli başlangyç burçy.

(5.14) deňlemä baglylykda (5.15.1) deňlemäni kanagatlandyryýan bitekizligi geçendäki tigiriň inersion güýji:

$$P_{Bt} = - 2\pi^2 m_t e_{Bt} \frac{\vartheta^2}{l_{Bt}^2} \sin\left(2\pi \frac{l}{l_{Bt}} + \ddot{O}_{Bt}\right). \quad (5.15.3)$$

P_{Bt} güýjüň bahasyny (5.13) formula boýunça hem almak bolýar.

Soňra $\ddot{\eta}_{Bt}$ tapýarys:

$$\left. \begin{aligned} \eta_{Bt} &= \frac{e_{Bt}}{2} (1 - \cos 2\pi \frac{\vartheta}{l_{Bt}} t); & (a) \\ \omega_{Bt} &= 2\pi \frac{\vartheta}{l_{Bt}}; & (b) \\ \eta_{Bt} &= \frac{e_{Bt}}{2} (1 - \cos \omega_{Bt} t); & (c) \\ \dot{\eta}_{Bt} &= \frac{e_{Bt}}{2} \omega_{Bt} \sin \omega_{Bt} t; & (d) \\ \ddot{\eta}_{Bt} &= \frac{e_{Bt}}{2} \omega_{Bt}^2 \cos \omega_{Bt} t = \frac{e_{Bt}}{2} \omega_{Bt}^2 \sin(\omega_{Bt} t + \ddot{O}_{Bt}), & (e) \end{aligned} \right\} \quad (5.15.4)$$

bu ýerde $\ddot{O}_{Bt} = \frac{\pi}{2}$; \ddot{O}_{Bt} -iň has umumylaşdyrylan bahasy ýokarda görkezilendir. ω_{Bt} ululygy bitekizlikden geçýän tigiriň siklleýin ýygylgyny, ýagny 2π s-de tigiriň bitekizlik tolkunundan geçýän sany (çyzyklaýyn ýygylýk ýa-da l s-de tigiriň bitekizlik tolkunundan geçýän sany 2π gezek kiçi bolýar, ýagny $\vartheta : l$) aňladýar. Inersion güýç:

$$P_{Bt} = m_t \ddot{\eta}_{Bt} = -m_t \frac{e_{Bt}}{2} \omega_{Bt}^2 \sin(\omega_{Bt} t + \ddot{O}_{Bt}). \quad (5.15.5)$$

(5.15.5) formula (5.15.3) formula meňzeşdir. Munuň şeýledigini bilmek üçin (5.15.5) formulada ω_{Bt} -niň ýerine onuň (5.15.4) formula-daky bahasyny goýmaly we $\omega_{Bt} t = l$ bolýanlygyny ýada salmaly.

Tigiriň aýlaw üstüni gurşap alan we tigiriň her aýlawynda gaý-talanýan üznüksiz birsyhly bitekizligi (5.15.1) sinusoid bilen görke-zilýär. Onda r_t deň tigiriň radiusynda bitekizligiň uzynlygy $l_{Bt} = 2\pi r_t$ we (5.15.4 b) formula boýunça:

$$\omega_{Bt} = 2\pi \frac{\vartheta}{l_{Bt}} = 2\pi \frac{\vartheta}{2\pi r_t} = \frac{\vartheta}{r_t} = \omega_t. \quad (5.15.6)$$

Bu ýagdaýda tigiriň bitekizligi geçýän ýygylgy tigiriň burç boýunça aýlanma tizligine deň.

Tigiriň deňagramsyzylygy (disbalansy) üznüksiz we birsyhly görünmeýän bitekizlik hasaplanýar. Bu birsyhly bitekizligiň ordina-tasynyň bahasy, tizliginiň dikleýin düzüjileri we dikligine göçmesiniň tizlenmesi (5.15.4) formula bilen gabat gelýän (5.8) formula boýunça aňladylýar; deňagramsyzylyk zerarly ýüze çykýan P_D inersion güý-jüň dikleýin düzüjileri (tigiriň m_{t-o} aýlanýan massasy onuň bütün m_t massasynyň α_D bölejigi bolýanlygyny hasaba alsak) (5.15.5) boýunça inersion güýç bilen gabat gelýär.

Şeýlelikde, P_D inersion güýjüň dikleýin düzüjileri islendik iner-sion güýçleriň dikleýin düzüjilerini kesgitlemek üçin niýetlenen umumy formula boýunça hasaplanyp bilner.

Şonuň üçin umumy ýagdaýda görünýän we görünmeýän bite-kizlikleriň täsiri dikleýin düzüjilere deň täsir edýän, oýarýan inersion güýçleri bilen kesgitlenýär:

$$\left. \begin{aligned} P_{Bt} &= m_t (\ddot{\eta}_{\dot{y}} + \ddot{\eta}_t + \alpha_D \ddot{\eta}_D) = m_t \ddot{\eta}_{Bt} \\ \text{we} \\ \ddot{\eta}_{Bt} &= \ddot{\eta}_{\dot{y}} + \ddot{\eta}_t + \alpha_D \ddot{\eta}_D. \end{aligned} \right\} \quad (5.15.7)$$

Bu ýerde m_{t-o} m_t -den tapawutly bolansoň, deňagramsyzylyk täsir edýänligi sebäpli, inersion güýç aýratyn görkezilýär.

5.3. Ressorlanan agyrlyklaryň (kuzowyň) yrgyldysy

Ýollardaky we tigrirlerdäki bitekizlikleriň bolmagy, 5.7-nji çyzgydan görnüşi ýaly, ressor toplumlaryny işe girmeklige mejbur etmek bilen, olaryň üstündäki ressorlanan agyrlyklaryň yrgyldysyny hem ýüze çykarýar (wagonlarda rugsat edilýän ekssentrik oturtma ± 1 -e deň).

Yrgyldaýan ressorlanan agyrlyklar, adatdaky ýaly, agramyň oňa täsir edýän tizlenmesiniň köpeltmek hasylyna deň bolan inersiýa güýçlerini döredýär.

Bu tigre düşýän tigiriň ressorlanan agyrlygyny m_{res} , bu agyrlygyň özüniň statiki ýagdaýyna baglylykda, ressor üstündäki yrgyldysynyň ordinatasyny z_{res} diýip belläliň. Bu agyrlygyň inersion güýji:

$$I_{\text{res}} = m_{\text{res}} \ddot{z}_{\text{res}} . \quad (5.15)$$

Ressor üstünde yrgyldaýan agyrlygyň inersion güýji, bahasy taýdan oňa deň bolan, ýöne, garşylykly ugrukdyrylan P_{res} reaksiýasyny oýarýar. Bu reaksiýa öçmeýän yrgyldyda, öň görkezilen Z_{res} bahasyna deň we ugurlary boýunça garşylykly ýagdaýda ressorlaryň deformasiýasyna (gysylmasyna, gowşamasyna) proporsionaldyr.

$$I_{\text{res}} = m_{\text{res}} \ddot{z}_{\text{res}} = -P_{\text{res}} = -G_{\text{res}} Z_{\text{res}} . \quad (5.16)$$

Mundan beýläk, ýönekeýleşdirmek üçin, yrgyldaýan kuzowyň inersiýasynyň güýjüni ressor toplumynyň gysylma güýjüniň (reaksiýasynyň) üsti bilen aňladalyň:

$$P_{\text{res}} = G_{\text{res}} Z_{\text{res}} , \quad (5.17)$$

bu ýerde G_{res} -ressor toplumynyň gatylygy.

Islendik detalyň G gatylygy san taýdan güýjüň aşagynda bire deň bolan, ýagny $G = dp/dz$, z çyzyklaýyn maýyşgak deformasiýany ýüze çykarýan P güýje deňdigini belläliň. P bilen Z çyzyklaýyn arabaglanşygynnda:

$$G = P / Z \quad (5.18)$$

G gatylygyn garşylyklaýyn ululygy, z_1 , ýekelikdäki deforma-siýany göz önüne getirmek bilen, gowuşgynlyk diýip atlandyrylýar. Gowuşgynlyk san taýdan, güýç birligine getirilen, güýç aşagyndaky kesimdäki çyzyklaýyn maýyşgak deformasiýa deňdir:

$$\left. \begin{array}{l} a) z_1 = dz/dp, \\ b) z_1 = z/p \end{array} \right\} \quad (5.19)$$

5.19-njy (a) formula umumy ýagdaýda, 5.19-njy (b) formula bolsa P bilen Z çyzyklaýyn baglanyşkdaky garaşlylykly ýagdaýyna degişli.

G we Z arasyndaky baglanyşlylygy (ressor toplumlarynyň ýag-daýynda) çyzyklaýyn hökmünde kabul etmek bilen 5.18-nji we 5.19-njy (b) formulalary ulanýarlar.

Ressor toplumynyň gatylygy G_{res} , kN/mm:

- ýük wagonlarynda $-2 \div 5$;
- ýolagçy wagonlarynda $-0,6 \div 0,8$;
- lokomotiwlarda $-0,8 \div 1,5$

Durnuklaşan ýoluň gatylygy onuň gurluşynyň görnüşine we ýag-daýyyna baglylykda $50 \div 200$ kN/mm bolýanlygyny bellemeli.

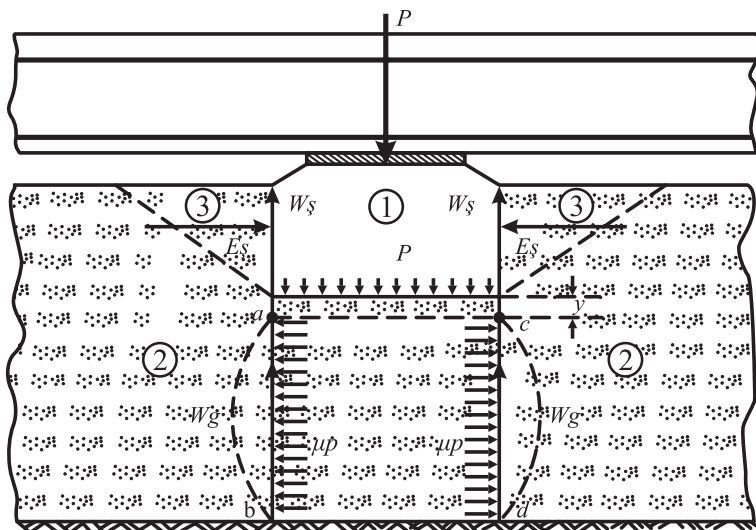
Ressor toplumynyň yrgyldysynyň mümkin bolan maksimum $Z_{\text{res-max}}$ ordinatasy, 100 km/sag çenli tizlikli saz ýolda, bütewi metal-dan bolan ýolagçy wagonlarda 20 mm-den we ondan ýokary tizlikde 25 mm-den uly bolmaly däl.

$$Z_{\text{res-max}} = a_{\text{res}} + b_{\text{res}} \vartheta^2. \quad (5.20)$$

Hereket edýän düzümiň dürli görnüşü üçin a_{res} bilen b_{res} -iň baha-lary edebiýat çeşmelerinde berlendir. 5.20-nji formulada $Z_{\text{res-max}}$ [mm] we v [km/sag] ölçeg birliklerinde berilýär.

5.4 „Tigir-ýol“ mehaniki gurluşyň yrgyldysy. Ýoluň garşylygy

Tigir astynda relsiniň y_0 maýyşgak egilmesi hem üýtgeýän diýip hasaplanylýar. Eger-de, y_0 egilme üýtgeýän bolsa, onda şu ýerde şol hereketleriň tizligi \dot{y}_0 we \ddot{y}_0 ýüze çykýar.



5.8-nji çyzgy. „Tigir-ýol“ mehaniki gurluşda ýüze çykýan güýçler

Birinji ýakynlaşmanyň düzgüninde m_y agyrlyk, m_t agyrlyga göni proporsional diýip hasap etsek, onda:

$$m_y = \alpha_y m_t. \quad (5.21)$$

Agaç şpally ýollar üçin $\alpha_y = 1.31$, demir-beton şpally ýollar üçin $\alpha_y = 1.48$ hökmünde kabul etmeklik maslahat berilýär. Agaç şpally ýollar üçin $m_y = 1,52 \text{ kNg} / \text{m}^2$, ýüze çykýan inersion güýç:

$$P_{in} = (m_t + m_y) \ddot{y}_0 = m_t (1 + \alpha_y) \ddot{y}_0. \quad (5.22)$$

Ýola „tigir-ýol“ gurluşda ýüze çykýan inersion güýçlerden başga, onuň maýyşgak we maýyşgak däl yrgyldylarynyň garşylyklary hem täsir edýär. Maýyşgak itmäň güýji y_0 egilmä proporsional we

G_y, y_0 deň. Maýyşgak däl itmäň güýçleri (dissipatiw¹ güýçler) her dürli bolup ýüze çykyp bilerler. Olara täsir edýän agramlaryň bahalaryna bagly bolmadyk we olardan bolan y çökümler, sürtülme güýçleri degişlidir. Olaryň ugry herekete garşy bolýar. Mysal üçin, (5.8-nji çyzgy) düşek gatlagyndaky 2 yrgyldyly ýagdaýyndaky şpallaryň 1 gapdal üstleriniň W_s sürtülme güýçleri, düşek gatlagynyň opurylýan prizmasynyň 3 şpala bolan E_s basyşyna hem şpalyň gapdal üstüne bolan düşegiň sürtülme koeffisiýentine (5.8-nji çyzgy) bagly bolýar we relse düşýän agrama bagly bolmaýar.

Dissipatiw¹ güýçlere ýene-de, relse täsir edýän agrama bagly bolmak bilen y çökümleri ýüze çykarýan, beýleki güýçler ýaly, herekete garşy täsir edýän, gapma-garşy ugrukdyrylan güýçler degişlidir. Şeýlelikde, şpala geçýän P güýç, P depginlilik bilen düşekde basyş emele getirýär. Bu basyşyň täsiri astynda, göz önüne getirilýän düşek gatlagynyň kesilen **abcd** zolagy agyrlyk astynda gysylp, pökgermäge ymtylýar we çelek şekiline eýe bolýar.

Bu zolagyň **ab** we **cd** dik diwarlarynda μp gapdal itme peýda bolýar, bu ýerde, μ gapdal itmäniň koeffisiýenti.

Şpallaryň we düşek zolaklarynyň yrgyldylary netijesinde sürtülmäniň dik güýçleri peýda bolýar:

$$W_d = \int_0^{h_d} f \mu p dh, \quad (5.23)$$

bu ýerde f – düşegiň düşege sürtülme koeffisiýenti;
 h_d – **abcd** zolagyň galyňlygy.

„Tigir-ýol“ mehaniki gurluşyň dinamiki deňagramlylygynyň differensial deňlemesinde maýyşgak däl garşylygyň güýçlerini f_0, y_0 deň bolan sogaşyk sürtülme görnüşinde hasaplaýarlar. Bu deňlemede f_0 – „getirilen“ sogaşyk sürtülmäniň parametri. Tejribe-gözegçilik we nazary barlaglara görä, agaç şpally ýollar üçin $f_0 = 110 \div 350 \text{ kNg/m}$.

Umumy seredeninde G_y we f_0 maýyşgak we maýyşgak däl garşylygyň parametrleri we degişlilikde y_0 we \dot{y}_0 hem çyzyklaýyn däl ýagdaýda baglanyşyklydyrlar. Agyrlygyň köpeldilmeginiň yzygiderliliginde relsasty esas dykyzlanýar, ýoluň gatylygy we sogaşyklygy ýokarlanýar, netijede G_y we f_0 hem artýar.

¹ Dissipasiýa - ýaýrama

5.5. „Tigir-ýol“ mehaniki gurluşyň dinamiki deňagramlylygynyň differensial deňlemesi

Dalamberiň garaýşyna baglylykda, daşky güýçler wagtyň islendik pursatynda reaktiw güýçler (şol sanda inersion güýçler) bilen deňagramlylygy saklamaly. Şeýlelikde, „tigir-ýol“ mehaniki gurluşyň dinamiki deňagramlylygynyň esasy differensial deňlemesi şu aşakdaky görnüşde bolýar:

$$(m_{\dot{y}} + m_l) \ddot{y} + f_0 \dot{y}_0 + m_l (\ddot{\eta}_{\dot{y}} + \ddot{\eta}_t + \alpha_D \ddot{\eta}_D) = P_0 + P_{res}. \quad (5.24)$$

Özara täsirli güýçleriň düzümindäki differensial deňlemä gatnaşýan, özaralarynda ähtimallyk kompozisiýa girýän ululyklar ähtimal ululyklardyr. Diýmek, diňe hereket edýän düzümiň täsirini hasaba alanymyzda hem, ýoluň hasap işini geçirmek üçin mehanikanyň esasyynyň daşyndan ähtimallyk zerurlygy ýüze çykýar.

5.6. Ýol gurluşlaryna tebigy-klimat şertleriň edýän täsiri we onuň öz-özüne täsiri

Tebigy-klimat şertleri ýol bilen hereket edýän düzümiň özara täsiriniň güýjüni we häsiýetini düýpli üýtgedýär (ýagny yssy-sowuk, gurak-ygall we ş.m.).

Yzgar, hapalanan düşek gatlagynyň ýük geçirijilik ukyby arassa we gurak ýagdaýdaky düşek gatlagynyňka garanynda birnäçe esse pes bolýar. Şeýle-de, ýer örtügininiň topragynyň we düşek gatlagynyň yzgarlygynyň üýtgemegi olaryň geçirijilik ukybyna göz-görtele täsir edýär. 5.1-nji tablisada düşek gatlagyndaky galyndyly deformasiýalaryň ýygnaýma depginliligi i -iň, onuň yzgarlygy ω (arassa düşekligiň skeletiniň massasyna bolan gatnaşykdaýy görterimde) we hapalanmasy P bilen baglylygy görkezilýär. Bu ýerde i gurak howaly ýagdaýdaky (düşeklige 0,2-den 0,4 MPa dinamiki basyşlarda) arassa düşeklikdäki depginliligiň bir bölejigi hökmünde aňladylýar. 5.1-nji tablisadan görşümüziz ýaly, güýçli yzgarlanan we hapalanan düşekligiň geçirijilik ukyby gurak howaly ýagdaýdaky arassa düşekligiňkiden birnäçe esse kiçi, ýagny şpalyň yzgarlygynyň 1% köpelmegi, onuň

gysylmaklyga ýa-da basyşa bolan garşylygynyň 3 % peselmegine getirýär. Doňak ýagdaýyndaky topragyň düşek gatlagynyň we agaç şpalyň ýük geçirijilik ukyby mese-mälim ýokarlanýar. Şol bir wagtyň özünde pes temperatura relsň portlugyny artdyrýar we ş.m. (bu ýerde relsleriň temperatura dartgynlygy, relsasty esaslarda pökgerme ýaly hadysalary hem belläp geçmeli).

Rels halkalarynyň temperatura taýdan hereketsiz ýerlerde temperatura dartgynlygy:

$$G_t = Eat, \quad MPa, \quad (5.25)$$

bu ýerde E-rels poladynyň maýyşgaklyk moduly ($G = 2,10 \cdot 10^5 MPa$);

α – rels poladynyň ýognalma we uzalma bolan koeffisiýenti ($\alpha = 0,000018$);

t- temperatura dartgynlygynyň kesgitlenen wagtyndaky temperatura bilen ortalyk (neýtral, temperatura dartlygynyň ýok wagtyndaky) temperaturanyň tapawudy .

Ýokardakylary göz önünde tutup alýarys:

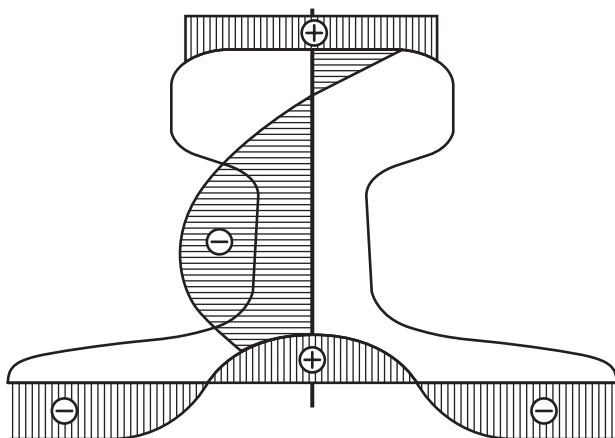
$$G \approx 2,5 t.$$

Zawodda taýýarlanýş usuly taýdan, gündelik gurat saklanýş işlerinde we abatlaýyş işleri geçirlende ýüze çykyan täsirlere gurluşyň öz-özüne täsiri diýilýär.

5.1-nji tablisa

Düşekligiň häsiýetlendirmeleri

Häsiýetlendirmeleri	Çagyl			Karýeriň sortlanmadyk daş owuntgy			Orta düwürleýin gum		
P, %	45-50	0	45-50	16	6	16	15	7	15
ω , %	$\leq 1,33$	14	14	$< 2,5$	13	13	$\leq 1,9$	14	14
i	0,7-0,8	1,0	4,0-5,0	1,0	2,0-4,0	4,0-9,0	1,0	2,0-11,0	4,0-23,0



5.9-nji çyzgy. Gurluşyň öz-özüne täsiri

Rels taýýarlananda, taplanandan soň onuň galyňlygy boýunça hemme ýeriniň deň dälidiği sebäpli (ýagny kelle bölümi galyň, boýny ýuka we ş. m.) ýörite çäreler kabul edilmese, sowamak prosesi onuň ähli ýerinde deň ýagdaýda geçmeýär. Şol sebäpli hem relsde temperatura dartgynlygy ýüze çykýar (5.9-njy surat).

Rels – şpal gözeneginiň düşelşi we ýol işleri. Owrümli ýollarda relsleriň egredip goýulýandygy sebäpli, olaryň islendik kesiminde egiji moment bolýar:

$$M = \frac{EI}{\rho}, \quad (5.26)$$

bu ýerde $\rho = C/l$, $C=RI_0$ - parametr;

l_0 – R radiusly öwrüme galtaşýan öwrümiň geçiş aralygynyň doly uzynlygy, l -geçiş aralygynyň şol pursatdaky uzynlygy. Onda:

$$M = \frac{EI}{C}. \quad (5.27)$$

Garşylygyň momenti W -a deň bolan relsiň gyraky süýümlerinde egimden ýüze çykýan dartgynlyk:

$$G = \frac{M}{W} = \frac{EI}{CW}. \quad (5.28)$$

Şeýle ýagdaýda relsler diňe öwrümlü aralyklarda goýulandyklary netijesinde, olar M momentiň we G dartgynlygynyň täsiri astynda galýar:

$$M = \frac{EI}{R} \cdot \frac{l}{l_0} ; \quad (5.29)$$

$$G = \frac{E}{R} y_{\max} \frac{l}{l_0},$$

bu ýerde I -dik merkezi (neýtral) oka garaşly inersiýa momenti; y_{\max} -merkezi okdan iň daşky süýüme çenli aralyk.

5.7. Statiki hasaplaryň esasy düzgünleri. Relsasty esasyň maýyşgaklyk moduly

Adatça rels gaty däl, maýyşgak esasyň üstündäki, tükeniksiz uzynlykly pürs hökmünde göz önüne getirilýär.

Relsasty esasyň köp gatlakdan durýanlygy sebäpli, onuň her gatlagynyň özüne degişli bolan häsiýetini bermeli. Her gatlagyň (relsasty goýumlaryň, rezin aragoýumlarynyň, şpallaryň, plitalaryň, çarçuwalaryň, düşekleriň, ýer örtügininiň we ş. m.) U modula bolan täsiri şu aşakdaky görnüşde hasaplanyp bilner. Hemme gatlagyň umumy maýyşgak egilmesi:

$$y = \sum_{i=1}^{i-1} y_i , \quad (5.30)$$

bu ýerde $y_i - q$ maýyşgak itmäniň täsiri astyndaky her gatlagyň çyzyklaýyn maýyşgak deformasiýasy. U relsasty esasyň maýyşgaklyk modulunyň düzümine girýär. U_i bolsa:

$$U_i = q / y_i . \quad (5.31)$$

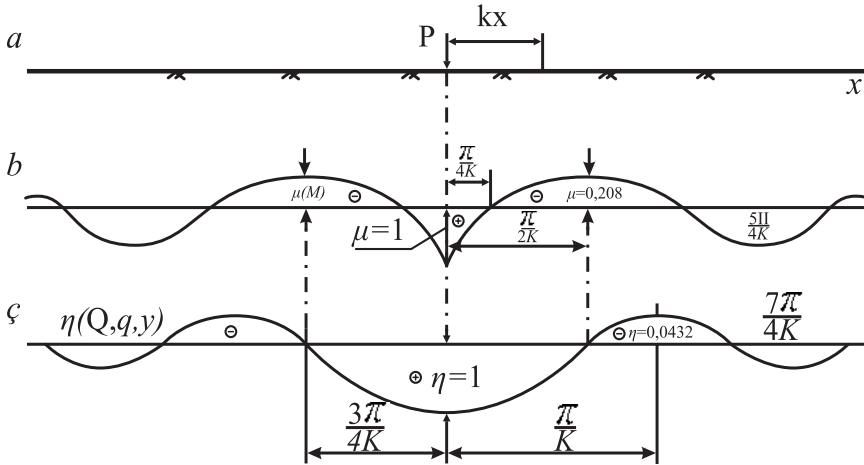
(5.30) we (5.31) laýyklykda:

$$\frac{1}{U} = \frac{y}{q} = \sum \frac{y_i}{q} = \sum \frac{1}{U_i} , \quad (5.32)$$

şeýlelikde, her gatlagyň düzümine girýän U_i -iň üsti bilen, hemme esasyň moduly bolan U -ni tapmaklyk mümkinçiligi ýüze çykýar:

$$\frac{1}{U} = \sum \frac{1}{U_i}. \quad (5.33)$$

Ýekelikdäki güýç bilen ýüklenen, tutuşlaýyn maýyşgak esassa ýatan tükeniksiz uzyn pürse seredeliň (5.10-njy çyzgy).



5.10-njy çyzgy. Ýekelikdäki güýç bilen ýüklenen, tutuşlaýyn maýyşgak esassa ýatan tükeniksiz uzyn pürsüň işleýşi

b-egiji momentiniň täsiriniň çyzygy (μ -ordinatalary);
ç-maýyşgak egimiň täsiriniň çyzygy (η -ordinatalary).

Gurluşyk mehanikasy dersinden belli bolşy ýaly, egiji moment M , kese güýç Q_k we reaktiw itme q şu aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} M &= -EI \frac{d^2 y}{dx^2}; \\ Q_k &= -EI \frac{d^3 y}{dx^3}; \\ q &= -EI \frac{d^4 y}{dx^4}. \end{aligned} \quad (5.34)$$

İň soňky deňlemede $q = -Uy$ -diýip ýerine goýsak, çyzyklaýyn differensial deňlemäni alýarys:

$$y^{IV} + \frac{U}{EI}y = 0.$$

Bu differensial deňlemäniň umumy integraly:

$$y = c_1 e^{kx} \cos kx + c_2 e^{kx} \sin kx + c_3 e^{-kx} \cos kx + c_4 e^{-kx} \sin kx \quad (5.35)$$

bolar.

Özbaşdak hemişelikleri şu aşakdaky şertler boýunça tapmak mümkin:

$x \rightarrow \infty$ -da $y \rightarrow 0$, onda $c_1 = c_2 = 0$; $x = 0$ -da $dy/dx = 0$, şonuň üçin $c_3 = c_4 = c$; $x = 0$ -da $Q_k = -P/2 = -EIy'''$, şu ýerden $c = P/(8R^3EI)$,

$4k^4 = U/(EI)$ – digini ýada salmak bilen, gutarnykly:

$$y = \frac{Pk}{2U} e^{-kx} (\cos kx + \sin kx) \quad (5.36)$$

alýarys. Şu aňlatmadan y'' önümi alyp, tapýarys:

$$M = \frac{P}{4k} e^{-k} (\cos kx - \sin kx); \quad (5.37)$$

$$\eta = e^{-kx} (\cos kx + \sin kx); \quad (5.38)$$

$$\mu = e^{-kx} (\cos kx - \sin kx),$$

diýip bellemek bilen, şol bir wagtyň özünde:

$$q = Uy,$$

$$Q_k = Uyl, \quad (5.39)$$

bolýanlygyny göz önünde tutup, gutarnykly ýagdaýda, şu aşakdaky aňlatmalary alýarys:

$$y = \frac{Pk}{2U} \eta;$$

$$q = \frac{Pk}{2} \eta;$$

(5.40)

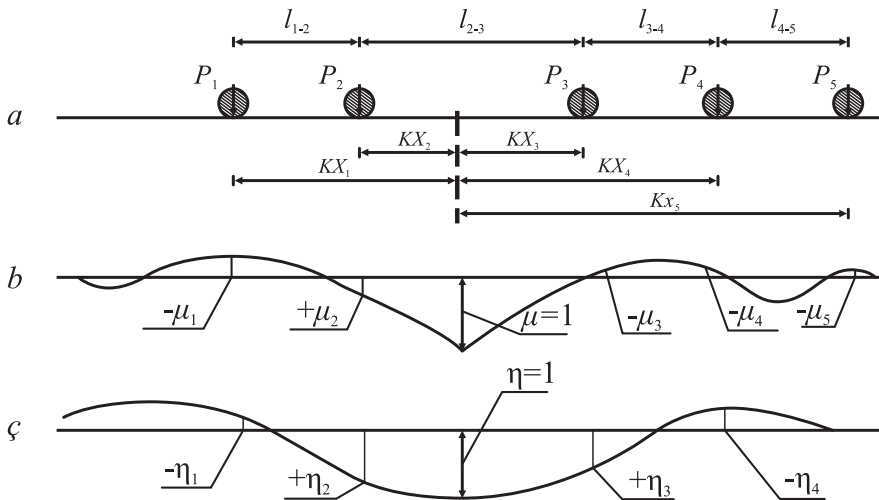
$$M = \frac{P}{4k} \mu;$$

$$Q_k = \frac{Pkl}{2} \eta,$$

bu ýerde μ , η -tutuşlaýyn, maýyşgak esasyda ýatan pürs üçin momentniň we egimiň täsir çyzygynyň ordinatalary. Adatça μ we η ölçeg birleksiz kx absissalarda berilýär.

Güýçleriň garaşsyzlyk esaslaryny ulanyp, amaly hasaplamalara ekwiwalent güýçler girizilýär.

Fiziki ekwiwalent güýç-munuň özi M ýa-da Q we y bolan garaýyşda, edil berlen güýçleriň (ýüklenmeleriň) düzümi P_1, P_2, P_3 , we ş. m., ekipažlaryň belli bolan, kesgitlenen gurluşlary we olaryň aralyklary l_i bolsa (5.11-nji çyzygy), onda:



5.11-nji çyzygy. Tigir agyrlyklaryň täsir çyzyklary

a-kx abssissalarda berlen, ekipažyň tigirleriniň agramy;
b-μ-yň täsiriniň çyzygy;
ç-η-yň täsiriniň çyzygy.
 Ekwivalent güýçler şu aşakdaky görnüşde bolýarlar:
 -egiji momente bolan gatnaşykda:

$$P_{ekw}^I = p_1\mu_1 + p_2\mu_2 + \dots + p_n\mu_n = \sum p_i\mu_i; \quad (5.41)$$

-kese güýje we egilmä bolan gatnaşykda:

$$P_{ekw}^{II} = p_1\eta_1 + p_2\eta_2 + \dots + p_n\eta_n = \sum p_i\eta_i. \quad (5.42)$$

5.8. Relse täsir edýän gapdal güýçleriň hasaplamasy

Ýoluň berkliginiň amaly hasaplamalarynda, gapdal güýçleriniň täsiri hasaplanýan dik güýçleri köpeldýän f_i (*R*-e baglylykda $f=1,15\div 2$) koeffisiýentiň girizilmegi bilen ýerine ýetirilýär.

Eger-de, relse *P* dik güýçlerden başga ýene-de P_z gapdal güýç berlen bolsa (5.12-nji çyzgy), onda bu güýçleriň täsiri astynda relsde towlaýjy moment ýüze çykýar:

$$M_0 = P_z e_z - P e_p, \quad (5.43)$$

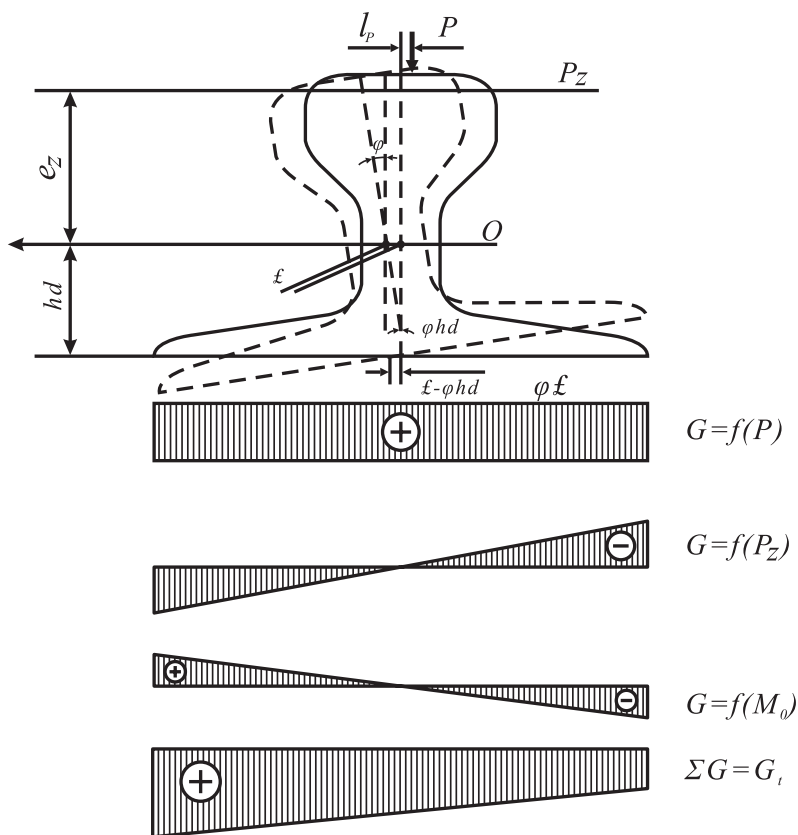
bu ýerde e_z, e_p -berlen (goýulan) güýçleriň eksentritetleri.

Şeýlelikde, rels dik tekizlikde *P*, kese tekizlikde P_z güýçler bilen egilýär we M_0 moment bilen tovlanýar.

Köpýyllyk tejribelere esaslanyp, ýoluň berklige bolan hasap işlerinde, ýokarda görkezilen faktorlara aýry-áýrylykda seredilýär.

Relsiň, dik *P* güýje bolan hasabyna ýokarda seredildi.

Relsiň gapdal-kese güýçlerden bolan egilmesi bolsa, tutuşlaýyn, maýyşgak esasyda ýatan pürsüň şekillendirmesi boýunça amala aşyrylýar.



5.12-nji çyzy. Relse täsir edýän dik we gapdal güýçler

Gapdal güýçleri üçin differensial deňleme düzülýär:

$$Z^{IV} + \frac{U_z}{EI_y} Z = 0,$$

bu ýerde U_z -gapdal-kese güýçler boýunça relsň esasynyň maýýşgaklyk moduly.

Dik okdan tapawutlylykda, maýýşgak itmä deňişlilikde we egil-mä derek:

$$q_z = U_z(z - \varphi h_d), \quad (5.44)$$

girizmek zerur. Bu zerurlygyň ýüze çykmagynyň sebäbi, relsniň dabanyň P_z güýjüň täsiri astynda hakyky süýşmekligi, towlanmaň O merkezinden z aralyga we tersine φh_d aralyga süýşmeginden durýar. φ -relsiň towlanma burçy; h_d -towlanmaň O merkezinden, relsiň dabanyňa çenli aralyk.

Differensial deňleme aşakdaky görnüşe eýe bolýar:

$$EI_y(d^4 z)/(dx^4) + U_z z - U_z \varphi h_d = 0. \quad (5.45)$$

Bu deňlemede φ we z iki sany näbelliler. Şonuň üçin relsiň towlanma ýagdaýyna seredýäris.

Relsiň ýüklenen kesiminde gysylýan, egilýän ýa-da towlanýan ýeri bar. Fiziki taýdan bu ýagdaý, relsiň бүтінлөý kesimi boýunça towlanmakdan başga, onuň kelle bölüminiň we dabanyň boýnuna garaşly egilmegini häsiýetlendirýär. Şonuň üçin galtaşma dartgynlylyklardan başga, relsiň dabanynda we kelle bölüminde egim towlanmadan normal dartgynlylyklar ýüze çykýar.

Relsiň dabanynda dartgynlylygyň epýurasy P , P_z we M_0 jemin-den ybarat bolýar (5.12-nji çyzgy).

M_t towlanma momentiň bir bölegi towlanma, beýleki bölegi relsiň kelle bölüminiň we dabanyň egilmesine sarp edilýär. Şonuň üçin:

$$M_t = M_1 + M_2 \quad (5.46)$$

görnüşinde ýazmak bolar.

M_1 -rels kesiminiň hemme süýümlerini towlamaga mejbur edýän doly momentiň bir bölegi;

M_2 -relsiň kelle bölümini we dabany keseligine egilmeklige mejbur edýän, doly momentiň bir bölegi.

Öz gezeginde:

$$\begin{aligned} M_1 &= -C_t(d\varphi)/(dx); \\ M_2 &= Q_t h_t, \end{aligned} \quad (5.47)$$

bu ýerde C_t -relsiň towlanma bolan gatylygy; Q_t -rels towlananda

we egilende ýüze çykýan kese güýç; φ -pursatdaky towlanma burçy; h_t -relsin kelle bölüminiň we dabanyň agyrylyk merkezleriniň arasyndaky aralyk.

Netijede φ we z iki näbellili deňlemäni alýarys:

$$D_t h_t^2 \frac{d^4 \varphi}{dx^4} - C_t + \frac{d^2 \varphi}{dx^2} + \varphi (U_\varphi + U_z h_d^2) - U_z h_d z = 0, \quad (5.48)$$

bu ýerde

$$D_t = \frac{I_k I_d}{I_k + I_d} E;$$

$$C_t = \frac{F^4 G}{4\pi^2 I_p},$$

bu ýerde I_k , I_d we I_p -degişlikde relsin kellesiniň, dabanyň inersion momenti we relsin polýar inersion momenti;

F -relsin kese kesiminiň meýdany;

U_φ -pürsün $\varphi = 1$ burça towlanda, onuň belli bir ölçeg uzynlygy-na täsir edýän, towlanma bolan maýyşgak, garşylykly täsiriň reaktiw momenti ($U_\varphi = 18800 \div 3600$ (dan.sm/sm.rad));

G-süýşmekligiň moduly.

Egilmä we towlanma bolan deňlemäniň bilelikdäki çözgüdinden y , z , φ tapýarlar:

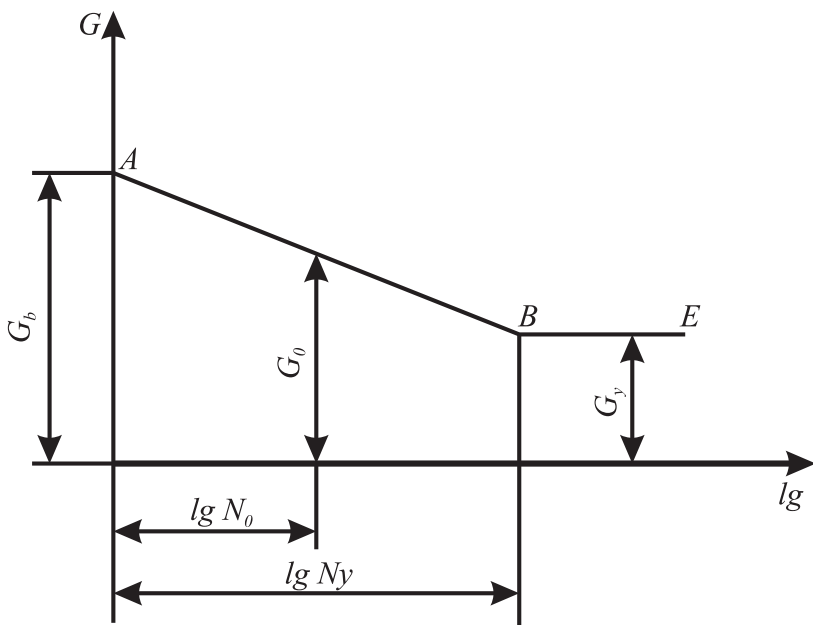
$$\left. \begin{aligned} y^{IV} + \frac{U}{EI} y &= 0; \\ Z^{IV} + \frac{U_z}{EI_y} z &= 0; \\ D_t + h_t^2 + \varphi^{IV} - c\varphi'' + U_\varphi \varphi &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (5.49)$$

Önümçilik-tejribe hasaplamalarynda statiki shemalar boýunça, bu sistemany üç deňleme bilen aňladýarlar.

Birinji iki deňleme relsin dik we kese tekizlikdäki egilmesini, üçünji –onuň towlanmasyny görkezýär.

5.9. Birnäçe gezek ýüklenilmekligiň hasaby

Birnäçe gezek ýüklenmeklik demiriň berkligini ýitirmekligine getirýär. Netijede demiriň kristal gözenekleriniň gurluşynda üýtgemeler ýüze çykýar, mikroşikesler ýaýrap başlaýar we demir bölegi döwürlýär. Bu ýagdaýda rugsat edilýän ýüklenme dartgynlygyny kesgitlemek üçin, öňürti barlag usuly bilen eksperiment geçirmek we berklik ýitirmäniň egri çyzygyny gurmak zerurdyr (5.13-nji çyzygy).



5.13-nji çyzygy. $G=f \lg N$ çydamlylygyň egri çyzygy

G_b ýüklenme dartgynlylykdaky element birinji ýüklenmede döwürlýär. G_y ýüklenme dartgynlylykda element teoriýa taýdan çäksiz köp gaýtalanýan ýüklenmäni saklaýar. Şonuň üçin bu G_y ýüklenme dartgynlylygyna çydamlylygyň dowamlylyk çägi diýilýär.

Berklik ýitirme egri çyzygy, G_0 ýüklenmä işleýän dartgynlylygy bilmek bilen, N_0 ýüklenme dartgynlylygyň howpsuzlygyny üpjün edýän sanyny kesgitlemeklige ýa-da, N_0 bilmek bilen, berklik ýitirme

ýagdaýyny hasaba alyp, rugsat edilýän G_0 ýüklenme dartgynlylygyny tapmaklyga mümkinçilik döredýär.

Çydamlylygyň egri çyzygyny (5.13-nji çyzygy) önümçilik-tejribelerinde ýarym logarifm sütüninde (abssisasyny IgN_0 diýip almaly) göz önüne getirmek amatly hasaplanýar. AB aralyk çydamlylygyň çäklendirilen çäkleriniň zolagy, BE aralyk bolsa, dowamlylykly çäkleriniň zolagy.

Rels boýunça her biriniň özüne degişli çydamlylygynyň çägi bolan, dürli agyrykdaky tigrli ekipažlar geçýär. Eger-de, $G_i > G_y$ dartgynlylyk üçin N_j sikleriniň sany we n_i gezek synagdan geçenligi belli bolsa, onda çydamlylygy ulanmaklygyň bir bölegi n_i / N_j gatnaşyga deň bolýar.

Hasaplamada uzak wagtlaýyn çydamlylyk kabul edilýär, haçanda hemme çydamlylyk ($G_{0-j} > G_y$, n_{0-i} üçin) sarp edilende:

$$\sum \frac{n_{0-j}}{N_{0-j}} = 1, \quad (5.50)$$

bolanda, bu formula ýygananan berklik ýitirmäniň şikeslerini jemlemäge we ätiýaçlyk berkligini kesgitlemäge mümkinçilik döredýär.

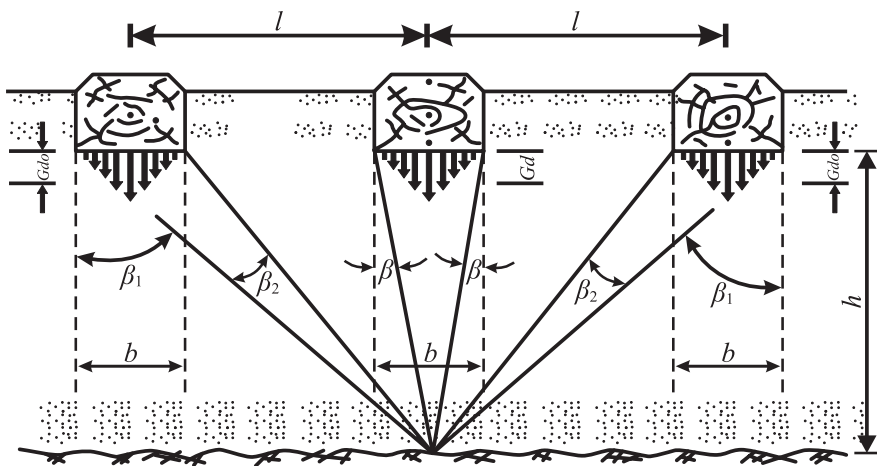
5.10. Ýer örtüğine bolan basyşyň hasaplanylşy

Ýer örtügiň esasy meýdançasyna bolan basyşyň hasap işleri (5.14-nji çyzygy), onuň maýyşgak ýarym giňişlikdäki shema boýunça ýaýramagyny göz getirmek bilen ýerine ýetirilýär. Basyş şpallardan aşagyndaky düşek gatlaklaryna we aşak ýer örtüğine geçýär.

Adaty hasaplamalarda, G_y dartgynlylygy üç goňşy şpalyň basyşyndan kesgitlemek, ýagny hasaplanýan nokady öz üstünde maksimum P_{din} hasap ýüküni saklaýan ortaky şpalyň arasynda goýmak bilen ýerine ýetirmek amatly hasaplanýar. Goňşy tigirleri P_{or} ortaça ýük bilen ýüklenen hökmünde kabul edýärler.

Dartgynlylygy kesgitlemekligiň gutarnykly aňlatmasynyň görnüşi şu görnüşde bolýar:

$$G'_y = G_a \left[0,509m_0 \left(\frac{b}{2h} - \frac{b^3}{24h^3} \right) + 1,02 \frac{(2 - m_0)bh}{b^2 + 4h^2} \right]; \quad (5.51)$$



5.14-nji çyzgy. Ýer örtüginäniň esasy meýdançasyndaky dartgynlygyň hasaplanýş çyzgysy

$$G'_{yg} = 0,25G'_{dg} \left[\beta_1 - \beta_2 + \frac{1}{2} (\sin 2\beta_1 - \sin 2\beta_2) \right],$$

bu ýerde G'_{yg} -ýer örtüginäniň esasy meýdançasyna ortaky şpaldan düşýan basyş; G'_{yg} -şpallardan ýer örtüginäniň esasy meýdançasyna bolan basyş; G'_{dg} -degişli şpallaryň aşagynda düşek gatlagyna bolan ortaça basyş; b -şpalyň ini; h -düşek gatlagynyň galyňlygy; m_0 -şpalyň dabany boýunça dartgynlylygyň konsentrasiýasynyň empiriki koeffisiýenti; m_0 koeffisiýent şu formula boýunça kesgitlenýär:

$$m_0 = \frac{8,9}{G_d + 4,35} \geq 1, \quad (5.52)$$

β_1 we β_2 burçlar bolsa:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \arctg \frac{l + 0,5b}{h}; \\ \beta_2 &= \arctg \frac{l - 0,5b}{h}, \end{aligned} \quad (5.53)$$

bu ýerde l -şpal oklarynyň aralygyndaky aralyk.

Dartgynlylyk bütin otly düzümi üçin hasaplanýar. Eger-de otly düzüminde ekipažyň berlen görnüşi boýunça n_i tigr oky bolsa, onda tigr oklarynyň toparlarynyň täsirinden hasaplanýan şpalyň aşagyndaky düşekde orta dartgynlylyk:

$$G_{do}^{or} = \frac{\sum G_d^{or} n_i}{\sum n_i}; \quad (5.54)$$

otly täsirinden orta kwadratiki gyşarmanyň jemi:

$$S_{do} = \sqrt{\frac{\sum n_i S_{di}^2}{\sum n_i}}, \quad (5.55)$$

otludan bolan maksimum ähtimal dinamiki dartgynlylyk:

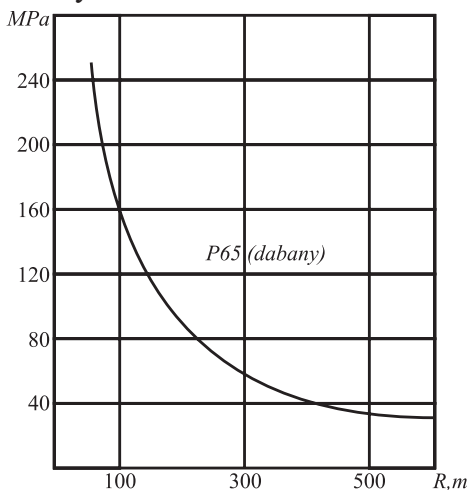
$$G'_{do} = G_{do}^{or} + 2,5S_{do}, \quad (5.56)$$

formulalar bilen aňladylýar.

Goňşy şpallaryň aşagyndaky, G'_{do} we G_{do} orta we maksimum dartgynlylyklary hem ýokardaky analog boýunça kesgitlenýär we ýer örtügininiň esasy meýdançasyndaky dartgynlylyk hasaplanýar (5.15-nji çyzgy):

$$G_y = G'_y + G'_{do} + G''_{do} \leq [G_y]. \quad (5.57)$$

Hasaplanan basyş kada boýunça rugsat edilýänden, ýagny 0,08 MPa-dan kiçi bolmaly.



5.15-nji çyzgy. Öwrümde radiusa baglylykda relsde ýüze çykýan iň uly egilme dartgynlylygynyň grafigi

GOŞUNDY

a)



b)



**1-nji surat. Suw geçiriji desgalarda gabion gurluşlaryny ulanyp
galdyrmanyň ýapgytlaryny düýpli abatlamagyň usullary:**

a-öňki durky; *b*-abatlanandan soňky durky

a)



b)



**2-nji surat. Ýer örtüğini ýokardan gaçýan daşlardan goramak üçin gabion-
dan bolan gurluşlar: a-öňki durky; b-abatlanandan soňky durky**

a)



b)



3-nji surat. Derýa köprülerinde olaryň suw ýuwýan taraplaryny goramak:
a-öňki durky; *b*-abatlanandan soňky durky

a)



b)



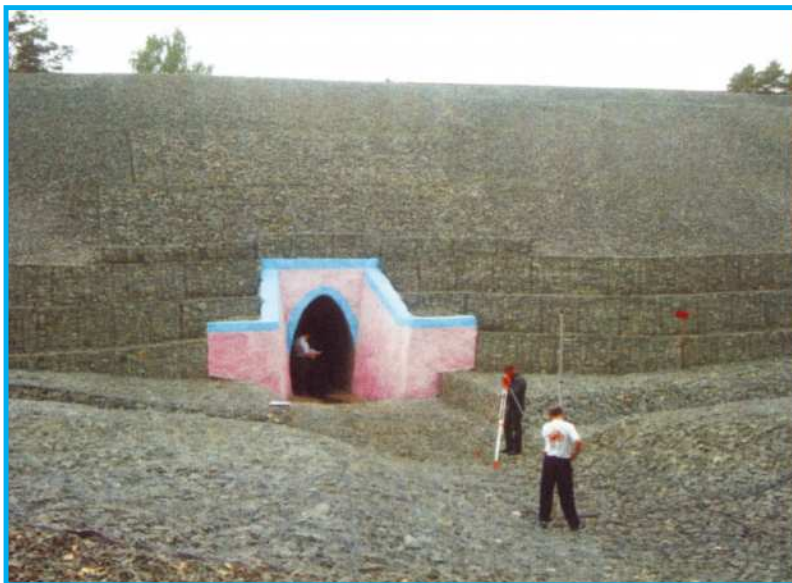
4-nji surat. Ýer örtüginň durkuny üýtgetmek:

a-öňki durky; b - abatlanandan soňky durky

a)



b)



5-nji surat. Ýer örtüginäň durkuny üýtgetmek:

a-öňki durky; b-abatlanandan soňky durky

a)



b)



6-njy surat. Ýer örtüginäniň durkuny üýtgetmek:

a-öňki durky; b-abatlanandan soňky durky

a)



b)



7-nji surat. Ýer örtüginäniň durkuny üýtgetmek:

a-öňki durky; b-abatlanandan soňky durky

a)



b)



8-nji surat. Ýer örtüginäň durkuny üýtgetmek:

a-öňki durky; *b*-abatlanandan soňky durky

a)



b)



9-njy surat. Ýer örtüginüň durkuny üýtgetmek:

a-öňki durky; b-abatlanandan soňky durky

a)



b)



10-njy surat. Ýer örtüginüň durkuny üýtgetmek:

a-öňki durky; *b*-abatlanandan soňky durky

a)



b)



11-nji surat. Ýer örtüginin durkuny üýtgetmek:

a-öňki durky; b-abatlanandan soňky durky

a)



b)



12-nji surat. Ýoly ýokardan gaçýan daşlardan goramak üçin iki işilen gabion tor bilen tikenek toruň bilelikdäki ulanylan görnüşindäki gorag gurluşy:

a-işlenip duran durky; b-abatlanandan soňky durky

Düşündirişli sözlük

- Formula – nazary baglanyşyk
Radius – aýlaw giňliginiň ini
Zweno – rels-şpal gözenegi
Priwod – herekete getiriji
Teležka – arabajyk
Ballast gatlagy – düşek gatlagy
Bort – erňek
Klemma – şpal bilen relsi birikdirýän şaý
Kýuwet – aýyrmanyň düýbünde gurulýan aryk
Gorizental – keseligine (gapdala)
Wertikal – dikligine
Ýoluň prodol profili – ýoluň boýuna bolan kese kesiminiň görnüşi
Napryażeniýe – dartgynlylyk
Epýura – kese tekizlikdäki proyeksiýa çyzgysy
Komponowkalamak – düzmek
Shema – sudur çyzgysy
Konsistensiýa – ýumşaklyk, goýulyk dereje
Tranşeýa – garym
Banket – gaçy
Deformasiýa – formasyny üýtgetme
Drenirleme – ganaw ýa-da turbalaryň kömegi bilen topragy çalykdyrma
Granulimetrik düzümi – düwürleýin düzümi
Tip – nusga, hil
Želob – ternaw
Strela – ok
Otwod – ýuwaş-ýuwaşdan bir-derejeden beýleki bir derejä geçme
Kostyl – myh
Kontrrels – garşydaş rels
Serdeçnik – okjagaz
Çagylyň fraksiýasy – çagylyň düwürleriniň irilik (ownuklyk) ölçegleri boýunça degişli bolan topary
Dissipasiýa – dargama.

Peýdanylan edebiýatlar

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň taze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. I tom. Aşgabat, 2010.
6. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. II tom. Aşgabat, 2010.
7. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
8. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji yyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
9. Албрехт В.Г., Вериго М.Ф., Исаев К.С. Новое положение о проведении планово-предупредительного ремонта пути. Железнодорожный транспорт. 2008. S.23-27.
10. Экономика путевого хозяйства. М. Транспорт, 1998.
11. Амелин С.В., Смирнов М.П. и др. Устройство, ремонт и текущее содержание железнодорожного пути. М. Транспорт, 1990.
12. Ý.Ý.Ýagmyrow. Demir ýoluň gurluşy we ulanylyşy. Aşgabat. Ýlym. 2006.
13. Фришман М. А., Пономаренко Н. А., Финский С. Н. Конструкция железнодорожного пути и его содержание. М. Транспорт, 2000.
14. Амелин С.В. Андреев Г.Е. Устройство и эксплуатация пути. М.Транспорт,1997.
15. Ý.Ýagmyrow. Demir ýol gurluşygynyň tehnologiýasy, me-

hanizasiýasy we awtomatizasiýasy. Aşgabat “Ýlym” neşirýaty, 2010.

16. Путевое хозяйство. М. Транспорт, 1997.

17. Шахунянц Г.М., Железнодорожный путь. М.: Транспорт, 1997.

18. Тихомиров В.Н., Крейнио З.Л., Кузюбердин А. М. Экономика, организация и планирование путевого хозяйства. М. Транспорт, 1999.

19. Тихомиров В.Н. Содержание и ремонт железнодорожного пути. М. Транспорт, 1999.

20. Ý.Ýagmyrow. Ýol işleriniň tehnologiýasy, mehanizasiýasy we awtomatizasiýasy. Türkmen döwlet neşirýat gullugy. Aşgabat 2011.

21. Бабков В .Ф. Автомобильные дороги. Проектирование и строительство. М. Транспорт. 1983.

22. Е. Ягмыров. Постоянные устройства, их эксплуатация и ремонт. Ашхабад: Ылым. 1996.

23. Е. Ягмыров. Технологии и механизация железнодорожного строительства. Ашхабад: Ылым. 1994.

24. Железнодорожное строительство, технология, механизация. Под ред. С.Першина. - М.: Транспорт, 2004.

25. Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. СНИП 2.05. 02.-95. М ., 1996.

26. Demir ýolda otlularyň hereketi we manýowr işi boýunça düzgünnama. Aşgabat-2006ý.

27. Türkmenistanyň demir ýolunda signallandyрма boýunça düzgünnama. Aşgabat-2004ý.

28. Türkmenistanyň demir ýoluny tehniki ulanmagyň kadalary. Aşgabat-2003ý.

29. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ, М.: Транспорт, 2004.

Internetden alnan maglumatlar

30. ООО Строительская компания „Уралремстрой“.

MAZMUNY

Girş.....	7
-----------	---

BIRINJI BÖLÜM ÝOLUŇ GURLUŞY

1. Ýol barada umumy maglumat.....	9
1.1. Ýoluň gurluşyny taslamaklygyň we saýlamaklygyň esasy maksatlary	17
1.2. ÝÝG we onuň esasy elementleri.....	23

IKINJI BÖLÜM RELSARA ULULYGYNÝŇ TASLANYLYŞY WE GURLUŞY

2. Göni ýolly aralyklarda relsara ululygyň gurluşy	55
2.1. Ýoluň öwrümli ýerlerinde relsara ululygynyň gurluşy	57
2.2. Relsara ululygynyň laýyk inin kesgitlemek.....	57
2.2.1. Relsara ululygynyň rugsat edilýän minimal inini kesgitlemek	60
2.3. Ýoluň öwrümli ýerlerinde daşky relsiň ýokarlandyrylmasy.....	64
2.3.1. Iki rels çyzygy boýunça dikligine bolan iýilmäniň deň dere- jede bolmagyny üpjün etmek şertine laýyklykda, daşky relsiň ýokarlandy- rylmasy kesgitlemek	65
2.3.2. Ýolagçylaryň rahatlygyny üpjün etmek şertine baglylykda daşky relsiň ýokarlandyrylmasy kesgitlemek	67
2.4. Öwrümiň geçiş aralyklarynyň egrileri	71
2.5. Öwrümde gysgaldylan relsleriň goýulşy	80
2.6. Ýollaryň ok aralyklarynyň giňelmeleri.....	89

ÜÇÜNJI BÖLÜM RELS ÝOLLARYNYŇ BIRLEŞMELERI WE KESIŞMELERI

3. Ýekebara sowgutly geçirijiler.....	91
3.1. Adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň esasy elementleri.....	92
3.2. Sowgutly geçirijileriň gurluş taýdan aýratynlyklary we olary gurat saklamakdaky talaplar.....	93
3.3. Adaty sowgutly geçirijiniň esasy elementleriniň umumy häsiýetleri .	94
3.4. Adaty ýekebara sowgutly geçirijileriň sowgutlarynyň hasap işleri	109

3.4.1. Ýitiniň başlangyç burçy β_b -ny kesgitlemek	110
3.4.2. Ýitiniň egrisiniň radiuslaryny kesgitlemek.....	112
3.4.3. Sowgut burçy β -ny we ýitiniň uzynlygy l_y -ny kesgitlemek	113
3.4.4. Çarçuwa relsiniň uzynlygyny kesgitlemek we sowgudyň aşagynda pürsleri paýlap goýmak.....	115
3.5. Gowuşgynsyz haçlaryň hasap işleri	119
3.5.1. Guýma serdeçnikli ýyganan hajyň nazary uzynlygyny kesgitlemek.	119
3.5.2. Guýma serdeçnikli ýyganan hajyň amaly uzynlygyny kesgitlemek	121
3.5.3. Tutuşlaýyn guýma hajyň nazary uzynlygyny kesgitlemek	122
3.6. Maýyşgak uçly ýörite relsden bolan süýşme serdeçnikli hajyň hasap işleri.....	124
3.7. Adaty sowgutly geçirijiniň esasy ölçeglerini kesgitlemek we kese tekizlikdäki proyeksiýa çyzgysyny (epýurasyny) düzmek (komponowkalamak)	135
3.7.1. $R_0 > R$ bolan R_0 we R iki radiusly egriçyzyklaýyn kesişme görnüşli sowgutly geçirijiniň esasy geometriki ölçegleri	135
3.7.2. Geçiriji egrisiniň biçim işleri üçin koordinatalary	140
3.7.3. Adaty ýekebara sowgutly geçirijiniň düzümine girýän relsleriň uzynlyklary	142
3.7.4. Adaty sowgutly geçirijiniň kese tekizlikdäki proyeksiýasyny düzmek	144
3.8. Ýekebara simmetriki sowgutly geçirijiler.....	157
3.8.1. Ýekebara simmetriki sowgutly geçirijileriň sowgudynyň we hajynyň hasap işleri	161
3.8.2. Ýekebara simmetriki sowgutly geçirijiniň esasy geometriki ölçeglerini kesgitlemek.....	162
3.9. Bitewi kesişmeler.....	163
3.10. Atanaklaýyn sowgutly geçirijiler	169
3.11. Ýollaryň aralaryndaky sýezdler	176
3.12. Sowgutly geçirijiler meýdançasy we öwürüji gurluşlar.....	181

DÖRDÜNJI BÖLÜM

ÝER ÖRTÜGI

4. Ýer örtüginin ulanylyş maksady we ondan edilýän talaplar	194
4.1. Ýer örtüginin kese kesiminiň tipleri	195

4.2. Ýer örtügi üçin topraklaryň häsiýetleri we olaryň dykyzlygyna bolan talap.....	197
4.3. Ýer örtüginin tipleýin gurluşlary	203
4.4. Adaty şertlerdäki galdyrmalar we aýyrmalar.....	204
4.4.1. Aşa yzgar topraklardaky galdyrmalar we aýyrmalar	207
4.4.2. Batgalyklardaky galdyrmalar.....	208
4.4.3. Şorlaşan toprakly ýerlerdäki galdyrmalar.....	212
4.4.4. Gury mele we gaty (daşly) topraklarda aýyrmalar	212
4.4.5. Müdimilik doňaklyk sebitlerde ýer örtüginin gurmagyň aýratynlyklary	214
4.4.6. Ýer örtüginin esasy meýdançasyna täsir edýän daşky ýüklenmeler (agyrlýklar)	215
4.4.7. Ýer örtüginde we onuň esasynda naprýaženiýe.....	221
4.5. Berkitme we gorag gurşawlary	228

BÄŞINJI BÖLÜM ÝOLUŇ ÝOKARKY GURLUŞYGYNÝŇ HASAP IŞLARI

5. Hereket edýän düzümiň ýol bilen özara täsiri.....	233
5.1. Tigirleriň deňagramsyzlygy (disbalansy).....	235
5.2. Tigiriň aýlaw üstüniň we ýoluň bitekizligi	238
5.3. Ressorlanan agyrlýklaryň (kuzowyň) yrgyldysy	243
5.4. „Tigir-ýol“ mehaniki gurluşyň yrgyldysy. Ýoluň garşylygy	245
5.5. „Tigir-ýol“ mehaniki gurluşyň dinamiki deňagramlylygynyň differensial deňlemesi	247
5.6. Ýol gurluşlaryna tebigy-klimat şertleriň edýän täsiri we onuň öz-özüne täsiri.....	247
5.7. Statiki hasaplaryň esasy düzgünleri. Relsasty esasyň maýyşgaklyk moduly	250
5.8. Relse täsir edýän gapdal güýçleriň hasaplamasy	254
5.9. Birnäçe gezek ýüklenilmekligiň hasaby	258
5.10. Ýer örtüğine bolan basyşyň hasaplanylyşy	259
Goşundy	262
Düşündirişli sözlük	274
Peýdalanylan edebiýatlar	275

Ýegendurdy Ýagmyrow

DEMİR ÝOLY

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktor
Surat redaktory
Teh. redaktory
Neşir üçin jogapkär

Ý. Abaýew
G. Orazmyradow
O. Nurýagdyýewa
G. Halmyradowa

Çap etmäğe rugsat edildi 05.11.2013.

Möçberi 60x90^{1/16}, Şertli çap listi 17,5. Şertli reňkli ottiski 55,75.
Hasap-neşir listi 15,82. Çap listi 17,5. Sargyt №1438. Sany 500.

Türkmen döwlet neşirýat gullugy.
744000, Aşgabat, Garaşsyzlyk şaýoly, 100.

Türkmen döwlet neşirýat gullugynyň Metbugat merkezi.
744004, Aşgabat, 1995-nji köçe, 20.