



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ ŞƏHƏRSALMA VƏ TİKİNTİYƏ
DAİR NORMATİV SƏNƏDLƏR SİSTEMİ**

AzDTN 2.10-4

**HİDROTEKNİKİ TUNELLƏR
LAYİHƏLƏNDİRMƏ NORMALARI**

RƏSMİ NƏŞR

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ
DÖVLƏT ŞƏHƏRSALMA VƏ ARXİTEKTURA KOMİTƏSİ**

BAKİ-2025

İşləyib:	<i>Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi Tədqiqat İnstitutu-t.e.d., prof. X.Q.Seyfullayev, b.e.i., tex.üzrə f.d. E.A.Rəhimov, baş mütəxəssis Ə.E.Tağızadə, mütəxəssislər: Q.M.Həmidova, S.H.Hüseynova</i>
Təsdiqə hazırlayıb və təqdim edib:	<i>Azərbaycan Respublikasının Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsinin Texniki normalar, elm və layihəçilərlə iş şöbəsi</i>
Təsdiq edilib:	<i>Azərbaycan Respublikası Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsinin Kollegiyasının 2025-ci il 19 avqust tarixli-3-35/3-2-9/2025 nömrəli qərarı ilə</i>
Qüvvəyə minib:	<i>2025-ci il 27 avqust tarixdən</i>
Hüquqi Aktların Dövlət Reyestrinin qeydiyyat nömrəsi:	<i>15202508190329</i>

İlk dəfə qəbul edilir

Bu texniki normativ hüquqi akt qüvvəyə mindiyi tarixdən СНиП 2.06.09-84 “Туннели гидротехнические” normativ sənədin Azərbaycan Respublikası ərazisində hüquqi qüvvəsi dayandırılır.

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ ŞƏHƏRSALMA VƏ
TİKİNTİYƏ DAİR NORMATİV SƏNƏDLƏRİ SİSTEMİ**

HİDROTEKNİKİ TUNELLƏR. LAYİHƏLƏNDİRMƏ NORMALARI

1. Tətbiq sahəsi

Bu Normalar su elektrik stansiyalarının, meliorasiya sistemlərinin tərkibinə daxil olan, həmçinin su təchizatı kəmərlərinin çəkilişində tikilən və yenidən qurulan hidrotexniki tunellərin bütün siniflərinin layihələndirilməsinə şamil edilir.

Xüsusi şəraitlərdə (seysmiki aktiv ərazilərdə, mürəkkəb mühəndisi-geoloji şəraitdə və s.) hidrotexniki tunellərin layihələndirilməsi zamanı müvafiq normativ sənədlərin əlavə tələblərinə riayət etmək lazımdır.

2. Normativ istinadlar

Bu Normalarda aşağıda göstərilən normativ sənədlərə istinad edilib:

“Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu;

“Ətraf mühitə təsirin qiymətləndirilməsi haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu;

“Hidrotexniki qurğuların təhlükəsizliyi haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu;

“Xüsusi mühafizə olunan təbiət əraziləri və obyektləri haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanunu;

“Dövlət və yerli əhəmiyyətli hidrotexniki qurğuların siyahısı, mühafizə rejimi və təhlükəsizliyi üzrə Təsnifatı” (Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 21.08.2003-cü il tarixli 109 nömrəli qərarı ilə təsdiq edilmişdir)

“Mühafizə zonalarının ölçüləri, sərhədləri və istifadəsi Qaydaları” (Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 21.08.2003-cü il tarixli 109 nömrəli qərarı ilə təsdiq edilmişdir);

AzDTN 2.1-1	Yüklər və təsirlər. Layihələndirmə normaları;
AzDTN 2.3-1	Seysmik rayonlarda tikinti;
AzDTN 2.10-3	Hidrotexniki qurğular. Əsas müddəalar;
AzDTN 2.11-1	Su təchizatı. Xarici şəbəkə və qurğular;
AzDTN 2.15-1	Bina və qurğuların qrunut əsasları. Layihələndirmə normaları;
AzDTN 2.16-1	Beton və dəmir-beton konstruksiyalar. Layihələndirmə normaları;
AzDTN 2.16-3	Hidrotexniki qurğuların beton və dəmir-beton konstruksiyaları. Layihələndirmə normaları;
AzDTN 2.18-1	Polad konstruksiyalar. Layihələndirmə normaları;
TNvəQ 2.02.02-85	Hidrotexniki qurğuların əsasları;
TNvəQ II-94-80	Yeraltı mədən qazmaları;
STN 045-72	Yeraltı hidrotexniki qurğuların drenajının layihələndirilməsi üçün göstərişlər;
DÜİST 380-2005	Karbonlu adi keyfiyyətli polad. Markaları;
DÜİST 14637-89	Adi keyfiyyətli karbonlu polad prokatdan qalın plitələr;
DÜİST 19281-89	Yüksək möhkəmlikli polad prokat. Ümumi texniki şərtlər;
DÜİST 21153.1-75	Süxurlar. Protodyakonova görə bərklik əmsalının təyini üsulu;

Qeyd. Mətn üzrə göstərilən işarələnmələr aşağıdakı kimi oxunur:

AzDTN – Azərbaycan Dövlət Tikinti Normaları;

DÜİST – Dövlət Ümumittifaq Standartı (Dövlətlərarası Standart);

STN – Sahə Tikinti Normaları;

TNvəQ – Tikinti Norma və Qaydaları;

St3Qps və St5Qps – St – adi keyfiyyətli karbonlu polad, 3 və 5 poladın markasının nömrəsi, Q – 1%-dən az manqan, ps – oksigensizləşdirilmə dərəcəsi;

09Q2 – aşağı aşqarlı konstruksiya poladı, 09 - karbonun miqdarı 0,09% , Q2 – 2% manqan;

09Q2S – aşağı aşqarlı konstruksiya poladı, 09 - karbonun miqdarı 0,09% , Q2 – 2% manqan,

S – silisium 1% -dən az;

10XSND – geniş tətbiq sahəli aşağı aşqarlı konstruksiya poladı, 10 – 0,1% karbon, X – Xrom və S – Silisium, N – nikel, D – mis hər biri 1%-ə qədər.

3. Əsas anlayışlar

Bu Normalarda aşağıdakı əsas anlayışlardan istifadə olunur:

astar konstruksiyası – tunelin layihə en kəsiyini təyin edən eləcə də daxili və xarici yükləri qəbul edən, axarlı səthin kələ-kötürlüyünü və filtrasiya itkilərini azaltmaq üçün nəzərdə tutulan qazmaların konturu üzrə yerinə yetirilən konstruksiya;

giriş başlığı – uzunluğunu genişləndirilmiş giriş kəsiyindən sutullayıcının tranzit hissəsinin başlanğıc kəsiyinə müntəzəm keçidi yerinə yetirən sutullayıcının, xüsusən də qapalı kəsikli sutullayıcının giriş hissəsi;

hamarlayıcı astar konstruksiyalar – tunelin hidravlik xarakteristikalarını yaxşılaşdıran, həmçinin süxurların tökülməsinin, onların aşınmasının və yuyulmasının qarşısını alan astar konstruksiyalar;

hidrotexniki qurğu – su anbarları, bəndlər, magistral sunəqlədici kəmərlər, su elektrik stansiyaları, sutullayıcı, suburaxıcı, suqəbuledici, sudurulducu, suötürücü, su nasosxanaları, tunellər, kanallar, kollektorlar, səviyyəəlaqələndirici, sahilqoruyucu, sahilbərkidici, məcranizamlayıcı, balıqburaxan və balıqqoruyucu, Xəzər dənizinin (gölünün) Azərbaycan Respublikasına mənsub olan bölməsində yerləşən dəniz qurğuları (estakadalar, estakadayanı meydançalar, stasionar dəniz platformaları, su mühiti ilə qarşılıqlı təsirdə olan, dəniz üzgüçülüynün təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və gəmilərin dayanması üçün nəzərdə tutulmuş mühəndis-texniki qurğular, gəmburaxan şlyuzlər), habelə yeraltı və yerüstü su ehtiyatlarından istifadə etmək və suyun zərərli təsirlərinin qarşısını almaq üçün istifadə olunan digər xüsusi mühəndis-texniki qurğular;

hidrotexniki tunel – üst təbəqədə yerləşən süxurları açmadan yaradılan qapalı en kəsikli suaparan;

hidravlik zərbə – təzyiqli suaparanda mayenin hərəkəti zamanı sürətin kəskin dəyişməsilə yaranan hidrodinamik təzyiqin artması və ya azalması;

mayenin təzyiqli hərəkəti – tunellərdə mayenin sərbəst axın səthi olmadan hərəkəti;

mayenin təzyiqsiz hərəkəti – tuneldə bütün uzunluğu boyu axının sərbəst səthi ilə mayenin hərəkəti;

müvəqqəti bərkidici – astar konstruksiyasının tikintisinə qədər qazıntı işlərinin dayanıqlılığını və qazma və quraşdırma işlərinin aparılmasını təmin edən konstruksiya;

püskürdülən beton – sıxılan hava enerjisinin köməyi ilə səthlərə qat-qat vurulan, doldurucuları 25 mm-ə qədər ölçüdə olan beton;

süxurlar – geoloji proseslər nəticəsində yaranmış və yer qabığında sərbəst kütlələr şəklində yatmış müəyyən tərkib və quruluşlu təbii yığımlar;

süxurların təzyiqi – qazmaların divarlarına və dayaqlarına yerdəyişmə və çapılma nəticəsində süxurlar tərəfindən göstərilən təzyiq;

sementləmə – sement məhlulları vasitəsilə süxurların inyeksiyası;

sugötürücü qurğu – suyu götürmək üçün nəzərdə tutulmuş hidrotexniki qurğu;

su təchizatı sistemi - suyu mənbədən götürən, təmizləyən və istehlakçıya çatdıran bir və ya bir qrup qurğu, o cümlədən magistral (ümumiləşdirilmiş) və paylayıcı (daxili) su kəmərləri (xətləri) şəbəkəsi;

tunelin novu – dəmir-betondan, betondan və ya püskürdülən betondan yerinə yetirilən tunel qazmasının dibi və ya alt tavası;

üzlük – astar konstruksiyasını və ya tunel qazmasının qaya səthini kavitasiyanın və maye axını ilə daşınan cisimlərin (süxur yığınları, buz kütlələri və s.) təsirindən yaranan intensiv aşınmadan müdafiə edən, həmçinin filtrasiyanı əhəmiyyətli dərəcədə azaldan, markası astar konstruksiyasının betonundan yuxarı, yüksək möhkəmlikli betonlar (polimerbeton, fibrobeton, fibropolimer beton və s.) istifadə edilən üzlük qatı;

yeraltı sular – relyef formasından asılı olaraq yer səthindən aşağıda, torpaq qatında və süxurlarda toplanan sular;

yükdaşıyan astar konstruksiyalar – tikinti və istismar dövrlərində yüklərin qəbul edilməsini təmin edən və hamarlaşdırıcı astar konstruksiyalarına qoyulan tələbləri ödəyən astar konstruksiyalar.

4. Ümumi müddəalar

4.1. Su elektrik stansiyaları və meliorasiya sistemləri qurğularının tərkibinə daxil olan hidrotexniki tunellərin sinifləri AzDTN 2.10-3-ə uyğun olaraq təyin edilməlidir. Su təchizatı sistemləri üçün nəzərdə tutulmuş hidrotexniki tunellərin sinifləri AzDTN 2.11-1 ilə müəyyən edilən suyun verilməsinin etibarlılıq kateqoriyalarına uyğun olmalıdır.

4.2. Təyinatından asılı olaraq hidrotexniki tunellər aşağıdakılara bölünürlər:

- əsas - su elektrik stansiyalarının, meliorativ sistemlərin və su təchizatı sistemlərinin istismarı zamanı suyun daimi verilməsi üçün nəzərdə tutulmuş tunellər və ikinci dərəcəli tunellərin sürgüyə qədər olan giriş hissələri daxil olmaqla əsas sutullayıcı tunellər;

- ikinci dərəcəli - əsas qurğulara aid olan tunellərin sürgüyə qədər olan giriş hissələri istisna olmaqla, suyun vaxtaşırı verilməsi üçün nəzərdə tutulmuş tunellər (su anbarlarının və suaparan qurğuların boşaldılması və yuyulması üçün, ehtiyat sutullayıcı tunellər);

- müvəqqəti - hidrotexniki qurğuların tikintisi və ya təmiri zamanı suyun verilməsi üçün nəzərdə tutulan tunellər.

İstismar müddətindən asılı olmayaraq, müvəqqəti tikinti tunelinin dağılması fəlakətli nəticələrə və ya əsas qurğuların tikintisinin əhəmiyyətli dərəcədə ləngiməsinə səbəb olduqda, onu ikinci dərəcəli qurğulara aid etmək olar.

Əsas və ya ikinci dərəcəli tunelləri layihələndirərkən su bəndləri qurğularının tikintisi getdiyi dövrdə suyun ötürülməsi məqsədilə onlardan istifadə imkanları nəzərdə tutulmalıdır.

4.3. Hidravlik rejimdən asılı olaraq hidrotexniki tunellər aşağıdakılara bölünür:

- təzyiqli;

- axın rejimləri qismən təzyiqli (nisbətən aşağı təzyiqlərdə yol verilir - su elektrik stansiyalarının suötürən kanalları, tənzimlənməyən tunellər);

- təzyiqsiz.

Hidrotexniki tunellərdə axının təzyiqsiz rejiminin təzyiqli və əksinə dəyişməsi üçün xarakterik olan axının qismən təzyiqli rejimlərinə yol verilir. Tunelin belə rejimlərdə uzunmüddətli istismarı əsaslandırılmalıdır.

4.4. Geniş diapazonda dəyişən sərhəd şərtləri şəraitində (byef səviyyələri və axının miqdarı) işləyən sutullayıcı tunellərin suötürən kanallarında təzyiqsiz, əsas sürgüyə qədər giriş hissələrində isə təzyiqli axın rejimləri nəzərdə tutulmalıdır. Təzyiqsiz iş rejiminin davamlılığını təmin etmək üçün təzyiqsiz hərəkətin başladığı hissəyə hava vermək məqsədi ilə qurğu nəzərdə tutulmalıdır. Hava kəmərlərinin ölçüləri xüsusi hesablamalar və ya modellər üzərində tədqiqatlar ilə əsaslandırılmalı və ya istifadədə olan analoqlar əsasında qəbul edilməlidir.

4.5. Hidrotexniki suqovşaqlarının dəyərini azaltmaq üçün layihələndirmə ərəfəsində hidrotexniki tunellərin bütün və ya bir hissəsinin bir neçə texnoloji funksiyanı yerinə yetirmək üçün istifadə edilmə variantlarını - tikinti və istismar dövründə yaranan suların axıdılması, su bəndindən sutullayıcı qurğularla müxtəlif məqsədlə atılan suların ötürülməsi, hidroaqrəqatların su ilə təmin edilməsi və onların işlətdiyi suyun xaric edilməsi və izafi kinetik enerjinin söndürülməsini nəzərdən keçirmək lazımdır.

4.6. Yeni və mövcud hidrotexniki tunellərin yenidən qurulması layihələrinin əsas texniki həlləri (hidravlik iş rejimi, yerləşmə dərinliyi, planda və uzununa kəsikdə yerləşməsi, en kəsiyi, astar konstruksiyasının növü və s.) layihə variantlarının texniki-iqtisadi göstəricilərinin müqayisəsi əsasında qəbul edilməlidir. Həmçinin layihələndirmədə suqovşaq, meliorativ sistem və ya su təchizatı sisteminə daxil olan qurğuların ərazidə qarşılıqlı yerləşdirilməsi, onların istismar şərtləri, tunelin təyinatı, tikinti işlərinin planlaşdırılan üsul və müddətləri, tikinti sahəsinin topoqrafik, mühəndisi-geoloji, hidrogeoloji, iqlim və digər şərtləri nəzərə alınmalıdır.

Seçilmiş layihə həlli qurğunun etibarlılığını (möhkəmlik, dayanıqlıq, uzunömürlülük) və iqtisadi cəhətdən səmərəliliyini, tikinti və təmir işlərinin mexanikləşdirilmə və sənayeləşdirilməsini, həmçinin tunellərin optimal istismar şərtlərini təmin etməlidir.

4.7. Hidroloji məlumatlar aşağıdakıları əhatə etməlidir:

- tuneldən keçən suyun hesablama sərfi və bu sərlə əlaqədar yuxarı və aşağı byeflərin müvafiq su səviyyələri;
- tunel tikiləcək ərazidə yerləşən çayda (su hövzəsində) suyun səviyyəsinin və sürətinin dəyişmə rejimi;
- çay suyunun kimyəvi tərkibi, onun aqressivliyi və temperaturu;
- çayla axan çöküntü və sükur qırıntılarının miqdarı və mexaniki xassələri.

4.8. Hidrotexniki tunelləri layihələndirərkən onun bütün uzunluğu boyu mühəndisi-geoloji tədqiqatlar aparılmalıdır.

4.9. Mühəndisi-geoloji və hidroloji tədqiqatlar zamanı aşağıdakılara xüsusi diqqət yetirilməlidir:

- tunelin istiqaməti boyunca və onun tikildiyi ərazidə tektonik pozulmalara;
- yeraltı suların səthlərinin səviyyəsi və bu suların qidalanma mənbələrinə;
- tunelin qrunt (qaya) massivindən giriş-çıxışı sahələrində baş verə biləcək sürüşmə prosesləri və sel axınlarına;
- sükurların süzülmə proseslərinə qarşı dayanıqlığına;
- kimyəvi və mexaniki suffoziyanın inkişafı ehtimalına;
- tunelin marşrutu boyunca karst zonalarının olmasına;
- tunel tikintisi ərazisində aqressiv yeraltı suların yerin səthinə çıxmasına;
- drenaj qurğularının kimyəvi tıxanması ehtimalına.

Tunel tikərkən, sūxurların donmuş və ərimiş halda möhkəmlik, deformasiya qabiliyyəti və termofiziki xassələrinin hesablama qiymətlərini, donmanın xarakter və dərəcəsini, donmaya məruz qalmış sūxurların və tuneldən axıb keçən suyun temperaturunu nəzərə almaq lazımdır. Həmçinin, istismar prosesində qərarlaşmış istilik rejimi şəraitində mövcud olan temperatur sahəsi də nəzərə alınmalıdır.

4.10. Qruntların möhkəmlik və deformasiya xassələrinin normativ və hesablama qiymətləri TNvəQ 2.02.02 və AzDTN 2.15-1-in müddəalarına uyğun olaraq təyin edilir.

4.11. Tikinti ərəfəsində artıq suyun atılması üçün istifadə olunan, həmçinin qopub gələn sūxur qırıntılarını daşıyan tunellər elə layihələndirilməlidir ki, sel keçdikdən sonra onların illik texniki baxışı və təmiri mümkün olsun. Bunun üçün giriş başlıqları müxtəlif səviyyələrdə olan iki tunelin tikintisinin məqsədəuyğunluğu nəzərdən keçirilməlidir.

4.12. I və II sinfə aid hidrotexniki tunellərdə tikinti və istismar müddətlərində qurğunun işinin bilavasitə müşahidə edilməsi üçün nəzarət-ölçü cihazlarının quraşdırılması nəzərdə tutulmalıdır. Müşahidə, tunelin astar konstruksiyası və onu əhatə edən gruntun (həmçinin sementlə bərkidilmiş) vəziyyətini qiymətləndirmək, astar konstruksiyasına grunt sularının təzyiqini ölçmək, həmçinin hidravlik və filtrasiya rejimləri barədə məlumat əldə etmək məqsədilə aparılır.

4.13. Hidrotexniki qurğuların layihələndirilməsi, tikintisi, istismarı, yenidən qurulması, bərpası, konservasiyası və ləğv edilməsi zamanı onların təhlükəsizliyinin təmin olunmasında "Hidrotexniki qurğuların təhlükəsizliyi haqqında" Azərbaycan Respublikasının Qanunu nəzərə alınmalıdır.

"Hidrotexniki qurğuların təhlükəsizliyi haqqında" Azərbaycan Respublikasının Qanununa uyğun olaraq dövlətlərarası müştərek istismar edilən hidrotexniki tunellər xüsusi mühafizə olunan dövlət əhəmiyyətli hidrotexniki qurğulara aid edilir.

Hidrotexniki qurğuların layihələndirilməsinə, yerləşdirilməsinə, tikintisinə və yenidən qurulmasına, həmçinin istismara verildikdə və istismar müddətində ekoloji tələblər "Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında", "Ətraf mühitə təsirin qiymətləndirilməsi haqqında", "Xüsusi mühafizə olunan təbiət ərəziləri və obyektləri haqqında" Azərbaycan Respublikasının qanunlarına və AzDTN 2.10-3-ə müvafiq yerinə yetirilməlidir.

4.14. Hidrotexniki qurğuların təhlükəsizliyi üzrə təsnifatından asılı olaraq onların ətrafında mühafizə zonalarının ölçüləri, sərhədləri və istifadəsi "Dövlət və yerli əhəmiyyətli hidrotexniki qurğuların siyahısı, mühafizə rejimi və təhlükəsizliyi üzrə Təsnifatı" və "Mühafizə zonalarının ölçüləri, sərhədləri və istifadəsi Qaydaları"nın tələbləri nəzərə alınmaqla müəyyən edilir.

5. Tunelin trası və en kəsiyi

5.1. Hidrotexniki tunelin trasını layihələndirərkən, tunelin tikintisi üçün əlverişsiz olan mühəndisi-geoloji və hidrogeoloji şəraitlərdə yerləşən (əhəmiyyətli tektonik pozulmalar, qazla zəngin sahələr, yeraltı suların daxil olduğu ərəzilər, sürüşmə olan, sel axınları keçən yerlər və karstlar), həmçinin layihələndirmədə əlverişsiz sanitar şəraiti ilə xarakterizə olunan ərəzilər (mal-qara məzarlıqları, qəbiristanlıqlar, zibilxanalar) omamalıdır.

5.2. Tunelin trası bir qayda olaraq düzxətli və minimum uzunluqda olmalıdır. Düzxətli olmayan trassaya, su qovşağının tərtib üsulu (qarşılıqlı yerləşdirilməsi) ilə əlaqədar, tunelin tələb olunan dərinliyinin təmini zərurəti, ərəzinin topoqrafik şəraiti, işlərin qəbul edilmiş yerinə yetirilmə üsulları, həmçinin bu Normaların 5.1 bəndində göstərilən əlverişsiz şəraitlərdə tunelin yerləşdirilməsindən çəkinmək zərurəti olduqda yol verilir.

5.3. 10 m/san-ə qədər axın sürətlərində tunelin dönmə radiusu tunelin daxili eninin (diametrinin) ən azı üç mislinə bərabər qəbul edilməlidir, dönmə bucaqları isə 60°-dən çox olmamalıdır. 10 m/san-dən yuxarı axın sürətlərində isə dönmə radiusu və bucağının qiymətləri

suyun axınının təzyiqli və sakit təzyiqsiz (axın üçün Frud ədədi 1-dən az) olan halları üçün hidravlik hesablamalar və ya tədqiqatlar, I və II sinif qurğular üçün təzyiqsiz gur axın (axın üçün Frud ədədi 1-dən çox) üzərində eksperimental tədqiqatlar əsasında müəyyən edilməlidir.

Əyrixətli tunellərin trasının başlanğıc və son hissələrinin uzunluğunu qazmanın aşırımına (diametrinə) bərabər, lakin 6 m-dən az olmamaqla düzxətli nəzərdə tutmaq lazımdır.

5.4. Təzyiqsiz axınlı tunellərin en kəsiklərinin formaları (şəkil 1) və onların ölçülərinin nisbəti cədvəl 1-ə uyğun qruntların bərklik əmsalından asılı olaraq qəbul edilməlidir.

Bərklik əmsalı f DÜİST 21153.1-ə müvafiq təyin edilir və ya süxur nümunəsinin biroxlu sıxılda möhkəmlik həddinin (MPa ilə) 10-a bölünməsinə bərabər götürülür.

Cədvəl 1

Tunelin en kəsik forması	Qruntların bərklik əmsalı f (Protodyakonova görə)	Kəsiyin ölçülərinin nisbətləri			
		r_1/b	r_2/b	r_3/b	r_4/b
I	$f \geq 8$	0,71	0,1 - 0,15	-	-
II*	$8 > f > 4$	0,5	0,1 - 0,15	-	-
III**	$4 \geq f \geq 2$	0,25	0,1 - 0,25	1 - 0,9	-
IV	$f < 2$	0,5	0,1 - 0,15	1 - 1,5	1 - 1,5

* Tunelin en kəsiyinin I forması olduqda istifadə edilə bilər (şəkil 1).

** Xüsusi əsaslandırma olduqda tətbiq edilir.

Qeyd:

1. Cədvəl 1-dəki göstəricilər $h/b = 1$ nisbətinə aiddir. Tuneldə suyun səviyyəsi $0,3h$ -dan yuxarı qalxdıqda $h/b > 1$ -in götürülməsinə yol verilir;

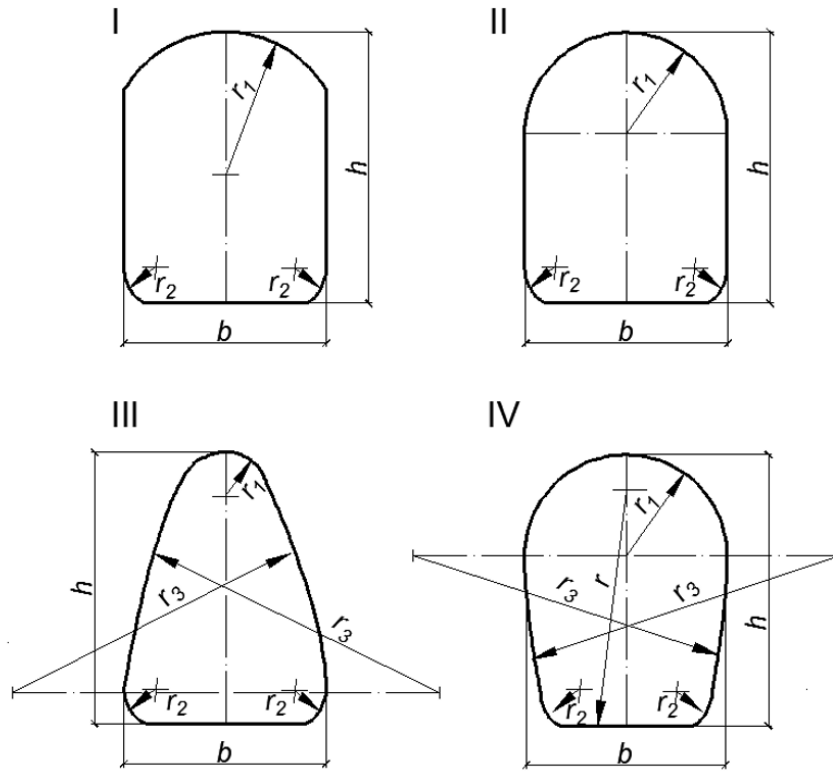
2. Tunel divarları ilə novun qovuşma yerlərinin qövsvəri formada həyata keçirilməsi zərurəti hesablama ilə müəyyən edilir.

5.5. Kəsiyin şaquli oxuna nəzərən qeyri-simmetrik süxur təzyiqi yaranan, qabaran qruntlarda, eləcə də yüksək təzyiqli qruntların suları şəraitində layihələndirilən təzyiqsiz tunellər üçün dairəvi formada en kəsik qəbul edilməlidir.

Əsaslandırma olduqda, təzyiqsiz tunellər üçün digər formalı en kəsiklərin qəbuluna yol verilir.

Dərində yerləşən təzyiqsiz tunellər üçün divarlar və tağların xarici (süxurla təmas edən) konturu analoji şəraitdə tikilmiş tunellərin təhlili əsasında, belə analoqlar olmadıqda isə ədədi modellər əsasında hesablama yolu ilə müəyyən edilməlidir.

5.6. Təzyiqli tunellərin en kəsiyi dairəvi formada qəbul edilməlidir. Tunelin astar konstruksiyasının möhkəmlik şərtləri təmin olunduğu halda dayanıqlı, çox az çatlı qaya qruntlarda layihələndirilən təzyiqli su tunelləri üçün en kəsiyi dairədən fərqli qəbul edilməsinə yol verilir (şəkil 1). Qaya qruntların çatlama dərəcəsi (modulu) TNvəQ 2.02.02 və AzDTN 2.15-1-ə müvafiq təyin edilir.



Şəkil 1. Daxili ölçülərlə təzyiqsiz tunellərin en kəsik formaları

5.7. Tunellərin en kəsik ölçüləri hidravlik və texniki-iqtisadi hesablamalar əsasında təyin edilməlidir.

Layihələndirmənin ilkin mərhələlərində tunelin diametrinin (və ya aşırımının) 2m-dən 6 m-dək olduqda - hər 0,5 m-dən bir, 6 m-dən çox olduqda - hər 1 m-dən bir qəbul edilməsinə yol verilir.

Qismən təzyiqli hidravlik rejimdə və tuneldə suyun sürəti 10 m/san-dən çox olduqda, en kəsik ölçüləri analogi şəraitlərdə istismar olunan digər tunellərin istismar təcrübəsi nəzərə alınmaqla və ya xüsusi hidravlik hesablamalar və tədqiqatlar əsasında təyin edilməlidir.

5.8. Suyun qərarlaşmış axın sürəti 10 m/san-ə qədər olduqda təzyiqsiz tuneldə suyun səthindən hava boşluğunun hündürlüyü hidravlik hesablamalar əsasında, lakin tunelin daxili hündürlüyünün 0,07-dən və 40 sm-dən az olmamaq şərti ilə qəbul edilməlidir.

Tuneldə suyun axın sürəti 10 m/san-dən çox olduqda hava boşluğunun kifayət hündürlüyü əsaslandırılmalıdır.

5.9 Hidrotexniki tunellərin daxili en kəsiklərinin minimum ölçüləri avadanlığın, kommunikasiyaların yerləşdirilməsi, tikinti mexanizmlərinin keçidi və yeraltı işlərin görülməsi zamanı təhlükəsizlik tələblərinə riayət olunması imkanları nəzərə alınmaqla qəbul edilməlidir.

6. Tunel konstruksiyaları üçün materiallar

6.1. Tunellərin beton və dəmir-beton konstruksiyaları üçün beton və armatur (astar konstruksiyası, portallar və s.) AzDTN 2.16-3 və bu bölmənin tələblərinə cavab verməlidir.

6.2. Sıxılmada möhkəmliyə görə beton sinifləri aşağıdakı konstruksiyalar üçün verilən qiymətlərdən aşağı təyin edilməməlidir:

- monolit beton və dəmir-beton – B20;
- yığma dəmir-beton – B30;
- püskürdülən beton – B25.

Müvafiq əsaslandırma ilə, betonun xassələrini yaxşılaşdıran xüsusi əlavələrin qatılması şərt ilə daha aşağı sinifli betonun, həmçinin alunit və digər özünü gərginləşdirən sementlər əsasında betonların istifadəsinə yol verilir.

Təzyiqsiz tunellərin astar konstruksiyaları üçün istifadə edilən betonun sukeçirməzlik markası W6-dan, təzyiqli tunellərinin astar konstruksiyaları üçün isə W8-dən aşağı olmamalıdır.

Tunellərin beton və dəmir-beton konstruksiyaları üçün istifadə edilən betonun şaxtayadavamlılıq markaları AzDTN 2.16-3 tələblərinə uyğun olaraq təyin edilməlidir.

Betonun sıxılmada və oxboyu dartılmada möhkəmlik siniflərinə, həmçinin sukeçirməzlik və şaxtayadavamlılıq markalarına cavab verən bərkimə müddəti 180 gün qəbul edilir. Konstruksiyaların faktiki yüklənməsinin vaxtı, onların tikilməsi üsulları, betonun bərkimə şərtləri və istifadə olunan sementin növü və keyfiyyəti məlumdursa betonun sinfinin və markasının başqa bərkimə müddətində qəbul edilməsinə yol verilir.

6.3. Püskürdülən betonun və torkretin sinifləri B_t 2,4-dən aşağı olmayaraq, oxboyu dartılmada möhkəmliyə əsasən qəbul edilməlidir. Püskürdülən betonun və torkretin normativ və hesablama müqavimətlərinin qiymətləri betonda olduğu kimi qəbul edilməlidir.

B_t 2,4; B_t 2,8; B_t 3,2 sinifli püskürdülən betonun və torkretin elastiklik modulları müvafiq olaraq $3,25 \times 10^4$, $3,6 \times 10^4$ və $3,9 \times 10^4$ MPa-a bərabər götürülməlidir.

6.4. Hidrotexniki tunellərin kavitasiya və aşınmaya dayanıqlı astar konstruksiyaları (və ya onların hissələri) kavitasiya və aşınmaya davamlı betondan hazırlanmalıdır.

6.5. Tunellərin beton və dəmir-beton konstruksiyalarının betonu üçün DÜİST 26633-ün tələblərinə cavab verən materiallar (sementlər və doldurucular) istifadə edilməlidir.

6.6. Tunel konstruksiyaları üçün betona AzDTN 2.16-3-ün tələblərinə cavab verən plastifikasiyaedici əlavələr (superplastifikatorlar), havaçəkici əlavələr və səthi aktiv maddələrin kompleks əlavələri qatılmalıdır.

Monolit betonlara və püskürdülən betonlara sement kütləsinin 5-8%-i həcmində mikrosilikat daxil etmək tövsiyə olunur.

6.7. Hidrotexniki tunellər üçün A300 və A400 sinifli qaynar yuvarlanmış periodik profilli armaturlardan istifadə edilməlidir.

Dəmir-beton və ankerlər üçün istifadə edilən armaturun hesablama müqavimətləri AzDTN 2.16-3-ün tələblərinə uyğun olmalıdır.

6.8. Kombinəli astar konstruksiyalarının polad qabıqları üçün polad markaları Əlavə 1-ə uyğun olaraq qəbul edilməlidir.

Polad konstruksiyaların qaynaq edilməsində istifadə olunan yayma polad və materialların hesablama müqavimətləri AzDTN 2.18-1-ə uyğun olaraq qəbul edilməlidir.

7. Tunellərin konstruksiyası

Ümumi konstruktiv tələblər

7.1. Hidrotexniki tunelləri layihələndirərkən, texniki baxış və təmir məqsədi ilə tunelin bütün uzunluğu boyu suyun boşaldıla bilməsi mümkünlüyü layihədə nəzərə alınmalıdır.

Tunellərin sürgüyə qədər olan başlanğıc hissələrinin boşaldılmasının nəzərdə tutulmasına yol verilir. Bu hissələrin uzunluğu minimal olmalıdır.

7.2. Hidrotexniki tunellərin giriş və çıxışları portal formasında layihələndirilməli, onlar elə yerləşdirilməlidir ki, relyef yamaclarının təbii müvazinəti minimal şəkildə pozulsun.

Seysmik təhlükəli ərazilərdə portallar yamacın hüdudlarından kənara çıxmamalıdır. Eyni zamanda, portalların konstruksiyaları sadə həndəsi formada qəbul edilməlidir.

Sərt iqlimə malik ərazilərdə yerləşən sutullayıcı tunellərin çıxış portallarının qış mövsümü ərzində istilik mühafizəsinin mümkünlüyü layihədə nəzərə alınmalıdır.

Portal yerlərinin su axar hissəsinin ölçüləri və hündəsi formaları hidravlik və gərginlik-deformasiya halının hesablamaları ilə müəyyən edilməlidir.

7.3. Su elektrik stansiyasının suqəbulediciləri aşağıdakı tələblərə cavab verməlidir:

- suqəbuledicinin ötürmə qabiliyyəti fasiləsiz su təchizatını təmin etməlidir;
- qurğuların hüdudlarında suqəbuledicinin yerləşməsi, yaxınlaşma hissəsinin və suqəbuledicinin özünün forması minimal təzyiq itkiləri ilə suyun suqəbulediciyə rəvan şəkildə daxil olmasını təmin etməlidir;
- suqəbuledici, hidrostantsiyanın uzun müddətə fəaliyyətinin dayandırılmasında, təzyiqli suaparanlara suyun daxil olmasını dayandırmaq üçün sürgülərlə təchiz edilməlidir;
- suqəbuledici, derivasiya tunelini su axınında olan cisimlərdən, zibildən və suda yarı batmış tir və ağaclardan qoruyan zibil saxlayan barmaqlıqlarla, habelə barmaqlıqları zibildən təmizləmək və onun çıxarılması üçün qurğularla təchiz edilməlidir;
- qış istismar dövründə suqəbuledicidə buz və xəşələ buzdən müdafiə nəzərdə tutulmalıdır.

7.4. Axının yol verilməyən eroziya təsirinin qarşısını almaq üçün sutullayıcı tunellərin çıxış portallarının arxasında son (mexanizmi və ya onun bir hissəsini mexaniki təsir ilə hərəkətə gətirilə bilən) qurğular nəzərdə tutulmalıdır. Onlar layihələndirilərkən aşağıdakılar təmin edilməlidir:

- qurğunun əsasının, çay yatağının və sahillərin proqnozlaşdırılan yuyulub aşınmasını, süxurların yuyulması nəticəsində aşağı byefdə çöküntü silsilələrinin əmələ gəlməsini və bununla əlaqədar olaraq suyun səviyyəsinin qalxmasını nəzərə almaq;
- su sipəri qurğularının hüdudlarında həddən artıq kinetik enerjinin söndürülməsi və ya su axınının byeflərin qovşağında yatağın eni və (və ya) uzunluğunu paylanması vasitəsilə qurğudan kənarlaşdırılması.

Son (mexanizmi və ya onun bir hissəsini mexaniki təsir ilə hərəkətə gətirilə bilən) qurğuların konstruksiyasını sadələşdirmək və sutullayıcı tunellərin çıxışında byeflərin qovuşmasına daha əlverişli şərait yaratmaq üçün tədricən genişlənən təzyiqsiz sahələr nəzərdə tutulmalıdır. Qurğuda suyun yuxarı və aşağı səviyyələri arasındakı fərq nisbətən kiçik olduqda isə təzyiq diffuzorları quraşdırılmalıdır.

Son (mexanizmi və ya onun bir hissəsini mexaniki təsir ilə hərəkətə gətirilə bilən) qurğularının tuneldən atılan axınla yuyulmasının qarşısını almaq üçün onların uc kəşiyində qrunun sementlənməsi ilə anker dişləri quraşdırmaq lazımdır. Lazım gələrsə, tramlinin ən dərin hissəsindən suyun boşaldılması üçün xüsusi qurğu nəzərdə tutulmalıdır.

7.5. Sutullayıcı tunelin çıxışı qarşı tərəfdəki sahilin yol verilməyən eroziyaya məruz qalmasının və çöküntü silsiləsinin əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün, tunelin çıxışındakı suyun səviyyəsi ilə aşağı byefdəki suyun səviyyəsi arasında zəruri fərq olduqda, tunelin çıxış konstruksiyasını tramlin virajı şəklində layihələndirmək lazımdır. Bu cür layihələndirilən çıxış konstruksiyası suyu tuneldən kənarlaşdıraraq axının çayın məcrası boyu hərəkət etməsini təmin edir. Əlavə olaraq, çıxış konstruksiyası su axınına çay məcrasının uzunluğu boyu paylayan yan tərəfindən suyu boşaldan tramlin şəklində də layihələndirilə bilər.

7.6. Təzyiq əhəmiyyətli dərəcədə böyük olduqda (50 m-dən çox) və tunelin çıxışında suyun sürəti yuyulmaya səbəb olan sürətdən artıq olduqda, sutullayıcı tunellərin konstruksiyasının tunelin hüdudları daxilində su enerjisini söndürəcək şəkildə qəbul edilməsi məqsədəuyğundur. Tunelin bu cür layihələndirilməsi aşağı byefdə axınları qovuşduran konstruksiyaları yüngülləşdirməyə imkan verir, tunelin su axını ilə təmasda olan axarlı səthlərinin kavitasiyanın mənfi təsirindən müdafiəsini təmin edir, həmçinin su axını hesablamadan az olduqda təzyiqsiz və təzyiqli axın rejimlərinin dəyişməsinin qarşısını alır.

Layihələndirmə zamanı, tunelin daxilində uzunluğu boyu belə konstruktiv tədbirlər kimi söndürmə kameralarını, şaxta söndürmə qurğularını və müxtəlif burulğan yaratma sxemlərini diqqətdən keçirtmək məqsəduyğundur.

7.7. Tunellərin su axını ilə təmasda olan axarlı səthinin hamarlıq və düzlüyünə dair tələbləri tunelin su ötürmə qabiliyyətinin təmini şərtlərindən müəyyən edilməlidir.

Axın sürəti 15 m/san-dən çox olan sutullayıcı tunellərin axarlı səthlərini kavitasiyadan və kavitasiya eroziyasından qorumaq üçün aşağıdakı tədbirlər həyata keçirilməlidir: konstruksiyanın konturunu axarlı olacaq şəkildə seçmək; superkavitasiya yaradan konstruksiya elementlərindən və tunel kanalında təzyiqin artmasına səbəb olan elementlərdən istifadə etmək; tunelin astar konstruksiyasını hamar, axarlı səthli hazırlamaq; yüksək kavitasiya müqavimətli betonlardan istifadə etmək; qoruyucu örtüklər tətbiq etmək; xüsusilə tuneldə su təzyiqsiz rejimdə axdıqda, su axınının divara təmas edən təbəqəsinin aerasiyası üçün qurğular quraşdırmaq. Su ilə daşınan süxur yığınlarından və suda asılı cisimlərdən (tir, şalban, buz və s.) qorunmaq üçün aşınmaya müqaviməti yüksək olan betonlardan, həmçinin qoruyucu örtüklərdən istifadə etmək lazımdır.

7.8. Hidroturbinləri və ya nasosları su ilə təmin edən tunelləri xırda tikinti tullantılarından təmizləmək üçün kiçik su buraxılışları ilə onların hidravlik yuyulması nəzərdə tutulmalıdır.

Çayın məcrasını bağladıqdan, çay yatağında maneələr və ya su tutumları quraşdırdıqdan sonra sugötürücü qurğuda suyun səviyyəsini qaldırmaq vasitəsilə yuxarı byefdə süxur yığınlarının toplanmasını təmin edən tədbirlərin həyata keçirilməsinin məqsəduyğunluğu gözdən keçirilməlidir.

7.9. Tunellərin konstruktiv layihə həlli müasir texnikanın (qazıma qalxanları) və süxurları qazan və tunelin astar konstruksiyasını quraşdıran mexanizmlərin texniki imkanları ilə uzlaşdırılmalıdır.

Astar konstruksiyasız tunellər

7.10. Su ilə yuyulmayan, çox az çatlı qaya qruntlardan (çatları dolduran material da daxil olmaqla) və ya temperatur rejimi dəyişdikdə dayanıqlığını itirməyən donmuş qaya qruntlardan keçən təzyiqsiz tunellər, o cümlədən yerləşmə dərinliyi suyun təzyiqinin (metrlə) yarısından az olmayan təzyiqli tunellər astar konstruksiyası olmadan layihələndirilməlidir.

Müvafiq əsaslandırma olduqda, astar konstruksiyası olmayan təzyiqli tunellərin yerləşmə dərinliyini suyun təzyiqindən az qəbul etməyə yol verilir.

7.11. Suyun axın sürəti 10 m/san-dən çox olduqda tunellərin astar konstruksiyasız layihələndirilməsi əsaslandırılmalıdır.

7.12. Üzlənməmiş (təzyiqli və ya təzyiqsiz) tunellərin başlanğıc və son hissələrində qazmanın diametrinə (eninə) bərabər, lakin 6 m-dən az olmayan uzunluqda astar konstruksiyası nəzərdə tutulmalıdır.

7.13. Su ilə təmin edən astar konstruksiyasız tunellərdə (və ya onların müəyyən hissələrində) qaya massivinın ayrı-ayrı bloklarının və ya sahələrinin dayanıqlığının pozula biləcəyi yerlər mövcuddursa, bu blokların (qaya massivi sahələrinin) sement məhlullu ankerlərlə və püskürdülən betonla bərkidilməsi işləri nəzərdə tutulmalıdır. Tunelin novunda dayanıqlığını itirmiş süxur parçalarını tutub saxlamaq üçün xüsusi qurğular nəzərdə tutulmalıdır.

7.14. Tunelləri astar konstruksiyasız layihələndirdikdə tunelin daxili səthinin minimal kələ-kötürlüyünü təmin edən texnologiyalar nəzərdə tutulmalıdır.

Tunellərin astar konstruksiyaları

7.15. Hamarlayıcı astar konstruksiyaları monolit betondan və ya püskürdülən betondan nəzərdə tutulmalıdır.

Tuneldə suyun sürəti 10 m/san-dən çox olmadıqda, tunelin tağ-tavan və divarlarının hamarlayıcı astar konstruksiyalarını püskürdülən betondan hazırlamağa yol verilir. 10 m/san-dən çox sürətlərdə betonun istifadəsi əsaslandırılmalıdır. Yeraltı suların səviyyəsindən 10 m-dən çox dərinlikdə yerləşən sahələr üçün hamarlayıcı astar konstruksiyalarının hazırlanmasında püskürdülən betondan istifadəyə yol verilmir.

Hamarlayıcı astar konstruksiyaları tətbiq edilərkən tunelin novu betondan nəzərdə tutulmalıdır.

Təzyiqli tunellərdə hamarlayıcı astar konstruksiyaları suyun daxili təzyiqinin yarısından az olmayan dərinlikdə yerləşən tuneldə tətbiq olunmalıdır.

7.16. Təzyiqli və təzyiqsiz tunellərin yükdaşıyan astar konstruksiyalarının əsas növləri və onların tətbiq sahəsi cədvəl 2-də verilənlərə uyğun olmalıdır.

Qazma-keçid qalxanlarının istifadəsi ilə tunel qazıldıqda preslənmiş monolit betondan hazırlanmış və yeni növ yığma dairəvi astar konstruksiyalarından istifadə etməyə yol verilir. Bu konstruksiyalar tətbiq edildikdə, daxildə əlavə astar konstruksiyasının quraşdırılmasına ehtiyac qalmır (seqlərləri bir-birinə kilitlənən dəmir-beton, konusvari birləşdirici başlıqları olan dəmir-beton, qabaqcadan gərginləşdirilmiş dəmir-beton, şan quruluşlu dəmir-beton, polad-beton və polad dəmir-beton bloklardan astar konstruksiyaları). Belə astar konstruksiyalarının istifadəsi hesablama ilə əsaslandırılmalıdır.

Yerləşmə dərinliyi daxili su təzyiqinin yarısından az olmayan tunellər üçün ankerli püskürdülən betondan astar konstruksiyasının istifadəsinə yol verilir. Orta və yüksək dərəcədə çatlaqlı qruntlarda püskürdülən beton vurulan səthə qabaqcadan metal tor bərkidilməlidir.

Püskürdülən betonun qrunla ilişməsi ən azı 0,5 MPa olmalıdır. Müvafiq eksperimental əsaslandırma olduqda, daha az ilişmə ilə püskürdülən betondan hazırlanmış astar konstruksiyalarının istifadəsinə yol verilir.

Püskürdülən betondan astar konstruksiyası qrun sularının təsirinə məruz qaldıqda və ya qrun sementləşdirildikdə astar konstruksiyasının qrunla ilişməsi qrun suları təzyiqinin iki misindən az olmamalıdır.

Bərklik əmsalı f 4-dən 8-ə qədər olan qruntlarda daxili dəmir-beton qabıq və xarici yığma dəmir-beton halqadan ibarət kombinəli astar konstruksiyası üçün dəmir-beton qabıq əvəzinə dəmirtorkretin istifadəsinə yol verilir.

7.17. Tunellərin yükdaşıyan astar konstruksiyaları çatadavamsız (çatların açılma eninə görə hesablanan) və çatadavamlı (çatların əmələ gəlməsi yol verilmir) layihələndirilməlidir.

Tunellərin beton və dəmir-beton astar konstruksiyaları çatadavamsız kimi nəzərdə tutulmalıdır.

Hidrogen sulfidin ayrıldığı ərazilərdə və suffoziyaya, həmçinin bərk hissəciklərinin həll edilib, yuyulub çıxarılmaya məruz qaldığı qruntlarda inşa edilən, həmçinin tuneldəki suyun hidrokarbonat qələviliyi 0,25 mq-ekv/l-dən az olduğu, habelə suyun filtrasiyasının astar konstruksiyasının uzunömürlülüüyünün azalmasına və qrun massivinin dayanıqlığının itirilməsinə səbəb ola biləcəyi tunellərin astar konstruksiyaları çatadavamlı olmalıdır.

7.18. Beton və ya dəmir-beton yükdaşıyan astar konstruksiyasının qalınlığı tunelin en kəsiyi dairəvi formada olduqda, en kəsinin daxili radiusu r_i -nin 0,15-dən çox, en kəsik dairəvi olmadıqda isə kəsinin eninin yarısı b -nin 0,15-indən çox olmamalıdır.

Çatadavamlılıq şərtlərinə görə təzyiqli tunellərin astar konstruksiyasının qalınlığının artırılması tələb olunursa, astar konstruksiyası materialı kimi elastiklik modulu ağır betonlardan daha az olan bir materialdan istifadə edilməsi, qruntları sementləmə ilə gücləndirərək onların deformasiya xassələrinin yaxşılaşdırılması, habelə tuneldə gərginləşdirici sement əsaslı qabaqcadan gərginləşdirilmiş dəmir-beton astar konstruksiyasının tətbiqi imkanlarını nəzərdən keçirmək lazımdır. Bu halda, qruntları sementləmə ilə gücləndirmə vasitəsilə onların deformasiya xassələrinin yaxşılaşdırılması barədə qərar sınaq üçün seçilmiş sahədə sementləmə aparıldıqdan sonra müxtəlif variantların texniki-iqtisadi müqayisəsi əsasında qəbul edilməlidir.

Astar konstruksiyası	Qruntun bərklik f və xüsusi dəf etmə K_0 , N/sm ³ (kqq/sm ³) əmsalları								
	$f > 8$; $K_0 > 5000$ (500)			f 4 dən 8-ə qədər; $K_0 = 2000-5000$ (200-500)			$f < 4$; $K_0 < 2000$ (200)		
	Suyun təzyiqi, m-lə								
	30*-dan az	30-dan 100-ə qədər	100-dən çox	30*-dan az	30-dan 100-ə qədər	100-dən çox	30*-dan az	30-dan 100-ə qədər	100-dən çox
Monolit: - betondan; - preslənmiş betondan; - püskürdülən betondan ankerlərlə; - dəmir-betondan.	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	-	-	-	+	-	-	+	-	-
	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	-	-	+	-	+	+	+	+	+
Kombinəli: - daxili dəmirtorkret qabıq, xarici monolit beton; - daxili polad qabıq, xarici monolit beton və ya dəmir- beton; - daxili dəmir-beton qabıq, xarici yığma dəmir-beton halqa.	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-	+	+	-

* O cümlədən təzyiqsiz tunellər

Qeyd:

1. "+" işarəsi tətbiqinin mümkünlüyünü, "-" işarəsi isə tətbiqinə yol verilmədiyini göstərir.

2. Cədvəldə verilməyən növ astar konstruksiyalarının tətbiqinə müvafiq əsaslandırma ilə yol verilir.

7.19. Hidrotexniki tunellərin astar konstruksiyasının minimum qalınlığı aşağıdakılardan az olmamalıdır, sm:

- monolit beton və dəmir-beton üçün – 20;
 - kombinə olunmuş astar konstruksiyası daxili monolit dəmir-beton qabıq üçün – 10;
 - yığma dəmir-beton üçün – 10.
- püskürdülən betondan:
- yükdaşıyan – 10;
 - hamarlayıcı – 5;
 - dəmirtorkretdən – 5.

7.20. Təzyiqli tunellərin çatadavamsız dəmir-beton astar konstruksiyasının armaturlanma faizi çatların açılmasının məhdudlaşdırılması şərtindən (cədvəl 7) və filtrasiya itkiləri əsasında təyin edilməli, lakin 0,5%-dən az qəbul edilməməlidir.

Bərklik əmsalı $f < 4$ olan qruntlarda tikilən təzyiqli tunellərin çatadavamlı astar konstruksiyaları üçün minimal armaturlanma 0,3%, bərklik əmsalı $f \geq 4$ olan qruntlarda isə 0,15% qəbul edilməlidir.

Dəmərtorkret qabıqların minimal armaturlanması 1%-dən az olmamalıdır.

7.21. Təzyiqli tunellərin dəmir-beton astar konstruksiyalarında armaturun iki cərgəli düzülüşündə hesablama armaturunun əsas hissəsi (60-70%) astar konstruksiyasının daxili səthinə yaxın yerləşdirilməlidir.

Möhkəm bircins qruntlarda, eləcə də metal tağlardan müvəqqəti bərkidici istifadə edildikdə, astar konstruksiyasının daxili səthinə yaxın yerləşən bir cərgəli armaturun quraşdırılmasına yol verilir.

Boyuna paylayıcı armatur işçi armaturun daxili tərəfində addımlar arası məsafə 25 sm-dən çox olmamaqla yerləşdirilməlidir.

Qeyri-bircins qruntlarda, karst boşluqları, qrunnt massivinin tektonik və digər pozulmalarında, açılışı yol veriləndən artıq olan çatların əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün konstruktiv tədbirlər görülməlidir.

Təzyiqsiz tunellərin dəmir-beton astar konstruksiyalarında armaturun yerləşdirilməsi birinci qrup həddi hallara görə hesablama əsasında müəyyən edilir.

7.22. Monolit dəmir-beton astar konstruksiyalarının işçi armaturları üçün mühafizə qatının qalınlığı aşağıdakılardan az olmamalıdır:

30 mm, astar konstruksiyasının qalınlığı 30 sm-ə qədər;

40 mm, astar konstruksiyasının qalınlığı 50 sm-ə qədər;

50 mm, astar konstruksiyasının qalınlığı 50 sm-dən çox olduqda.

Aqressiv su mühitində mühafizə qatının qalınlığını 10 mm artırmaq lazımdır.

Paylayıcı armaturlar üçün mühafizə qatının minimal qalınlığını işçi armaturlarla müqayisədə 10 mm az qəbul etməyə yol verilir.

Astar konstruksiyasının yığma elementləri üçün mühafizə qatının qalınlığının, monolit astar konstruksiyaları üçün müəyyən olunmuş qalınlıqla müqayisədə 10 mm azaldılmasına yol verilir.

Tunelin novunun və divarlarının mühafizə qatının qalınlığı onların süxur yığınları ilə sürtünməsi nəzərə alınmaqla təyin edilməlidir, lakin 50 mm-dən az olmamalıdır.

7.23. Təzyiqli tunellərin şaxələndiyi sahələrdə və onların su elektrik stansiyaları, hidroakkumulyator elektrik stansiyaları və nasos stansiyalarının binaları, sürgü kameraları və digər analogi qurğularla qovuşduğu yerlərdə polad üzlük istifadə edilməlidir.

Daxili polad qabıqlı kombinə olunmuş astar konstruksiyasının sahələrinin uzunluğunu (sərhədlərini) aşağıdakı meyarlara əsasən təyin etmək lazımdır:

- tunelin yerləşdiyi qrunnt massivinin yükdaşıma qabiliyyəti;
- tuneldən yanaşı "quru" yeraltı qurğulara və ya yer səthi istiqamətində filtrasiya yolunun uzunluğuna və ölçüsünə əsasən;
- kavitasiya təsirlərindən müdafiə şərtlərinə əsasən.

Halqa şəkilli boşluğun ölçüləri-polad konstruksiyanın qabaritləri ilə qazma (müvəqqəti bərkidici) arasında boşluq-tikinti işləri zamanı təhlükəsizlik texnikasının tələbləri nəzərə alınmaqla minimal qəbul edilməlidir.

İkitərəfli montaj və qaynaq işlərində halqa şəkilli boşluqda işçilər üçün başdan-başa keçid nəzərdə tutulmalıdır.

Təzyiqsiz axın rejimi olduqda kameranın polad üzlüyünün sonunda sürgünün arxasında hava ötürülən aeratorun quraşdırılmasının məqsədəuyğunluğu nəzərdən keçirilməlidir.

7.24. Deformasiya tikişləri kameralara bitişik yerlərdə və astar konstruksiyası elementlərinin yeri dəyişə bilən tunel sahələrində yerləşdirilməlidir.

7.25. Təzyiqli tunellərin astar konstruksiyalarının tikinti və deformasiya tikişlərinin sukeçirməzliyini təmin etmək üçün tikişlərdə diafraqmaların, işgillərin və ya digər sukeçirməyən kipləşdiricilərin quraşdırılması nəzərdə tutulmalıdır.

7.26. Püskürdülən betondan və ya preslənmiş betondan astar konstruksiyaları olan tunellər, o cümlədən tökmə betondan astar konstruksiyasına malik maili (üfüq xətti ilə 30°-dən artıq bucağa malik) və şaquli suaparanlar istisna olmaqla, bütün hallarda astar konstruksiyalı tunellərdə doldurucu sementlənmə nəzərdə tutulmalıdır.

7.27. Çatlamış qruntlarda yerləşən təzyiqli tunellərin astar konstruksiyası layihələndirilərkən, bərkidici və filtrasiya əleyhinə sementləmə nəzərdə tutulmalıdır.

7.28. Yeraltı suların təzyiqini qəbul edən astar konstruksiyasının iş şəraitinin yaxşılaşdırılması üçün drenaj qurğularının tətbiqinin və astar konstruksiyasının qrunta ankerlənməsinin məqsədəuyğunluğu nəzərdən keçirilməlidir.

8. Hidrotexniki tunellərin mexaniki avadanlıqları

Ümumi konstruktiv tələblər

8.1. Mexaniki avadanlıqların hər növünün ayrı-ayrı elementlərdən quraşdırılma (tərtibi) və konstruktiv xüsusiyyətləri aşağıdakılar nəzərə alınmaqla işlənilməlidir:

- normal və qəza istismar şəraitlərində avadanlıqların etibarlı işinin təmini;
- avadanlığın istismar xidmətinin rahatlığı, əlçatanlığı və təhlükəsizliyi, təmir işlərinin, montaj, demontaj və nəql olunmanın mexanikləşdirilməsi;
- sürgü elementlərinin, sürgü kameralarının və hava kəmərlərinin buz bağlamasının qarşısının alınması;
- sanitariya və ekoloji tələblərə riayət olunması;
- yanğın təhlükəsizliyinin təmin olunması.

8.2. Hidrotexniki tunellərin giriş və çıxış hissələrini layihələndirdikdə axın yolunun boşaldılmasını, onlara texniki baxış, təmirini və ya yenidənqurulmasını təmin edən qurğular və ya tədbirlər nəzərdə tutulmalıdır.

8.3. Mexaniki avadanlığın tərkibi, parametrləri, istismar şərtləri və rejimi tunelin daimi istismarı dövrü üçün onun quraşdırma mərhələləri, tikinti müddəti və obyektin müvəqqəti istismarı nəzərə alınmaqla işlənilməlidir.

8.4. Sürgülərin fərdi intiqallarının mexanizmləri, hidravlik intiqalların yağnasos qurğuları və idarə etmə avadanlığı çadırlar və ya stasionar binalarla atmosfer çöküntülərindən mühafizə olunmalıdır.

8.5. Sərt iqlimi olan ərazilərdə fərdi intiqallı sürgülərə qapalı şəraitdə qulluq olunmalıdır. Yağnasos qurğuları, idarəetmə və nəzarət avadanlıqları isidilən havalandırılan otaqlarda yerləşdirilməlidir.

8.6. Əsas və qəza-təmir sürgülərinin qaldırıcı mexanizmlərinin elektrik təchizatı hər biri müstəqil mənbədən enerji alan iki paylayıcı qurğudan, eləcə də hidrotexniki qurğuda və ya enerji sistemində fəvqəladə hallar (qəza) zamanı mümkün zədələnmə zonasından kənarda yerləşən avtonom mənbədən təmin edilməlidir.

8.7. Kəsilmiş enerji təchizatı bərpa edildikdən və ya idarəetmə sisteminin elementinin işində dayanmalardan sonra, idarəetmə sistemi mexanizmin özbaşına işə düşmək imkanını istisna etməlidir.

8.8. Bütün yükqaldırma mexanizmlərində qaldırılan yükün çəkisinə nəzarət üçün vasitələr olmalıdır və müəyyən olunmuş yükqaldırma həddi keçilərsə, mexanizmlərin işi bloklanmalı, işıq və səs siqnalları qoşulmalıdır. Mexanizmin təkrar qoşulması, onun idarəetmə sisteminə işçi heyət tərəfindən yalnız bloklanma açıldıqdan (qaldırma qadağası aradan qalxdıqda) sonra yerinə yetirilməlidir.

8.9. Mexaniki avadanlıq layihələndirilərkən analoji təbii iqlim şəraitində mövcud su qovşaqlarının analoji qurğu və avadanlıqlarının istismarı təcrübəsi nəzərə alınmalıdır.

Sürgülər

8.10. Tunellərin giriş portallarında əsas sürgülərin növü (yastı (müstəvi), segmentli və s.), onların sayı və parametrləri buraxılan suyun təzyiqindən və həcmindən asılı olaraq müəyyən edilməlidir.

8.11. Əsas sürgülər maksimal təzyiqdə qaldırmaya və enməyə hesablanmalıdır.

8.12. Hər qəza-təmir sürgüsü üçün onların qəza vəziyyətlərində yerinə yetirdiyi funksiyalarına tələblər dəqiq təyin olunmalıdır.

8.13. Tunellərin, əsas və qəza-təmir sürgülərinin təmirini təmin etmək üçün, təmir sürgüləri əsas və ya qəza-təmir sürgülərindən əvvəl yerləşdirilməlidir.

8.14. Təmir sürgüləri kimi müstəvi sürüşən sürgülər tətbiq olunmalıdır. Onların qaldırılması və endirilməsi eyniləşdirilmiş səviyyələrdə yerinə yetirilməlidir.

Tunellərin sürgü kameraları

8.15. Hidrotexniki tunellərin sürgü kameraları təmin etməlidir:

- sürgü tam açıq olduqda buraxıcılıq qabiliyyətini;
- kamera elementlərinin və sürgülərin kavitasiya əleyhinə dayanıqlılığını;
- kameranın konstruktiv elementlərinin və sürgülərin axının kəskin deformasiyasında yaranan yüksəlmiş hidrodinamiki yükləri uzun müddət qəbul etmək qabiliyyətini;
- sürgü konstruksiyasının hidravlik zərbədən, dağılmadan yaranmış dalğalardan və palçıq-daş axınlarının mümkün zərbəsindən qüvvələri qəbul etmək qabiliyyətini;
- tunelin aşağıda yerləşən hissəsində axının əlverişli rejimini.

8.16. Kameranın əsas sürgülərdən yuxarıda yerləşən üst hissəsi, axırncıların bütün açılımlarında, axının təzyiqli rejimi şəraitində işləməlidir. Bu tələb kameranın yuxarı axarlı hissəsində en kəsiyin daralması (konfuzorluğu-kanalın daralan kəsikdə sürət və təzyiqin dəyişkənliyi) ilə təmin edilir.

8.17. Süxur yığınlarını nəql edən və planda döngələri olan sutullayıcı tunellərdə sürgü kameraları tunelin trasının düzxətli hissələrində yerləşdirilməlidir. Sürgü kamerasının qarşısındakı tunelin ən yaxın döngəsi, axındakı eninə sirkulyasiyanın sönməsini, süxur yığınlarının aşırımlar boyu və sürgü kamerasının hər bir aşırımının daxilində bərabər paylanmasını təmin edəcək məsafə qədər sürgü kamerasından aralı layihələndirilməlidir.

8.18. Sürgü kameralarının konstruksiyalarında polad üzlüklərdən istifadə olunduqda ən azı bərkitmə sahələrində üzlüyün betonla birgə işini təmin edəcək şəkildə polad vərəqlər möhkəm və sərt olaraq konstruksiyaya bərkidilməlidir.

8.19. Kifayət qədər yükdaşıma qabiliyyətinə malik qrunut massivində yerləşən sürgü kameralarının təzyiqsiz aşağı və bitişik sahələrində qrunta ankerlənmiş astar konstruksiyasının məqsədəuyğunluğu nəzərdən keçirilməlidir.

9. Drenaj və hidrotexniki tunellərin sementlə bərkidilməsi

Ümumi konstruktiv tələblər

9.1. Kifayət qədər möhkəmliyə malik olmayan və (və ya) əhəmiyyətli sudoyması və mürəkkəb rejimli yeraltı suları ilə xarakterizə olunan, həmçinin tuneldən suyun filtrlənməsindən (süzülməsindən) qruntların nəmlənməsi ilə onların möhkəmliyinin itməsinə gətirən süxurlardan keçən hidrotexniki tunellərin layihələndirilməsində drenajların qurulması və qrunutun sementlənməsi nəzərdə tutulmalıdır.

9.2. Drenajların və sementlənmənin layihə sənədlərində göstərilməlidir:

- işlərin istehsalına tələblər;
- konstruksiya elementlərinin ölçülərindən yol verilən kənara çıxmalar və xətlər;
- işlərin tələb olunan keyfiyyətinə təminat verən xüsusi tədbirlər;
- görülən işlərin keyfiyyətinə nəzarət üsulları (sıxılmış hava və təzyiqli su vurulması, hermetikliyinin yoxlanılması).

9.3. Drenajın, filtrasiya əleyhinə sementlənmə, onların əlaqələndirilməsi və ya qrunut sularının tam hidrostatik təzyiqini qəbul edən astar konstruksiyalarının tətbiqi texniki-iqtisadi variantların müqayisəsilə təyin olunur.

Drenaj

9.4. Hidrotexniki tunellərdə drenaj tətbiq olunur:

- astar konstruksiyalara qrunut sularının təzyiqinin azaldılması (tam və ya qismən);
- astar konstruksiyasından filtrlənən suyun sərfinin və təzyiq qradientinin azalması ilə qurğunun uzunömürlüliyünün artırılması;
- təzyiqli tunellərin boşaldılmasında metal üzlüyün dayanıqlılığını itirməsindən qorunmasında;
- su ilə zəngin süxurlarda yeraltı tikinti işlərinin yerinə yetirilməsinin asanlaşdırılmasında.

Təbii şəraitdə qrunut suları olmadıqda, lakin istismar müddətində tuneldən suyun filtrasiyası ilə əlaqədar süxurların şişməsi nəticəsində onların möhkəmliyini itirməsi, süxur hissəciklərinin həll edilib yuyulması və ya sürüşən yamacın dayanıqlılığını itirməsi təhlükəsi olduqda, drenajlar tətbiq edilməlidir.

9.5. Hidrotexniki tunellərdə tətbiq olunan drenaj sisteminin növünün seçilməsi aşağıdakılardan asılıdır (cədvəl 3):

- geoloji və hidrogeoloji şəraitlərdən;
- qrunut və səth sularının hərəkətlərindən və meteoroloji amillərdən süxurda yaranan fiziki-kimyəvi proseslərdən;
- tunelin astar konstruksiyasının konstruksiya və materialından, onun işləmə şəraitindən;
- tikintinin şəraitindən, tunnel və drenajın istismarından.

9.6. Təzyiqli hidrotexniki tunnelin normal işində astar konstruksiyalarının qrunut sularının təzyiqindən əks yüklənməsi tələb olunmursa, lakin tunnelin boşaldılmasında drenajla əks yüklənmə vacibdirsə, aşağıdakı növlərdə yerinə yetirilən tənzimlənən drenaj tətbiq olunmalıdır:

- kollektor borularında istismarın istənilən dövründə nəzarət və ya texniki baxış üçün əlçatan yerlərdə quraşdırılan sürgülər;

- qrunut sularının təzyiqi altında açılan avtomatik əks klapanlar.

Drenajların sürgülərinin vaxtlı-vaxtında açılması və bağlanması etibarlılığını artırmaq üçün hidrotexniki tunelin sürgülərinin işi ilə elektromexaniki idarəetməni birləşdirərək onların idarə olunmasını avtomatlaşdırmaq məqsəduyğundur.

9.7. Drenajların texniki baxışı və təmiri üçün (məsələn, filtrlərin dəyişdirilməsi) mümkün olan yerlərdə baxış quyularının, ləpirlərin, lyukların və başqalarının nəzərdə tutulması və ya drenajların keçidli edilməsi zəruridir.

9.8. Drenajları elə layihələndirmək lazımdır ki, onlarda və suaparıcı qurğularda suyun donma mümkünlüyü aradan qaldırılsın.

9.9. Hidrotexniki tunellərin drenaj konstruksiyalarının qurulmasının əsaslandırılması, layihələndirilməsi və tikilmə texnologiyasının işlənməsi STN 045-ə uyğun aparılmalıdır.

9.10. Drenajlara filtrlənən suyu aşağıdakı kimi kənarlaşdırmaq olar:

- suaparan tunelin daxilinə;
- yer səthinə öz axınla;
- aşağıda yerləşən sukeçirən su saxlayan təbəqələrə;
- nasosla çəkməklə.

Cədvəl 3

Hidrotexniki tunellərin drenaj sistemlərinin növləri	Tətbiq sahəsi	Layihələndirmədə əsas tələblər
Drenaj tunelləri: - birsıralı; - çoxyaruslu.	Bircins süxurlarda: Sukeçirən və sukeçirməyən süxurların laylanmasında (bir neçə susaxlayan üfüqlər olduqda).	1. Drenaj tunellərinin ölçüləri onlardan keçən suyun sərfi, tikinti və istismar şərtləri ilə təyin olunur. 2. Yerli şəraitdən asılı olaraq planda yerinə yetirilir: - düzxətli və əyrixətli (poliqonal); - qapalı və qapalı olmayan (açıq); - kəsilməz və məntəqələrlə. 3. Qrunut sularının axınının yuxarı hissəsində yerləşdirilir ki, onun tamamilə qarşısı alınsın. 4. Nov hissəsində drenaj sularının tam axınını təmin edən su ötürücü xəndək qurmaq lazımdır. 5. Dibin mailliyi aşağıdakı şərtlərdən təyin olunmalıdır: - su ötürücü xəndəklərin yuyulma və lilləşməsinə yol verməməsi; - tunelin çəkilməsi və istismarı üzrə işlərinin yerinə yetirilməsinin rahatlığı. 6. Qazmanın bərkidilməsi astar konstruksiyasının yaxşı sukeçiriciliyinin zəruri olması nəzərə alınaraq süxurun möhkəmliyi əsasında təyin edilir. Drenaj tunellərinin bərk və dayanıqlı süxurlarda bərkidilməmiş saxlanılmasına yol verilir.

		7. Uzunluq 200 m-dən çox olduqda şahmat qaydasında hər 100 m-dən bir, altlıqdan 0,5 m yuxarıda sığınacaq-divar oyuğu nəzərdə tutulmalıdır.
Quyu drenajı: - şaquli qalxan quyular; - şaquli aşağı enən quyular; - üfüqi və az mailli quyular; - şüavari (üfüqi, şaquli və maili quyular).	Bir neçə susaxlayan üfüqlərin olması: 1. Bir neçə susaxlayan üfüqlərin olması; 2. Hidrotexniki tunelin altında yaxşı sukeçirən və qrun sularının təzyiqi az olan layların yerləşməsi: drenlənən massivi və aşağıdakı sukeçirən layı kəsən, qrun sularının sərbəst (pyezometrik) səthini azaldan quyular sistemi. Sərt maillikli layları olan qatlı süxurlar, drenlər laylara nəzərən normal yerləşdikdə maksimal effekt əldə olunur. Su ilə doymuş süxurların böyük həcmində.	1. Qyunun ağız hissəsi texniki baxışlar, montaj-demontaj işləri, debit və təzyiqin ölçülməsi üçün ölçətan olmalıdır. 2. Maili və ya şaquli aşağı istiqamətlənmiş qyunun ağız hissəsi səth sularının və kənar əşyaların düşməsindən etibarlı qorunmalıdır. 3. Qyunun uzunluğu 100 m-ə qədər, diametri isə 50-150 mm hüdudlarında qəbul edilməlidir. 4. Zəif süxurlardan keçən işlək olmayan quyular ətraflarından borularla bərkidilməlidir (paslanmayan poladdan, çuqundan, asbest-sementdən, plasmastdan). 5. Şüavari quyular topa şəklində və ya yelpikvari olmaqla xüsusi oyuqdan, kameralardan və şaxtalardan və ya bilavasitə tunellərin qazmasından qazılır.
Şpur drenajı	Qrun sularının təzyiqindən tunelin astar konstruksiyasının əks yüklənməsi üçün	1. Diametri 50-100 mm və uzunluğu bir neçə metr olan şpurlar sistemi şəklində yerinə yetirilir. 2. Süxurlarda çatlar müntəzəm paylandıqda şpurlar astar konstruksiyasının səthinə normal qazılırlar. 3. Qeyri-müntəzəm paylanmış çatlı (laylı) və anizotrop filtrasiya xassəli süxurlarda şpurlar bu xüsusiyyətlər nəzərə alınmaqla yönəldilməlidirlər.
Borulu drenaj (boyuna, eninə, kombinə edilmiş)	1. Beton (dəmir-beton) astar konstruksiyalarının süxurla və ya metal üzlük ilə kontaktı. 2. Beton (dəmir-beton) astar konstruksiyaların daxilində.	Aşağıdakı şəkildə yerinə yetirilir: şüşə parça sarğılı perforasiya edilmiş və ya betonda deşilmiş quyuların astar konstruksiyasında qalan məsaməli materialdan hazırlanmış boruların çıxarıla bilən boşluq formalaşdırıcıları vasitəsi ilə yaradılan silindrik boşluqlar.
Lentvari drenaj (boyuna, eninə)	Təzyiqsiz tunellər	1. Süxur və astar konstruksiyasının təmasında filtrləyən materiallarla (qum, çınqıl, qırma daş, şüşə pambıq, şlak-pambıq, boşluqlu beton (yığma və ya monolit)) doldurulmuş boşluqlar şəklində yerinə yetirilir. Boşluqlu beton üçün yapışdırıcı (sement, bitum, polimer qətran) qrun sularının kimyəvi tərkibindən asılı təyin olunur.

		2. Suxurlarda xüsusi oymalarda (ştrablarda qazıqlarda, qanovlarda, xəndəklərdə) və ya tunelin astar konstruksiyasının kəsiyi hüdudlarında yerləşdirilir 3. Qaya yanı lentvari drenlər şlak-pambıq xalça tipli material ilə örtülən rezin lent və ya elastik plastmas perforasiya edilmiş boru (drenlərin kəskin dönmələri və əyilmələri olan yerlərdə -qafrirli borular) ilə yerinə yetirilir və xüsusi ankerlənmiş torla qayaya sıxılır. Şlak-pambıq xalçanı beton məhlulunun (püskürdülən beton) mexaniki təsirlərindən qorumaq üçün onu xlorvinil örtüklə örtmək lazımdır.
Bütöv drenaj	Orta sukeçiriciliklə xarakterizə olunan dayanıqlı süxurlar	Aşağıdakı kimi yerinə yetirilir: - süxur ilə astar konstruksiyasının kontaktı üzrə yerləşən filtrləyən materiallardan təbəqə (qum, çınqıl, qırmadaş, boşluqlu beton, şlak-pambıq, şüşəpambıq); - süxurla yükdaşımayan (dekorativ) üzləmə arasındakı boşluqlar; - üzlənməmiş açıq süxur səthi kimi.
Tunelin astar konstruksiyasında təzyiq azaldan dəliklərlə (qısa şpur) yerinə yetirilən drenaj	1. Tunellərin istismarı dövründə aşkar edilən nəm ləkələr və sızmalar olan yerlərdən qrunt sularının kənarlaşdırılmasının təşkili, onların astar konstruksiyalarına təzyiqinin azaldılması. 2. Təzyiqli tunellər boşaldılarkən metal üzlüklərin təzyiqdən azad edilməsi üçün 3. Sukeçiriciliyi az olan qaya süxurlarında	Astar konstruksiyasında dəşilən və süxurun içərisinə 50-60 sm qədər girən dəlik kimi yerinə yetirilir. Metal üzlük olduqda, təzyiqi azaldan dəliklər astar konstruksiyaların betonunda kiçik dərinliklərdə burğu ilə dələnir və üzlüyün qalınlığı hüdudlarında qaynaq edilir.
Kombinə olunmuş drenajlar	Tunelin trasında müxtəlif tipli drenaj sistemlərinin (bax. 9.5) tətbiqi şərtləri fərqli olduqda	Geoloji, hidrogeoloji şəraitlərdən, həmçinin tunelin konstruktiv xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, onun müxtəlif sahələrində drenaj sisteminin müvafiq növləri tətbiq olunur.

9.11. Drenaj sularının hidrotexniki tunelin daxilinə buraxılması aşağıdakı şərtlərə riayət edilməklə yol veriləndir:

- tuneldə daxili təzyiq qrunt sularının minimal təzyiqini aşmırsa;
- tunel ilə nəql edilən suyun süxurların hissəciklərinin həll edilməsilə yaranan zərərli maddələrlə çirklənmə təhlükəsi olmadıqda;
- tuneldə suyun sürəti və suburaxıcı qurğuların konstruksiyası kavitasianın yaranma mümkünlüyünü aradan qaldırdıqda;
- drenajlara axının pulsasiya təzyiqinin ötürülməsi onlar üçün təhlükə yaratmadıqda;
- tuneldə suyun donması drenajın işinin pozulmasına səbəb olmadıqda.

9.12. Yer səthinə suyun ötürülməsi, drenlənən qurğunun əhatəsində qrunut sularının qidalanması mümkün olmayan ərazilərdə yerinə yetirilməlidir .

Tikinti müddətində qurulan köməkçi qazmalar olduqda, onlardan qrunut sularının ötürülməsi mümkünlüyünə baxmaq lazımdır.

9.13. Drenaj suyunun süxurun aşağıda yerləşən laylarına axıdılması, onların kifayət qədər su udma qabiliyyəti olduqda və layın əlavə dolması mənfi nəticələrə səbəb olmadıqda (məsələn, yeraltı suların çirklənməsi, zamanla yeraltı suların dafiələnməsinin əmələ gəlməsi) yol verilir.

9.14. Drenaj sularının nasoslarla çəkilməsinə suyun sərbəst axınlı ötürülməsi və ya aşağıda yerləşən laylara buraxılması mümkün olmadıqda yol verilir.

9.15. Drenaj və suaxıdıcı qazmaların boyuna profili elə hesablama ilə təyin olunmalıdır ki, onlarda su öz axını ilə relyefin aşağı yerlərinə hərəkət etsin.

9.16. Suaxıdıcı (drenaj) tunellərinin portalarında darvazaları (qapıları) olan çəpərlənmə və (zəruri hallarda) tunellərin istismarı, natura müşahidələrinin aparılması məqsədilə istifadə edilən avadanlıqların saxlanması üçün otaqlar nəzərdə tutulmalıdır.

Hidrotexniki tunellərdə sementlənmə

9.17. Hidrotexniki tunellərdə sementlənmə aşağıdakı məqsədlərlə aparılır:

- verilmiş inyeksiya dərinliyi zonasında tunel ətrafındakı süxurların filtrasiya əleyhinə sıxlaşdırılması (filtrasiya əleyhinə sementləşdirilmə);

- tunelin astar konstruksiyasına yeraltı suların hidrostatik təzyiqinin azaldılması və astar konstruksiyasından tuneli əhatə edən süxura suyun filtrasiya itkisinin azaldılması;

- yüksək təzyiqli inyeksiya yolu ilə tunel ətrafında müəyyən zonada süxurun qabaqcadan sıxılmasının yaradılması;

- süxurların daxilində həll olunan minerallar (gips, anhidrit, daş duz və s.) və ya həll edilməyə məruz qalan, əhəng daşı, arqillitlər, şist kimi süxurlar mövcud olduqda süxurların kimyəvi və mexaniki suffoziyadan qorunması;

- tunel ətrafında yerləşən filtrasiya əleyhinə pərdələrin köməyi ilə praktik olaraq qrunut sularının ona doğru hərəkət yollarının tamamilə bağlanması mümkündür.

9.18. Filtrasiya əleyhinə pərdələrin layihələndirilməsində pərdə və drenajın birlikdə təsirində depressiya səthinin ən çox aşağı düşməsi nəzərə alınmalıdır. Bu halda drenaj, mühafizə olunan tunelin yanında və ya onunla pərdə arasında yerləşdirilməlidir.

9.19. Drenaj sistemi ilə təchiz olunmuş hidrotexniki tunellərdə sementlənmə üçün quyular (əgər sementlənmə drenaj qurulduqdan sonra yerinə yetirilsə) elə hesablama ilə yerləşdirilməlidir ki, sementlənmə prosesində drenajın dolub tıxanması ehtimalı aradan qaldırılsın və ya drenajın sementlə dolmasını aradan qaldıran köməkçi mühafizə elementi nəzərdə tutulsun.

Sementlənmə prosesində, drenajın və tunelin konstruksiyası imkan verdikdə drenajın yuyulub təmizlənməsi tövsiyə olunur. Drenaj qurulduqdan sonra sementlənmə xüsusi əsaslandırmaqlarla həyata keçirilə bilər.

9.20. Tunelin təzyiq altına qoyulmasına qədər filtrasiya əleyhinə sementlənmə üzrə işlər yerinə yetirilməlidir.

9.21. Filtrasiya əleyhinə sementlənmə yerinə yetirildikdə vurulma təzyiqi sementlənmə işləri müddətində müşahidə olunan qrunut sularının təzyiqindən artıq təyin olunmalıdır.

9.22. Filtrasiya əleyhinə sementlənmə zonasında yol verilən orta təzyiq gradienti J_{bur} bu zonada təzyiq düşgüsü H -dən, onun xüsusi suuduculuğu q (və ona müvafiq filtrasiya əmsalı k)

ilə xarakterizə olunan sukeçiriciliyindən asılı olaraq cədvəl 4-də verilən göstəricilərdən çox olmamaqla qəbul olunmalıdır.

Qeyd:

1. Cədvəl 4-də verilənlər qaya süxurunda sement məhlullarına aiddir.
2. "Filtrasiya əleyhinə sementlənmə zonası" termini altında layihədə verilən sementlənmə zonası hədudlarında sementləşdirilən süxurun həcmi başa düşülür.
3. Təzyiqin orta qradienti kimi filtrasiya əleyhinə sementlənmə zonasında təzyiqin itməsinin bu zonanın qalınlığına nisbəti başa düşülür.
4. Tunel ətrafında qapalı sementlənmədə, sementlənmə zonasının daxili konturunda maksimal təzyiq qradienti $J_{\max}$ -un orta qradientdən iki dəfə çox qəbul olunmasına yol verilir. Maksimal qradient aşağıdakı düsturla təyin olunur

$$J_{\max} = \frac{\frac{H}{r}}{\ln \frac{R}{r}}, \quad (1)$$

burada r , R -sementlənmənin müvafiq olaraq daxili və xarici konturlarının radiuslarıdır.

Cədvəl 4

H , m	Xüsusi suuduculuğu q , l/dəq·m ² olan sementlənmə zonasının sıxlığı (sukeçiriciliyi) təmin olunduqda, çox olmamaqla	Filtrasiya əmsalı k , m/sut olduqda, çox olmamaqla	Yol verilən orta qradient J_{bur}
30-dan az	0,05	0,05	10
30-dan 100-ə qədər	0,03	0,03	15
100-dən çox	0,01	0,01	20

9.23. Astar konstruksiyalarının qrunut sularının aqressiv təsirindən və ya həll olunan süxurlarda filtrasiyadan mühafizəsinin tələbləri sementlənməyə dairdirsə, onda xüsusi suuduculuq 0,01 l/dəq·m²-dən çox olmamalıdır.

10. Yüklər, təsirlər və onların birləşmələri

10.1. Yüklər, təsirlər və onların birləşmələri AzDTN 2.10-3, həmçinin AzDTN 2.1-1 və AzDTN 2.3-1 tələblərinə müvafiq qəbul olunur.

10.2. Daimi yüklər və təsirlərə aiddir:

- süxurların təzyiqi;
- astar konstruksiyasının çəkisi;
- qabaqcadan gərginləşdirilmənin təsirləri.

10.3. Müvəqqəti uzunmüddətli yüklərə aiddir:

- su anbarında suyun faydalı həcm səviyyəsində tuneldə suyun daxili təzyiqi;
- yeraltı suların təzyiqi.

10.4. Qısamüddətli yüklər və təsirlərə aiddir:

- su axınının təzyiqinin pulsasiya toplananları;
- tunelin normal istismarında hidravlik zərbədən yaranan suyun daxili təzyiqi;
- temperatur iqlim təsirləri;
- sementlənmədə astar konstruksiyasına məhlulun təzyiqi;
- işlərin icrası prosesində mexanizmlərdən təzyiq.

10.5. Xüsusi yüklər və təsirlərə aiddir:

- seysmik və partlayış təsirləri;
- su anbarında daşqın həcm səviyyəsində və ya yükün tam atılmasında hidravlik zərbənin təsirindən tuneldə suyun daxili təzyiqi;
- temperaturun dəyişməsi, betonun şişməsi və yığılması, qruntların sürüklənməsi nəticəsində yaranan qüvvələr;
- sementləşdirmə zamanı polad qabığa məhlulun təzyiqi;
- yeni tökülmüş betondan polad qabığa təzyiq;
- hidravlik sınaqlarda (polad qabıqlar üçün) təzyiq.

10.6. Tunellərin astar konstruksiyalarının statik hesablamalarında yüklər və təsirlərin aşağıdakı birləşmələri qəbul olunmalıdır:

- daimi, müvəqqəti (uzunmüddətli və qısamüddətli) yüklərdən və təsirlərdən təşkil olunmuş əsas;
- daimi, müvəqqəti (uzunmüddətli, bəzi qısamüddətli) və xüsusi yüklərin və təsirlərin birindən təşkil olunmuş xüsusi.

10.7. Yüklər və təsirlər tikinti, istismar və təmir dövrlərinin hər biri üçün ayrıca olmaqla ən əlverişsiz, lakin mümkün birləşmələrdə qəbul olunmalıdır.

10.8. Tunellərin astar konstruksiyalarının möhkəmliyə və dayanıqlılığa görə hesablamalarında (birinci qrup həddi hallar) yükə görə etibarlılıq əmsalı γ_f cədvəl 5 üzrə qəbul olunmalıdır.

İkinci qrup həddi hallara görə hesablamalarda yükə görə etibarlılıq əmsalı 1-ə bərabər qəbul olunur.

10.9. Süxurların təzyiqinin, həmçinin qrunnt massivinin təbii gərginlikli halının təyini bu Normaların 10.10-10.17-ci bəndləri və analoji mühəndis-geoloji şəraitlərdə tunellərin tikintisi və istismarı təcrübəsi əsasında yerinə yetirilməlidir.

Süxurların təzyiqini geofiziki ölçmələrlə təyi olunmuş pozulmuş zona həcmində qrunnt kütləsinin göstərdiyi təzyiqə bərabər qəbul olunmasına yol verilir.

I sinif təzyiqsiz tunellər və I və II sinif təzyiqli tunellər üçün süxurların təzyiqi xarakterik mühəndis-geoloji şərtlərə malik məntəqələrdə natura tədqiqatları əsasında işçi sənədləri mərhələsində dəqiqləşdirilməlidir.

Cədvəl 5

Yüklər və təsirlər	Yükə görə etibarlılıq əmsalı γ_f
Süxurların şaquli təzyiqi: - qruntların çəkisindən tağ-tavanların formalaşmasında; - tunelin üzərindəki bütün qrunnt qatının və ya pozulmuş zonanın çəkisindən.	1,5 1,1 (0,9)
Süxurların üfüqi təzyiqi	1,2 (0,8)
Astar konstruksiyanın çəkisi	1,2 (0,9)
Suyun daxili təzyiqi (hidravlik zərbə nəzərə alınmaqla)	1,0
Təzyiq: - su axınının pulsasiyasından; - yeraltı sulardan;	1,2 1,1 (0,9)

- sementləşmə prosesində məhluldan;	1,2 (1,0)
- mexanizmlərdən.	1,2
Qeyd. Yüklərə görə etibarlılıq əmsallarının mötərizədə qeyd olunan göstəriciləri, əmsalların kiçik qiymətlərinin tətbiqi ilə tunelin astar konstruksiyasının yüklənməsinin əlverişsiz hallına gətirib çıxaran hallara aid edilir.	

10.10. Qazmanın tavanından yer səthinə qədər məsafə dağılma təğ-tavanın ikiqat hündürlüyündən çox olduqda, $f < 4$ olan qruntlarda süxurların normativ şaquli təzyiqi, dağılma təğ-tavanı ilə məhdudlaşan həcmdə qrunտ kütləsinin göstərdiyi təzyiqə bərabər qəbul olunmalıdır. Tunelin dərinliyi az olduqda süxurların təzyiqi onun üzərindəki qrunտun tam qalınlığının təzyiqinə bərabər qəbul edilir.

10.11. Süxurların normativ şaquli təzyiqi g_{qzn} , kN/m², bərklik əmsalı $f < 4$ olan qruntlarda təğ-tavan formalaşdıqda aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$g_{qzn} = \beta \rho g h_q, \quad (2)$$

burada β – qazmanın aşırımından b -dən asılı qəbul olunan əmsal bərabərdir:

$b \leq 5,5$ m olduqda 0,7;

$b \geq 7,5$ m olduqda 1;

$5,5 < b < 7,5$ m olduqda 0,7 və 1 arasında;

ρ – qrunտun sıxlığı, t/m³;

$g = 9,81 \approx 10$ m/san²;

h_q – dağılma təğ-tavanın hündürlüyü, m; aşağıdakı düsturla təyin olunur

$$h_q = \frac{b_q}{2f};$$

b_q – dağılma təğ-tavanın aşırımı, m; aşağıdakı düsturla təyin olunur

$$b_q = b + 2htg\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right);$$

h – qazmanın hündürlüyü, m;

φ – daxili sürtünmənin görünən bucağı ($\varphi = \arctg f$).

Süxurların şaquli təzyiqinin paylanması tunelin aşırımı üzrə bərabər qəbul olunur.

10.12. $f \geq 4$ olan qruntlarda süxurların normativ şaquli təzyiqi g_{qzn} , kN/m², pozulmuş zonanın həcmində natura tədqiqatlarının məlumatları ilə müəyyən olunan təzyiqinə bərabər qəbul olunmalı, onlar olmadıqda isə, aşağıdakı düsturla təyin olunmalıdır:

$$g_{qzn} = \beta \rho g h_{q1}, \quad (3)$$

burada $h_{q1} = k_a b$ – pozulmuş zonanın dərinliyi, m;

k_a – süxurun nə dərəcədə çat-çat olmasından asılı olaraq cədvəl 6 üzrə qəbul olunan əmsal.

Qruntun bərklik əmsalı f	Süxurlarda k_a əmsalı		
	çox zəif çatlı olanda ($M_j < 1,5$)	zəif çatlı olanda ($1,5 \leq M_j < 5$)	orta və çox çatlı olanda ($5 \leq M_j < 30$)
4	0,2	0,25	0,3
5-dən 8-ə qədər	0,1	0,2	0,25
10 və daha çox	0,05	0,1	0,15

Astar konstruksiyasının aşırımı boyu süxurların şaquli təzyiqinin paylanması qrunt massivinin laylanması, çatlar sistemi və digər xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla qəbul olunur.

Çox zəif çatlı qrunlarda pozulmuş zonanın dərinliyi 1,5 m-dən çox olduqda süxurların normativ şaquli təzyiqi g_{qzn} 20% azaldılmalıdır.

Kombaynli qazıb keçmədə k_a -nın qiymətini 30% azaltmağa yol verilir. k_a

10.13. Süxurların normativ üfüqi təzyiqi g_{qxn} , kN/m², təyin olunmalıdır:

$-f < 4$ olan qrunlarda tağ-tavan formalaşdıqda, aşağıdakı düsturla:

$$g_{qxn} = \rho g (h_q + 0,5h) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right); \quad (4)$$

$-f < 4$ olan qrunlarda, qazma tavanının dərinliyi dağılma tağ-tavanın ikiqat hündürlüyündən az olduqda - (4) düsturu ilə, h_q ədədi qiymətini qazmanın tavanından yer səthinə qədər məsafəyə dəyişməklə.

Süxurların üfüqi təzyiqinin paylanması astar konstruksiyasının hündürlüyü üzrə müntəzəm olmalıdır.

10.14. $f \geq 4$ olan zəif və orta çatlı qrunlarda tunelin hündürlüyü 6 m-dən az olduqda süxurların normativ üfüqi təzyiqini nəzərə almamağa yol verilir, lakin hündürlük 6 m-dən çox olduqda çatlarla kəsilmiş ayrılıqda qaya blokun həddi müvazinət şərtindən təyin olunur.

$f \geq 4$ olan çox çatlı qrunlarda süxurların normativ üfüqi təzyiqinin aşağıdakı düsturla nəzərə alınmasına yol verilir

$$g_{qxn} = 0,1 \rho g h. \quad (5)$$

10.15. Dərinə yerləşmiş qazmalarda (400 m-dən çox) süxurların təzyiqi qruntun plastiklik halı və digər xüsusi hallar nəzərə alınmaqla təyin olunmalıdır.

Zəruri məlumatlar olmadıqda, dərinə yerləşmiş qazmaların layihələndirilməsinin ilkin mərhələsində süxurların təzyiqinin, analoji mühəndis-geoloji və hidrogeoloji şəraitlərdə tunellərin tikintisi təcrübəsi əsasında təyin olunmasına yol verilir.

10.16. Dərinə, tunnel konstruksiyasına əhəmiyyətli müntəzəm təzyiq göstərən $f < 4$ olan gilli və digər zəif qrunlarda yerləşmiş qazmalarda astar konstruksiyalarına təsir edən yükü müvəqqəti bərkidilmə quraşdırılana qədər qruntun gözlənilən yerdəyişməsi və TNvəQ II-94-ün tələblərinə müvafiq bu bərkidilmənin, həmçinin astar konstruksiyasının təsirə meyilliyi nəzərə alınaraq təyin olunmalıdır.

10.17. Astar konstruksiyasının hesablanması süxurların təzyiqi istismar şəraiti (qrunt massivinin su ilə doymasından xüsusiyyətlərinin dəyişməsi) nəzərə alınmaqla qruntun xarakteristikalarına görə təyin olunmalıdır.

10.18. Sukeçirən qrunlarda yerləşən təzyiqli tunellərin astar konstruksiyalarının hesablanması suyun daxili və yeraltı suların xarici təzyiqindən yüklərin vahid birləşmədə verilməsinə yol verilmir. Müstəsna hallarda, bütün mümkün (qəza halı daxil olmaqla) istismar

şəraitlərində, astar konstruksiyasına bilavasitə suyun hərtərəfli bərabər xarici təzyiqinə zamanət olduqda, yeraltı suların yükə görə etibarlılıq əmsalı 1-ə bərabər olan xarici təzyiqinin minimal qiymətinin daxili təzyiqə vahid yük birləşməsinə daxil olmasına yol verilir.

10.19. Yeraltı suların təzyiqinin azalması məqsədi ilə nəzərdə tutulan drenaj qurğuları və sementləşmə pərdələri nəzərə alınmaqla su anbarında müəyyən olunmuş su səviyyəsində yeraltı suların təzyiqi təyin olunmalıdır.

11. Astar konstruksiyaların hesablanmasına dair əsas müddəalar

11.1. AzDTN 2.10-3-ə əsasən hidrotexniki tunellərin astar konstruksiyaları həddi hallar metodu üzrə hesablanmalıdırlar:

- yük daşıma qabiliyyəti üzrə möhkəmliyə və zəruri hallarda konstruksiya formasının dayanıqlılığının yoxlanması ilə (birinci qrup həddi hallar);

- əgər çatlara yol verilmirsə, çatların əmələ gəlməsinə görə (çatadavamlılığa) və yaxud tunelin astar konstruksiyasının uzunömürlülüüyü, qrunnt massivinin olduğu kimi saxlanması şərtlərinə, həmçinin tuneldən suyun filtrasiya sərfinin göstəricisinə görə çatların açılışına yol verilmə, onların açılışı üzrə (ikinci qrup həddi hallar).

11.2. Birinci və ikinci qrup həddi hallara görə astar konstruksiyasının en kəsiyi AzDTN 2.16-1 və AzDTN 2.18-1-ə müvafiq hesablanmalıdır.

11.3. Tunelin astar konstruksiyasının en kəsikləri hesablandıqda aşağıdakı əmsalları daxil etmək lazımdır:

- AzDTN 2.10-3-ə əsasən qəbul olunan qurğunun təyinatına görə etibarlılıq γ_n və yük birləşməsi γ_{lc} əmsalları;

- iş şəraiti əmsalı γ_c beton, dəmir-beton və polad dəmir-beton astar konstruksiyaları üçün cədvəl 7, polad qabıqlar üçün cədvəl 8 üzrə qəbul edilir.

11.4. Yük daşıma qabiliyyətinə görə astar konstruksiyaların hesablanması hesablama yüklərinin mümkün ən əlverişsiz əsas və xüsusi birləşmələrində, astar konstruksiyaların materiallarının hesablama xarakteristikalarını tətbiq etməklə aparılmalıdır.

11.5. Astar konstruksiyalarının çatların əmələ gəlməsinə və açılışına görə hesablanması əsas normativ yük birləşmələrinə astar konstruksiyasının materiallarının normativ xarakteristikalarını tətbiq etməklə hidravlik zərbə nəzərə alınmadan həyata keçirilməlidir.

11.6. Hidrotexniki tunellərin bütün növ (kombinə olunmuş astar konstruksiyalarının fasonlu hissələri daxil olmaqla) astar konstruksiyalarının hesablanması qruntların dəf etməsi nəzərə alınmaqla yerinə yetirilməlidir. Tunellər zəif dayanıqsız qruntlarda yerləşdikdə istisnaya yol verilir. Tunellər diametrinin (aşırımının) üç misindən az olan dərinlikdə yerləşdikdə, tağ-tavanın yuxarısında astar konstruksiyasından qrunta ötürülən təzyiq, tunelin üstündəki bütün qrunnt kütləsinin göstərdiyi təzyiqdən çox olmamalıdır.

Cədvəl 7

Astar konstruksiya	Həddi hallara görə hesablama iş şəraiti əmsalı γ_c	
	birinci qrup	ikinci qrup
Beton püskürdülən beton və presləşmiş beton daxil olmaqla)	1,0	0,9 (0,75)
Dəmir-betondan (o cümlədən qabaqcadan gərginləşdirilmiş, armaturlanmış püskürdülən betondan və dəmirtorkretədən)	1,1	1,3 (1,15)
Polad dəmir-beton (daxili təzyiqə hesablamalarda)	0,9	-

Qeyd. Möterizələrdə göstərilən əmsalların qiymətləri xüsusi dəf etmə $K_0 < 2000 \text{ N/sm}^3$ (200 kqk/sm³), suffoziyaya, hissəcikləri həll edilib çıxarılmaya məruz qalan qruntlarda, həmçinin su mühitinin hidrokarbonat qələviliyi 0,25 mq-ekv/l -dən az olduqda qəbul edilməlidir.

Cədvəl 8

Təzyiq	Polad qabıqların məntəqələri	Yüklər birləşməsi olanda iş şəraiti əmsalı γ_c	
		əsas	xüsusi
Daxili	Düz	0,75 (0,9)	1,0 (1,1)
	Fasonlu elementlər (dirsək və şaxələnmələr)	0,65 (0,75)	0,8 (0,9)
Xarici	Bütün məntəqələr	0,75	0,9

Qeyd:

1. Möterizələrdə göstərilən γ_c əmsalların qiymətləri qəbul olunmalıdır:

- a) xarici monolit dəmir-betonlu (polad dəmir-beton) kombinə olunmuş astar konstruksiyalar üçün;
b) eyni vaxtda aşağıdakı şərtlər ödənildikdə xarici monolit betonlu, kombinə olunmuş astar konstruksiyalar üçün:

$$p_{wi} \leq 0,15 \cdot 10^{-2} K_0;$$

$$p_{wi} \leq 10^{-3} \rho g h_{qz} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

Burada p_{wi} təzyiqli tuneldə suyun daxili təzyiqi, MPa;

h_{qz} - tunelin oxundan yer səthinə qədər ən qısa məsafə, m;

$\mu = 0,7$ - qrunut üzrə qrunutun sürünmə əmsalı;

α - üfüq ilə yer səthinə normal arasında bucaq, dərəcə;

K_0 - qrunutun 11.13 ilə təyin olunan xüsusi dəf etmə əmsalı, N/sm³

c) qrunutun dəf etməsi nəzərə alınmadıqda daxili təzyiqə hesablamalarda.

2. Bu cədvəl üzrə γ_c əmsalı istifadə olunduqda, yük birləşməsi əmsalı γ_{lc} 1-ə bərabər qəbul olunur.

11.7. Hidrotexniki tunellərin astar konstruksiyalarının hesablanması inşaat mexanikasının metodları, həmçinin bütöv mühit mexanikası metodları ilə yerinə yetirilir. Son halda əsasın mürəkkəb geoloji quruluşunu, qrunut materiallarının anizotropluğu və qeyri-xətti xassələrini nəzərə almağa imkan verən məlum ədədi üsullardan istifadə etmək lazımdır.

Bu Normaların 10.4 və 10.5-ci bəndlərinə müvafiq hər bir yük birləşmələrinə hesablamaların aparılması zəruridir. Yekun epürün alınması üçün ayrı-ayrı yüklərdən qüvvələr epürlərinin toplanmasına yol verilmir.

11.8. Təzyiqsiz tunellərin beton astar konstruksiyaları, onlarda plastik oynaqaların yaranması ehtimalı ilə möhkəmiyə hesablanmalıdır və ikinci qrup həddi hallarda çatadavamlılığa görə yoxlanılmalıdır.

11.9. İkinci qrup həddi hallara astar konstruksiyaların hesablanmasında təzyiqli və təzyiqsiz I və II sinif tunellərdə çatın açılışının həddi eni cədvəl 9 üzrə qəbul olunmalıdır.

Cədvəl 9

Astar konstruksiyasında suyun təzyiq gradienti J_H	Çatın açılışının həddi eni, mm, şərtlərdən					
	su-mühitin hidrokarbonat qələviliyi mq – ekv/l			ionların Cl' və SO" mq/l cəm konsentrasiyasında armaturun mühafizəsi		
	olduqda betonun uzunömürlülüüyü					
	0,25	1	2 və daha çox	100-ə qədər	200	400-1000
Təzyiqli tunellər və yeraltı sular olduqda təzyiqsiz tunellərin su basılmayan hissəsi						

5	0,1	0,18	0,35	0,4	0,35	0,3
50	0,07	0,15	0,32	0,4	0,35	0,3
300	0,05	0,12	0,23	0,3	0,25	0,2

Yeraltı sular olmadıqda təzyiqsiz tunellərin su basmayan hissəsində astar konstruksiyaları

-	Məhdudlaşdırılmır	0,2	0,15	0,1
---	-------------------	-----	------	-----

Qeyd:

1. Astar konstruksiyasında betonun və armaturun uzunömürlüyünü təyin edən su-mühiti aşağıdakılardır:

$H_i > H_{e1}$ olduqda-tunelin daxilindəki su;

$H_i < H_{e1}$ olduqda-yeraltı su.

2. III-IV sinif tunellər üçün çatın açılışının həddi qiymətlərini cədvəldə göstərilən qiymətlərdən müvafiq olaraq 1,3 və 1,6 dəfə çox, lakin 0,5 mm-dən çox olmamaqla qəbul etmək lazımdır.

11.10. Astar konstruksiyalarda təzyiq qradienti J_H qruntun filtrasiya əmsalı k -dan asılı qəbul olunur:

$$k \leq 10^{-4} \text{ sm/san olduqda } J_H = 1;$$

$$k \geq 10^{-2} \text{ sm/san olduqda } J_H = \frac{H_i - H_{e1}}{h_k},$$

burada H_i - suyun daxili təzyiqi, m;

H_{e1} - yeraltı suların təzyiqi, m;

h_k - astar konstruksiyasının qalınlığı, m.

$10^{-4} < k < 10^{-2}$ intervalında J_H qiyməti interpolasiya ilə təyin edilir.

11.11. Betonun uzunömürlülüüyü və armaturun mühafizəsi şərtlərindən təzyiqsiz tunellərin astar konstruksiyalarının subasan hissələri üçün çatların açılma eni məhdudlaşdırılmır.

11.12. Astar konstruksiyaların statik hesablamaları çatıyaranması və plastik deformasiyalar nəzərə alınmaqla yerinə yetirilməlidir:

- təzyiqsiz tunellərin və boşaldılmış təzyiqli tunellərin astar konstruksiyaları konstruksiyada betonun elastiklik modulu $E_k = 0,7E_b$ olduqda beton kəsiyin sərtliyi nəzərə alınmaqla birinci və ikinci qrup həddi hallara hesablanır;

- təzyiqli tunellərin astar konstruksiyaları armatur kəsiyinin sərtliyi $E_k = E_a$ nəzərə alınmaqla birinci qrup həddi hallar üzrə istismar yükünə hesablanırlar.

Təzyiqli tunellərin astar konstruksiyaları ikinci qrup həddi hallara hesablanmalıdırlar:

- çatadavamsızlar - armatur kəsiyin sərtliyi $E_k = E_a$ nəzərə alınmaqla;

- çatadavamlılar - beton kəsiyin sərtliyi $E_k = 0,7E_b$ nəzərə alınmaqla.

11.13. Tunellərin astar konstruksiyalarının hesablanması onların qrunt massivi ilə qarşılıqlı təsirini nəzərə almaqla aparılmalıdır. Qruntun deformasiya xassələri xüsusi dəf etmə əmsalı K_0 və ya qruntun çevrilmiş (effektiv) deformasiya modulu E_q və Puasson əmsalı ν ilə xarakterizə olunur. Çevrilmiş deformasiya modulu təbii və texnogen səbəblərdən (qruntların sementlənmə və ya digər üsullarla bərkidilməsi, qazma-keçid nəticəsində pozulmuş zonanın yaranması və s.) qruntun xassələrinin qeyri-bircinsliyini nəzərə almaqla təyin olunmalıdır. Qruntların xarakteristikalarının qiymətləri natura tədqiqatları əsasında onların su ilə doymuş halda xassələri nəzərə alınmaqla təyin olunmalıdır.

Bircins izotrop qruntlarda yerləşən dairəvi formalı təzyiqli tunellər üçün qruntun deformasiya modulu E_q -nin aşağıdakı düsturla təyin olunmasına yol verilir

$$E_q = K_0(1 + \nu), \quad (6)$$

burada $K_0 = K \cdot r_e$ - qrunnun xüsusi dəf etmə əmsalı, N/sm²;

K - qrunnun dəf etmə əmsalı, N/sm³;

r_e - astar konstruksiyasının xarici radiusu, sm.

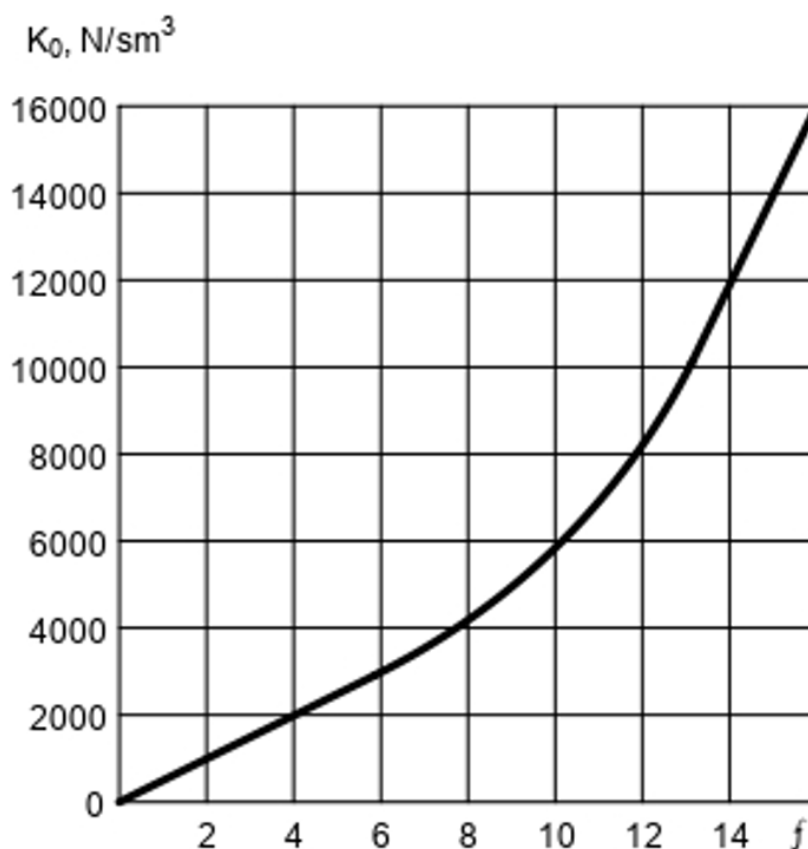
Müxtəlif istiqamətlərdə deformasiya modullarının nisbəti 1,4-dən çox olan anizotrop qruntlarda yerləşən tunellər üçün anizotropluq nəzərə alınmaqla hesablamalar aparmaq lazımdır.

11.14. I və II sinif tunellər üçün qruntların deformasiya xarakteristikaları K_0 və ya E_q mərkəzi yükləmə qurğusu (MYQ) və silindrik hidravlik ştampla (SHŞ), həmçinin seysmoakustik və pressiometrik metodlarla birlikdə ştamplarla təzyiqli qazma üsulu ilə yerinə yetirilən natura tədqiqatları əsasında xarakterik mühəndis-geoloji məntəqələrdə təyin olunmalıdır.

III və IV sinif tunellər üçün seysmoakustik və pressiometrik metodlarla natura tədqiqatları nəzərdə tutulmalıdır. Analoji mühəndis-geoloji şəraitlərdə tunellər qazılarkən qruntların təyin olunmuş fiziki-mexaniki xarakteristikalarının göstəricilərindən də istifadə olunmasına yol verilir.

11.15. Zəif çatlı qruntlar üçün xüsusi dəf etmə əmsallarının K_0 -ın ilkin hesablamalar üçün qiymətlərinin şəkil 2 üzrə və ya analoqları ilə təyin olunmasına yol verilir.

Qeyd. Çox zəif çatlı qruntlarda $f \leq 10$, həmçinin kombaynli tunel qazılmasında şəkil 2 üzrə alınmış K_0 -ın qiymətlərini 30% artırmaq lazımdır.



Şəkil 2. Çatlı qruntlar üçün K_0 əmsalının qrunnun bərklik əmsalı f -dən asılılıq qrafiki

11.16. Tunellərin astar konstruksiyalarının hesablanması müvəqqəti bərkitmələrlə astar konstruksiyaların birgə işi nəzərə alınmalıdır.

11.17. Tunelin astar konstruksiyasının və qrunn massivinin hesablama sxemi seçildikdə

qrunt işlərinin görülməsi və astar konstruksiya elementlərinin quraşdırılması ardıcılıqları nəzərə alınmalıdır.

11.18. Bir neçə tunel paralel yerləşdikdə, astar konstruksiyaların möhkəmliyə hesablamalarında qonşu tunellərin qazma-keçid işlərinin yaratdığı qrunt massivinin gərginlik vəziyyətinin və möhkəmlik xarakteristikalarının dəyişməsi nəzərə alınmalıdır.

11.19. Tunellərin beton və dəmir-beton astar konstruksiyalarının temperatur təsirlərinə hesablanması betonun şişməsini və sürüklənməsini nəzərə almaqla, hesablama temperatur fərqi 30^0 -dən çox olduqda aparılmalıdır.

11.20. Təzyiqli və təzyiqsiz tunellərin astar konstruksiyalarının hesablanması betonlanma tikişlərində və betonlanma tikişləri arasındakı kəsiklərdə suyun əks təzyiqi nəzərə alınmır.

Filtrasiya əmsalı $K_f \leq 10^{-3} \text{ sm/san}$ olan praktiki olaraq sukeçirən quru və su ilə doymuş qruntlarda və yeraltı su təzyiqi tuneldə daxili su təzyiqini aşmadıqda, çatadavamsız astar konstruksiyaya yeraltı suyun əks təzyiqinin qiyməti P -ni aşağıdakı düsturla təyin etməyə yol verilir

$$P = (H_i - J_H h_k) \gamma_f,$$

burada J_H - bu Normaların 11.10-cu bəndi üzrə təyin olunan astar konstruksiyasında təzyiq qradienti;

h_k - astar konstruksiyasının qalınlığı;

γ_f - 0,9-a bərabər qəbul olunan yükə görə etibarlılıq əmsalı.

11.21. Su axını ilə daşınan və suda asılı vəziyyətdə olan süxur və s. yığınlarının təsirlərinə məruz qalan tunellərin nov və divarlarının qalınlığı mümkün sürtünüb yeyilmələr nəzərə alınmaqla təyin olunmalıdır.

11.22. Yüksək təzyiqli sutullayıcı tunellərin və onların sürgü kameralarının layihələndirilməsində suyun yüksək axın sürəti ilə əlaqədar aşağıdakı hesablamalar aparılmalıdır:

- qurğunun kavitasiya təhlükəsizliyinin təmini üzrə;
- hidrodinamiki yükün orta qiyməti ilə xarakterizə olunan hidrodinamiki yüklərin, stasionar və qeyri-stasionar pulsasiya edən yüklərin, konstruksiya elementləri və sürgülərin ətrafından su axınının hərəkəti zamanı kavitasiyanın inkişaf dərəcəsinin təyini üzrə;
- konstruksiya elementlərində dinamik gərginliklərin qiymətləndirilməsi üzrə;
- sürgülər və sürgü kameralarının polad üzülüklerinin dözümlülüyə görə.

11.23. En kəsiyi dairəvi olan təzyiqli tunellərdə daxili təzyiqin xüsusi dəf etmə əmsalına nisbəti $P/K_0 \leq 1/7$ olduqda, astar konstruksiyanın daxili təzyiqinin təsirinə möhkəmliyə hesablanmasını aparmamaq olar, belə ki tunelin kifayət qədər dərinlikdə yerləşdirilməsi tələbləri təmin olunduqda o tamamilə qrunt tərəfindən qəbul olunur.

11.24. Astar konstruksiyası ilə qrunt arasında etibarlı kontakt (təmas) tədbirləri layihə ilə nəzərdə tutulduqda, tunelin astar konstruksiyası və qrunt arasında sürtünmə və ilişmə qüvvələri nəzərə alınmalıdır. Bu halda qrunta ötürülən toxunan gərginlik qrunt üçün həddi sürüşdürücü gərginliyi aşmamalıdır.

Çatlar sistemi ilə zəifləmiş qaya və yarımqaya massivlərində yerləşən tunellərin hesablamaları, zaman amili nəzərə alınmaqla (qruntun reoloji xassələri) fiziki qeyri-xətti modellər əsasında aparılmalıdır. Kəsiyi 60 m^2 və daha çox olan I sinif tunellərin hesablamalarında ardıcıl olaraq əvvəlcə tunelin qazma-keçid işlərinin aparılması sonra isə astar konstruksiya elementlərinin quraşdırılması nəticəsində qrunt massivində yaranan gərginlikli-deformasiya halının dəyişməsi nəzərə alınmalıdır.

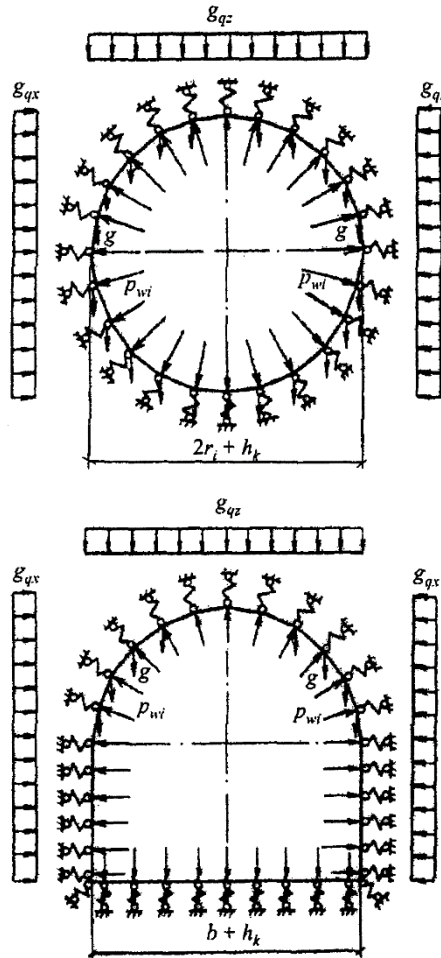
Bir neçə tunelin yaxın paralel yerləşməsində astar konstruksiyaların möhkəmliyə hesablamalarında qonşu tunellərin qazma-keçid işlərində qrunn massivində yaranan möhkəmlik və deformasiya xassələrinin və gərginlik vəziyyətlərinin dəyişməsinə nəzərə almaq lazımdır.

11.25. Seysmik təsirlərə tunelin astar konstruksiyası hesablandıqda, onun hissələrinin dağılmasına gətirməyən və konstruksiyanın ümumi möhkəmlik və dayanıqlılığını pozmayan yerli qalıcı deformasiyaların (çatlar, yerdəyişmə, qopmalar) yaranma mümkünlüyünə yol verilir. Astar konstruksiyasının zədələnmiş məntəqələri bərpa olunmalıdır.

İlkin hesablamalarda tunellərin astar konstruksiyalarının birinci qrup həddi hallara görə hesablanması

1.1. Forması ixtiyari olan beton və dəmir-beton astar konstruksiyalarının hesablanması

Hesablama sxemində fərz edilir ki, yüklər, o cümlədən süxurların təzyiqi verilir, qrunzun müqaviməti elastik əsasın reaksiyası kimi təyin olunur. Astar konstruksiyasının mümkün sadələşmiş hesablama sxemləri elastik mühitdə birtərəfli əlaqəli millər sistemi kimi şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1.1. Tunellərin astar konstruksiyalarının hesablama sxemi

Möhkəmliyin hesablanması hesablama yüklərinə (yükə görə etibarlılıq əmsalları nəzərə alınmaqla) 10-cu bölmənin tələblərinə, sərtlik 11.12-ci bəndi, qrunzun dəf etmə əmsalları 11.13 və 11.15-ci bəndlərinə müvafiq qəbul olunur.

Astar konstruksiyasının kəsiklərinin hesablanması və tələb olunan armatur sahələrini A_s -in təyini AzDTN 2.16-3 üzrə aparılmalıdır.

1.2. Layihələndirmənin ilkin mərhələlərində dairəvi formalı təzyiqli tunellərin polad dəmir-beton, dəmir-beton, armaturlanmış püskürdülən beton və dəmirtorkret astar konstruksiyalarının hesablanması

Layihələndirmənin ilkin mərhələsində təzyiqli tunellərin hesablanması yalnız kəsinin hüdudlarında daimi olan daxili təzyiqi nəzərə alan təqribi düsturlarla yerinə yetirilir.

Tunelin 1 sm uzunluğunda işçi armaturların kəsik sahələri A_s , sm²:

aşağıdakı şərt təmin olunduqda

$$h_{qz} \geq \frac{\gamma_c K_o r_i R_s}{\gamma_{lc} \gamma_n \rho g r_e E_s} \quad (1.1)$$

aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$A_s = \frac{\gamma_n \gamma_{lc} p_{wi} r_i}{\gamma_c R_s} - \frac{A_{ss} R_y}{R_s} - \frac{K_o r_i}{E_s}, \quad (1.2)$$

(1.1) şərti təmin olunmadıqda isə aşağıdakı düsturla

$$A_s = \frac{\gamma_n \gamma_{lc} p_{wi} r_i}{\gamma_c R_s} - \frac{A_{ss} R_y}{R_s} - \frac{\rho g h_{qz} r_e}{100 \gamma_c R_s}, \quad (1.3)$$

burada p_{wi} - normal istismar vaxtı hidravlik zərbəni nəzərə almaqla suyun daxili hesablanma təzyiqi, MPa;

h_{qz} - tunelin tağının və tağ-tavanın yuxarı nöqtəsindən yer səthinə qədər məsafə, sm;

R_s, E_s - armaturun dartılmada hesablama müqaviməti və armaturun elastiklik modulu, MPa;

A_{ss} - tunelin 1 sm uzunluğuna polad qabığının en kəsik sahəsi, sm²;

R_y - AzDTN 2.18-1 üzrə qəbul olunan polad qabığının hesablama müqaviməti, MPa;

K_o - qrunzun xüsusi dəf etmə əmsalı, N/sm³;

ρ - qrunzun sıxlığı, kq/sm³;

$\gamma_c, \gamma_n, \gamma_{lc}$ - 11.3-ə əsasən qəbul olunan əmsallar.

Əgər (1.2) və ya (1.3) düsturları ilə $A_s < 0$ olarsa (başqa sözlə hesablama armaturu tələb olunmur və suyun daxili təzyiqi tamamilə qrunz tərəfindən qəbul olunur), bu Normaların 7.18-ci bəndinə əsasən A_s -in qiyməti armaturlanma faizi kimi minimal qiymətinə görə qəbul olunur.

1.3. Xarici monolit betonla kombine edilmiş astar konstruksiyaların polad qabıqlarının hesablanması

1.3.1. Polad qabıqlar və sərtlik halqaları üçün poladın markaları 1.1 cədvəli üzrə qəbul olunmalıdır.

1.3.2. Polad qabıqlar tuneldəki suyun daxili təzyiqinə, yeraltı suların xarici təzyiqinə, məhlulun (səmentləşdirdikdə) və temperatur təsirini nəzərə almaqla təzə qoyulmuş betonun təsirinə, həmçinin öz çəkisindən və qabıqları quraşdırdıqda mexanizimlərdən gələn yüklərə hesablanmalıdırlar. Polad qabıqların hesablamalarında süxurların təzyiqinin təsiri nəzərə alınmır.

Cədvəl 1.1

Poladın markaları	DÜİST	Vərəq prokatın qalınlığı, mm	t - hesablama temperaturunda poladın kateqoriyaları, °C		
			$t \geq -40$	$-40 > t \geq -50$	$-50 > t \geq -65$
St3Qps	DÜİST 14637 DÜİST 380	10-30	5	-	-
St5Qps	DÜİST 14637	10-30	2	-	-
09Q2	DÜİST 19281	10-32	12	-	-
09Q2S	DÜİST 19281	10-60	12	13	15

10XSND	DÜİST 19281	10-40	12	13	15
Qeyd: 1. “-” işarəsi bildirir ki, göstərilən hesablama temperaturunda poladın verilən markasını tətbiq etmək lazım deyildir. 2. Texniki-iqtisadi əsaslandırılmalar olduqda digər polad markalarının tətbiqinə yol verilir.					

Yükə görə etibarlılıq əmsalı γ_f , qurğuların təyinatına görə etibarlılıq əmsalı γ_n və iş şəraiti əmsalı γ_c bu Normaların 10.8 və 11.3 bəndlərinin tələblərinə əsasən qəbul olunmalıdır.

Qeyd. Yerli gərginlikləri nəzərə almadan iş şəraiti əmsalının qiyməti γ_c polad qabıqların hesablanması üçün verilmişdir.

1.3.3. Polad qabıqların möhkəmliyə hesablanması aşağıdakı düstur ilə yerinə yetirilməlidir:

$$\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_z + \sigma_z^2} \leq \frac{\gamma_c R}{\gamma_n}, \quad (1.4)$$

bu halda aşağıdakı şərtlər yerinə yetirilməlidir:

$$\sigma_x \leq \frac{R\gamma_c}{\gamma_n}; \quad \sigma_z \leq \frac{R\gamma_c}{\gamma_n}.$$

burada σ_x , σ_z - qabıqların uyğun olaraq eninə və boyuna kəsiklərində normal gərginliklər, MPa;

R - qrunun dəf etməsi nəzərə alınaraq, daxili təzyiqə hesablamalarda $\frac{R_u}{\gamma_u}$ -ə bərabər qrunun dəf etməsi nəzərə alınmadan daxili təzyiqə və xarici təzyiqə hesablamalarda R_y -ə bərabər qəbul olunan hesablama müqaviməti;

R_u , R_y - AzDTN 2.18-1 üzrə qəbul olunan müvafiq olaraq müvəqqəti müqavimət və axıcılıq həddinə görə poladın dartılmaya, sıxılmaya, əyilməyə hesablama müqavimətləri, MPa;

γ_u - müvəqqəti müqavimət üzrə möhkəmliyə hesablanan konstruksiya elementləri üçün 1,3- ə bərabər etibarlılıq əmsalı.

1.3.4. Suyun daxili təzyiqindən boyuna kəsiklərdə normal gərginlik σ_z aşağıdakı düstur ilə təyin olunur:

$$\sigma_z = \frac{p_{wi} r_m + a_r K_{0r}}{t + 4,33 \cdot 10^{-6} r_m K_{0r}}, \quad (1.5)$$

burada p_{wi} - suyun daxili hesablama təzyiqi, MPa;

r_m - qabığın orta radiusu, sm;

t - qabığın divarının qalınlığı, sm;

a_r - qabıq ilə beton arasında radial hesablama aralığı, sm;

K_{0r} - qrunun çevrilmiş xüsusi dəf etmə əmsalı, N/sm³, aşağıdakı düsturla təyin olunur;

$$K_{0r} = \frac{1}{\frac{1}{E_b} \ln \frac{r_e + 1}{r_m} + K_0}; \quad (1.6)$$

r_e - beton kəmərin xarici radiusu, sm;

E_b - betonun elastiklik modulu, MPa;

Qrunun dəf etməsi olmadıqda və ya $\frac{a_r}{r_m} \geq 4,33 \cdot 10^{-6} \frac{p_{wi} r_m}{t}$ olduqda

$$\sigma_z = \frac{p_{wi} r_m}{t}. \quad (1.7)$$

1.3.5. Beton ilə qabıq arasında hesablama radial aralıq a_r , sm, aşağıdakı düsturla təyin olunur;

$$a_r = a_{r1} + a_{r2} + a_{r3}, \quad (1.8)$$

burada a_{r1} , a_{r2} , a_{r3} - müvafiq olaraq temperatur təsirindən, betonun yığılmasından və qrunzun sürüklənməsindən radial aralığın toplananları, sm.

Temperatur təsirindən aralığın toplananı a_{r1} aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$a_{r1} = 15,6 \cdot 10^{-6} r_m (t_{max} - t_{min}), \quad (1.9)$$

burada t_{max} - doldurucu sementlənmədə tuneldə maksimal temperatur, °C;

t_{min} - tuneldə suyun və ya havanın minimal temperaturu, °C.

Tədqiqatların verilənlərinə görə təyin olunan betonun yığılmasından a_{r2} və qrunzun sürüklənməsindən a_{r3} aralığın toplananları yalnız yüklərin xüsusi birləşməsinə hesablamalarda nəzərə alınmalıdır.

İlkin hesablamlar üçün aşağıdakına yol verilir:

$$a_r = 3 \cdot 10^{-4} r_m. \quad (1.10)$$

1.3.6. Xarici təzyiqdən qabıqların boyuna kəsiklərində normal gərginlik σ_z , MPa, aşağıdakı düsturla təyin olunmalıdır;

$$\sigma_z = \frac{P_{we} r_m}{t}, \quad (1.11)$$

burada P_{we} - xarici hesablama təzyiqi, MPa;

1.3.7. Qabıqların en kəsiklərində normal gərginlik, MPa, təyin olunmalıdır;

- temperatur təsirindən aşağıdakı düsturla

$$\sigma_{x1} = -2,52 t_d, \quad (1.12)$$

burada t_d - hesablama temperatur fərqi, °C;

- eninə deformasiyanın sıxılmasından aşağıdakı düsturla

$$\sigma_{x2} = 0,3 \sigma_z. \quad (1.13)$$

1.3.8. Temperaturun hesablama fərqi t_d aşağıdakı düsturlarla təyin olunmalıdır:

temperaturun yüksəlməsindən

$$t_d = t_{max} - t_{b,min}, \quad (1.14)$$

temperaturun aşağı düşməsindən

$$t_d = t_{min} - t_{b,max}, \quad (1.15)$$

burada t_{max}, t_{min} - tuneldə suyun və ya havanın müvafiq olaraq ən böyük və ən kiçik temperaturları, °C;

$t_{b,max}, t_{b,min}$ - betonlama dövründə qabığın müvafiq olaraq ən böyük və ən kiçik temperaturları, °C;

1.3.9. Sərtlik qabırğalarının yanında, həmçinin qırılma yerlərində (10°-dən çox olmayan bucaq altında) polad qabıqda yaranan yerli gərginliklərin nəzərə alınmamasına yol verilir.

1.3.10. Xarici təzyiqin təsirindən p_{we} , MPa, polad qabıqların dayanıqlılığa hesablanması aşağıdakı düsturla aparılmalıdır

$$p_{we} < \frac{\gamma_c p_{cr} \zeta}{\gamma_n}, \quad (1.16)$$

burada p_{cr} - kritik xarici təzyiq, MPa;

ζ - cədvəl 1.2 üzrə qəbul olunan əmsal.

$\frac{p_{cr}r_m}{tR_{yn}} > 2,5$ olduqda qəbul olunmalıdır

$$p_{cr}\zeta = \frac{R_{yn}t}{r_m}, \quad (1.17)$$

burada R_{yn} - poladın normativ axıcılıq həddi, MPa.

Cədvəl 1.2

$p_{cr}r_m/tR_{yn}$	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5
ζ	1	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4

1.3.11. Sərtlik halqaları olmadıqda və $\frac{l}{r_m} > 2$ (burada l halqalar arasında məsafə, sm) olduqda, kritik xarici təzyiq şəkil 1.2-dəki qrafiklər üzrə təyin olunmalıdır. Bu halda, dayanıqlılığa hesablamaların standart kompüter proqramları vasitəsilə aparılmasına da yol verilir.

1.3.12. Kritik xarici təzyiq p_{cr} , MPa, sərtlik halqaları olduqda aşağıdakı düsturlarla təyin olunmalıdır:

$0,5 \leq \frac{l}{r_m} \leq 2$ olduqda

$$p_{cr} = 0,92E_s \frac{t}{l} \left(\frac{t}{r_m} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (1.18)$$

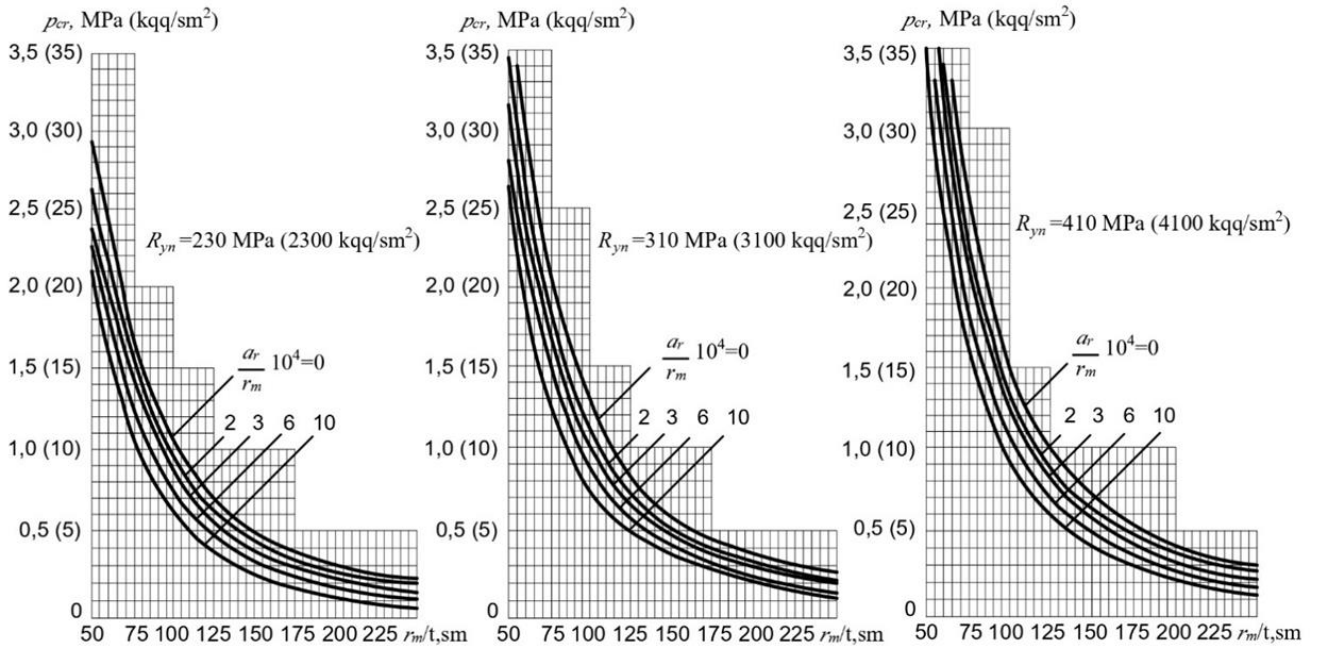
$\frac{l}{r_m} < 0,5$ olduqda

$$p_{cr} = E_s \frac{t}{r_m} \left[\frac{1}{n_w^2 m^2} + 0,092 \left(\frac{t}{r_m} \right)^2 n_w^2 \left(1 + \frac{2}{m} \right) \right], \quad (1.19)$$

burada E_s - poladın elastiklik modulu, MPa;

n_w - qabıq əzildikdə yaranan dalğaların sayı, elə seçilməlidir ki, p_{cr} -in minimal qiyməti alınsın:

$$m = 1 + \left(\frac{n_w l}{\pi r_m} \right)^2.$$



R_{yn} - poladın axıcılıq həddinə görə normativ müqaviməti, MPa;

a_r - qabığın divarı ilə beton arasında hesablama radial aralıq, sm;

r_m - qabığın orta radiusu, sm; t - qabığın divarının qalınlığı, sm.

Şəkil 1.2. Kritik xarici təzyiq p_{cr} -in divarın nisbi qalınlığından r_m/t asılılığı qrafikləri

1.3.13. Sərtlik halqasını sınıqların qabaritlərini azaltmaq məqsədilə minimal en kəsikli layihələndirmək lazımdır.

Sərtlik halqalarının betonda ankerlənməsinin nəzərdə tutulması tövsiyə olunur.

Ankerlənmə mümkün olmadıqda düzbucaq en kəsikli sərtlik halqalarının hesablanması aşağıdakı düsturla aparılmalıdır:

$$\gamma_n \frac{p_{we} l_s r_m}{\gamma_c A_r} \left(1 + \frac{\gamma_r}{r_r} \chi \right) + \frac{\gamma_r E_s a_r}{r_r^2} \chi \leq R_y, \quad (1.20)$$

burada γ_r halqanın kəsiyinin ağırlıq mərkəzindən ən uzaqdakı lifinə qədər məsafə, sm;

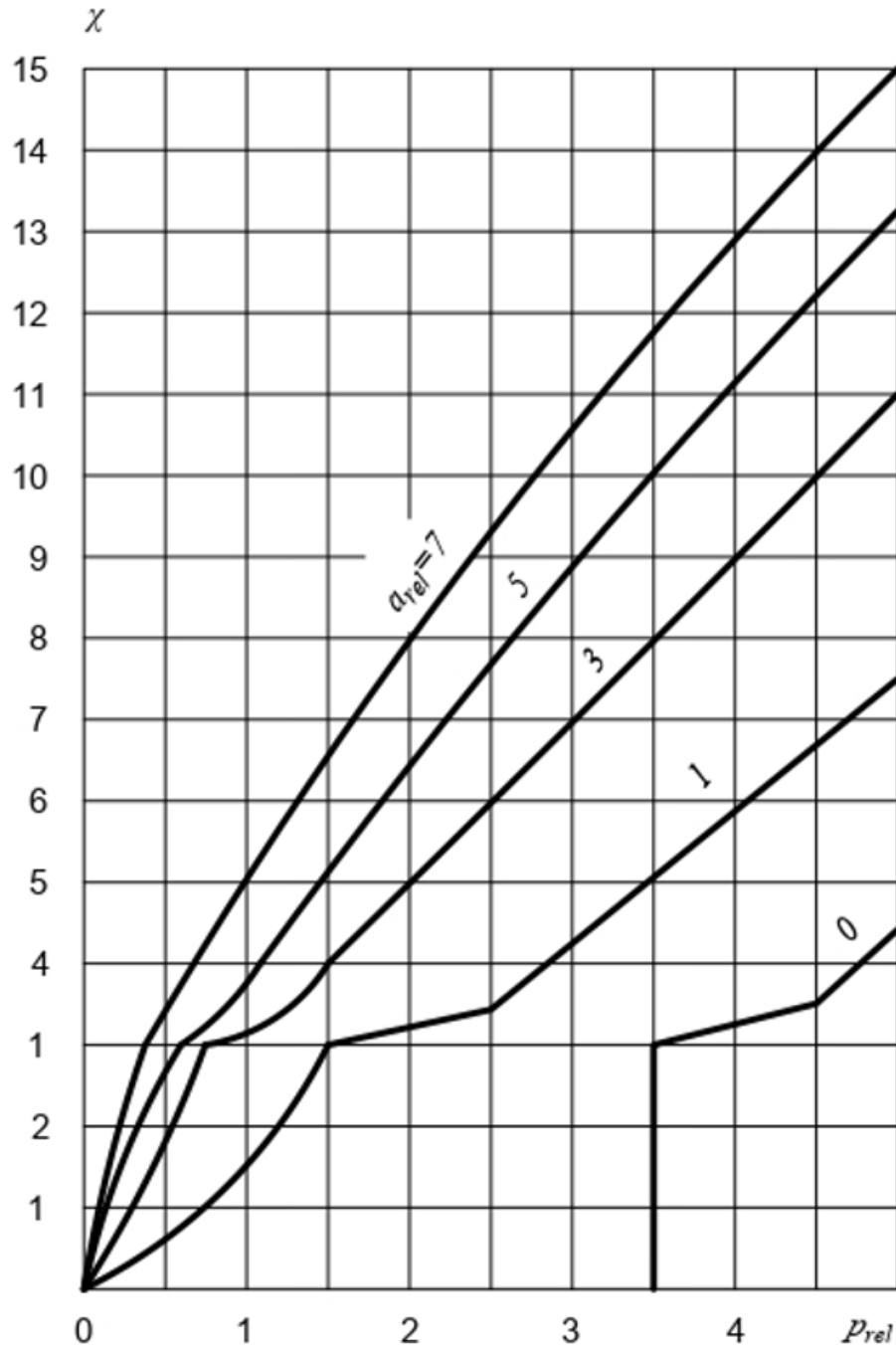
χ - şəkil 1.3-dəki qrafik üzrə aşağıdakı qiymətlərdən asılı təyin olunan əmsal:

$$p_{rel} = \frac{\gamma_n p_{we}}{\gamma_c E_s \left[0,092 \left(\frac{t}{r_m} \right)^3 + \frac{J_r}{r_r^3 l} \right]}; \quad (1.21)$$

$$a_{rel} = \frac{a_0}{a_r + \frac{p_{we} l_s r_m \gamma_n}{\gamma_c E_s A_r}}, \quad (1.22)$$

$r_r, A_r, J_r - l_s = 1,56 \sqrt{r_m t} + t_r$ uzunluqlu kəmərləşdirilmiş halqanın en kəsiyinin müvafiq olaraq mərkəzi oxunun radiusu, sm, sahəsi, sm^2 və inersiya momenti, sm^4 ;

$a_0 = 0,0025 r_m$ - halqanın radiusunun başlanğıc qiymətinin nəzəri qiymətindən kənara çıxması.



Şəkil 1.3. $a_{rel} = \text{const}$ olduqda χ əmsalının p_{rel} -dən asılılıq qrafiki

İlkin hesablamalarda tunellərin astar konstruksiyalarının ikinci qrup həddi hallara hesablanması

2.1. İxtiyari formalı beton və dəmir-beton astar konstruksiyaların hesablanması

Hesablama 10 və 11 bölmələrinə müvafiq normativ yüklərin əsas birləşməsinə, qrunun dəf etmə əmsalı nəzərə alınmaqla və kəsiyin sərtliyi bu Normaların 11.12-ci bəndinə əsasən qəbul olunmaqla yerinə yetirilir.

Alınmış qüvvələrə görə (əyici moment və kəsici qüvvə) çatların əmələ gəlməsi və açılmasına görə hesablama aparılır.

Astar konstruksiyanın çatadavamlılığı bu Normaların 7.15-ci bəndinə cavab verən layihələndirmə şərtləri üçün AzDTN 2.16-3 üzrə yoxlanılır.

2.2. Layihələndirmənin ilkin mərhələsində dairəvi formalı təzyiqli tunellərin çatadavamlı beton və dəmir-beton astar konstruksiyalarının hesablanması

Astar konstruksiyanın qalınlığı, h_k , sm, qrunun xüsusi dəf etmə əmsalı

$K_0 < 2000 \text{ N/sm}^3$ olduqda

$$h_k = \frac{r_i}{1 + \frac{30\mu}{R_{btn}}} \left(\frac{p_{win}}{\gamma_c R_{btn}} - \frac{K_0}{E_k} \right), \quad (2.1)$$

burada p_{win} - suyun normativ daxili təzyiqi, MPa;

E_k - astar konstruksiyanın materiallarının elastiklik modulu, $0,7E_b$ -yə bərabər qəbul olunan, MPa;

R_{btn} - astar konstruksiyanın materialının dartılmaya normativ müqaviməti, AzDTN 2.16-1 üzrə betonun sinfinə müvafiq qəbul olunur, MPa;

μ - kəsiyin armaturlanma əmsalı;

Çox zəif çatlı qrunlarda $K_0 > 2000 \text{ N/sm}^3$ olduqda

$$h_k = \frac{r_i(p_{win} - K_0 \varepsilon)}{\gamma_c R_{btn} \left(1 + \frac{30\mu}{R_{btn}} \right) + K_0 \varepsilon}, \quad (2.2)$$

burada $\varepsilon = 0,25 \cdot 10^{-4} \gamma_c R_{btn} \lg(0,05K_0 + 10)$.

2.3. Püskürdülən betondan çatadavamlı astar konstruksiyalarının xarici təzyiqə hesablanması

Betondan yükdaşıyan astar konstruksiyalarının qalınlığı h_k , m, aşağıdakı düsturla təyin olunmalıdır

$$h_k = 0,35a \sqrt{\frac{g_{qzn} + p_{we}}{\gamma_c R_{btn}}}, \quad (2.3)$$

burada g_{qzn} - süxurların normativ şaquli təzyiqinin qiyməti, (bax bu Normaların 10.12-ci bəndi), MPa.

Xüsusi əsaslandırma olduqda, süxurların təzyiqinin ankerlərin arasındakı süxurların mümkün tökülmə həcmi şərtlərindən təyin olunmasına yol verilir;

p_{we} - drenaj və ya digər tədbirlərlə yeraltı suların səviyyəsinin aşağı düşməsinə nəzərə almaqla suyun qalıq hidrostatik təzyiqi, MPa;

R_{btn} - dartılmada möhkəmliyə görə təyin olunan betonun layihə sinfində püskürdülən betonun oxboyu dartılmada normativ müqaviməti;

γ_c - armaturlanmış astar konstruksiyalar üçün - 1-ə, armaturlanmamış - 0,6-ya bərabər qəbul olunmuş iş şəraiti əmsalı;

a - aşağıdakı şərtədən ən kiçiyi (lakin 1 m-dən az olmayaraq) qəbul olunan boyuna və eninə istiqamətlərdə ankerlərin addımı:

a) qrunut tağ-tavanın əmələ gəlməsi

$$a = l_a - \frac{k_b g_{qzn}}{c} (l_a + b), \quad (2.4)$$

burada $l_a = h_{q1} + l_{q1}$ - ankerlərin uzunluğu, m;

h_{q1} - pozulmuş zonanın dərinliyi, m, (bax bu Normaların 10.12-ci bəndi);

l_{q1} -0,5 – 0,7m qəbul olunan pozulmuş zonadan kənar ankerlərin bərkimə dərinliyi;

b - tunel qazmasının aşırımı;

c - natura tədqiqatlarının məlumatları üzrə qəbul olunan qrunutun ilişməsi; ilkin hesablamalar üçün $c = 0,03f$, MPa, qəbul olunmasına yol verilir;

k_b - kəsiyin 1-ci forması üçün qazmalarda 0,2 – 0,25-ə və kəsiyin qalan formaları üçün 0,25 – 0,3-ə bərabər (şəkil 1) qəbul olunan əmsal;

b) ankerlər arasında dayanıqlı qruntlarda – aşağıdakı düsturla

$$a = \frac{l_a}{3} \sqrt{\frac{c}{g_{qzn}}}, \quad (2.5)$$

c) ankerlərin möhkəm bərkidilməsi – aşağıdakı düsturla

$$a = \sqrt{\frac{N_a}{\rho g h_q}}, \quad (2.6)$$

burada N_a - dəmir-beton ankerlər üçün anker milinin qırılmada möhkəmliyinə, digər ankerlər üçün 80-100 kN-a bərabər olan ankerlərin yükdaşıma qabiliyyəti;

ρ - qrunutun sıxlığı, kq/sm³.

2.4. Dairəvi formalı təzyiqli tunellərin beton astar konstruksiyasında çatların eninin açılmasına hesablama

Bircins çatlı və ya sementləşmə ilə bərkidilmiş digər qruntlarda nəzərdə tutulan tunelin beton astar konstruksiyalarında çatların açılışının eni, a_{crc} , mm, aşağıdakı düsturla təyin olunmalıdır

$$a_{crc} = 100 c_{crc} \frac{p_{win}}{K_0}, \quad (2.7)$$

burada $c_{crc} = 0,28 + 625 \frac{p_{win}}{K_0} \leq 1$.

2.5. Təzyiqli və təzyiqsiz tunellərin dəmir-beton astar konstruksiyalarında çatların eninin açılmasının hesablanması

Təzyiqli və təzyiqsiz tunellərin dəmir-beton astar konstruksiyalarında çatların eninin açılması aşağıdakı düsturla hesablanmalıdır

$$a_{crc} = \alpha\beta\eta \frac{\sigma_s - \sigma_{s0}}{E_s} 7,7(4 - 100\mu)\sqrt{d}, \quad (2.8)$$

burada α - bloklardan təşkil olunmuş qaya qruntların çatlılığının təsirini nəzərə alan və çatlılıq modulundan M_j asılı olaraq qəbul olunan əmsal: $M_j \geq 5$ olduqda, $\alpha = 1$; $M_j \leq 1$ olduqda $\alpha = 2$; $1 \leq M_j \leq 5$ intervalında α əmsalı interpolyasiya ilə qəbul olunur;

β - mərkəzi və mərkəzdən xaric dartılan elementlər üçün 1,2, mərkəzdən xaric sıxılan və əyilən elementlər üçün 1 qəbul olunan əmsal;

η - periodik profilli armatur milləri üçün 1-ə, hamar armaturlar üçün 1,4 -ə bərabər qəbul olunan əmsal;

σ_s - kəsiyin dartılan zonasında betonun müqaviməti nəzərə alınmadan dartılan armaturda gərginlik, MPa;

σ_{s0} - betonun şişməsindən armaturda başlanğıc dartıcı gərginlik: suda yerləşən konstruksiya üçün $\sigma_{s0} = 20$ MPa; uzunmüddətli qurumaya məruz qalan konstruksiyalar üçün, o cümlədən tikinti müddətində $\sigma_{s0} = 0$;

$\mu - \mu = \frac{A_s}{bh}$ -ə bərabər qəbul olunan, lakin 0,02-dən çox olmayan kəsiyin armaturlanma əmsalı (burada A_s armaturun tələb olunan kəsik sahəsi, əlavə 1 əsasında təyin olunan və ya bu Normaların 7.18-ci bəndinə əsasən qəbul olunan);

d - armatur milinin diametri, mm.

Dartılan armaturda gərginlik σ_s , MPa, aşağıdakı düsturlarla təyin olunmalıdır:

- əyilən elementlər üçün

$$\sigma_s = \frac{M_n}{A_s z}, \quad (2.9)$$

- mərkəzi dartılan elementlər üçün

$$\sigma_s = \frac{N_n}{A_s}, \quad (2.10)$$

- mərkəzdən xaric dartılan və mərkəzdən xaric sıxılan elementlər üçün

$$\sigma_s = \frac{N_n(e_t \pm z)}{A_s z}, \quad (2.11)$$

burada M_n , N_n - uyğun olaraq normativ əyici moment və boyuna qüvvə;

z - kəsiyin möhkəmliyə hesablanması nəticəsində qəbul olunan daxili cüt qüvvələrin qolu.

Hesablama ilə təyin olunan açılmış çatların eni cədvəl 9-da göstərilən qiymətlərdən çox olmamalıdır.

Qeyd. Düstur (2.11)-də "+" işarəsi mərkəzdən xaric dartılmada, "-" işarəsi isə mərkəzdən xaric sıxılmada qəbul olunur.

Təzyiqli tuneldən suyun filtrasiya sərfinin hesablanması

3.1. Suyun yol verilən filtrasiya sərfi Q , l/san×sm, suyun daxili və xarici təzyiqlər fərqi üçün hər 10 m-i üçün aşağıdakı düsturla təyin olunur

$$Q = \frac{1}{\frac{h_k}{k_{crc}n_{crc}} + \frac{1}{kM_f}} \leq Q_{adm} \cdot 2\pi r_e \cdot 10^{-7}, \quad (3.1)$$

burada k_{crc} - astar konstruksiyada çatların sukeçirməzlik əmsalı (təzyiq qradienti 1-ə bərabər olduqda, 1 sm çatdan su sərfi, sm³/san), aşağıdakı düsturla təyin olunur

$$k_{crc} = a_{crc}^3; \quad (3.2)$$

n_{crc} - astar konstruksiyada çatların sayı:

- betondan $n_{crc} = 0,0628r_e$;

- dəmir-betondan $n_{crc} = \frac{2\pi r_e 8\mu}{d}$;

μ - astar konstruksiyanın kəsiyinin armaturlanma əmsalı;

d - armaturun diametri, sm;

r_e - astar konstruksiyanın xarici radiusu, sm;

k - qrunzun filtrasiya əmsalı, sm/san;

M_f - filtrasiya zonası elementləri arasında həndəsi nisbəti xarakterizə edən forma modulu və aşağıdakı düsturla təyin olunur

$$M_f = \frac{2\pi}{\ln \frac{r_f}{r_e}}; \quad (3.3)$$

r_f - təcrübə məlumatları əsasında qəbul olunan filtrasiya sahəsinin radiusu, belə məlumatlar olmadıqda - tunelin qoyulma dərinliyinin iki mislinə bərabər, sm;

Q_{adm} - daxili və xarici təzyiqlər fərqi vahidinə görə təyin olunan suyun filtrasiya sərfinin yol verilən qiyməti, texniki-iqtisadi hesablamaların əsasında təyin olunur. İlkin hesablamalar üçün qəbuluna yol verilir: tunelin 1000 m² səthinə hər 10 m təzyiqlər fərqi $Q_{adm} = 1$ l/san (xarici və daxili təzyiqlər fərqi 100 m və az olduqda); tunelin 1000 m² səthinə hər 10 m təzyiqlər fərqi Q_{adm} 0,3-dən 0,5 l/san-daxili və xarici təzyiqlər fərqi 100 m-dən çox olduqda.

3.2. Tuneldən, suyun filtrasiya sərfinin mütləq qiyməti Q_{abs} , l/san, aşağıdakı düsturla təyin olunmalıdır

$$Q_{abs} = \frac{Ql(H_i - H_e)}{10}, \quad (3.4)$$

burada l -tunelin uzunluğu, sm.

3.3. Tuneldən suyun filtrasiya sərfinin azaldılması üçün polimer yapışdırıcı materiallar əsaslı xüsusi örtüklərin tətbiqi, bərkidici sementləşdirmə və digər konstruktiv tədbirlər nəzərdə tutulmalıdır.

Əsas hərfi işarələnmələr

Qruntların əsas xarakteristikaları

f - bərklik əmsalı;
 K - dəf etmə əmsalı;
 K_0 - xüsusi dəf etmə əmsalı;
 K_f - filtrasiya əmsalı;
 E_q - deformasiya modulu;
 ν - Puasson əmsalı;
 φ - daxili sürtünmənin görünən bucağı;
 c - qrunun ilişməsi;
 ρ - qrunun sıxlığı;
 M_q - çatlılıq modulu;
 g_{qzn} - süxurların normativ şaquli təzyiqi;
 g_{qxn} - süxurların normativ üfüqi təzyiqi;
 h_q - tağ-tavanın dağılma hündürlüyü;
 b_q - tağ-tavanın dağılma aşırımı;
 h_{q1} - pozulmuş zonanın dərinliyi;
 h_{qz} - tunel üzərində qrun qatının hündürlüyü.

Yüklər və təsirlər, onlardan qüvvələr

M_n, N_n - normativ əyici moment və normal qüvvə;
 H_i - suyun daxili təzyiqi;
 H_e - yeraltı suyun təzyiqi;
 H_{e1} - yeraltı suyun təminat təzyiqi;
 p_{we} - xarici təzyiq;
 p_{cr} - xarici kritik təzyiq;
 p_{wi} - suyun hesablama daxili təzyiqi;
 p_{win} - suyun normativ daxili təzyiqi.

Materialların xarakteristikası

E_k - astar konstruksiyanın elastiklik modulu;
 E_b - betonun elastiklik modulu;
 E_s - armaturun elastiklik modulu;

R_{st} - armaturun dartılmada hesablama müqaviməti;
 R_{yn} - poladın axıcılıq həddi üzrə normativ müqaviməti;
 R_u, R_y - müvafiq olaraq müvəqqəti müqavimətə və axıcılıq həddinə görə polad qabığının dartılmaya, sıxılmaya və əyilməyə hesablama müqaviməti;
 R_{btn} - betonun dartılmaya normativ müqaviməti;
 R_{bt} - püskürdülən betonun oxboyu dartılmaya hesablama müqaviməti;
 R_{as} - anker milinin dartılmaya hesablama müqaviməti.

Həndəsi xarakteristikalar

h - qazmanın hündürlüyü;
 b - qazmanın aşırımı (eni);
 h_k - astar konstruksiyasının qalınlığı;
 t_b - püskürdülən beton örtüyünün qalınlığı;
 r_i - astar konstruksiyasının daxili radiusu;
 r_e - astar konstruksiyasının xarici radiusu;
 r_m - qabığının orta radiusu;
 r_r - mərkəzi oxun radiusu;
 t - polad qabığının qalınlığı;
 A_s - armatur kəsiyinin sahəsi;
 h_0 - kəsiyin işçi hündürlüyü;
 a_c - sıxılan armaturda əvəzləyici qüvvədən ən yaxın üzə qədər məsafə;
 e_t, e_c - boyuna qüvvəyə qədər uyğun olaraq dartılan və sıxılan armaturun kəsiyinin sahəsinin ağırlıq mərkəzindən məsafə;
 μ - kəsiyin armaturlanma əmsalı;
 d - ankerin diametri;
 A_r - sahə;
 A_{s_s} - polad qabığının kəsik sahəsi;
 J_r - halqanın birləşən kəmərlə en kəsiyinin inersiya momenti.

Əmsallar

γ_f - yükə görə etibarlılıq əmsalı;
 γ_n - qurğunun təyinatına görə etibarlılıq əmsalı;
 γ_{lc} - yük birləşməsi əmsalı;
 γ_c - iş şəraiti əmsalı.

Mündəricat

1. Tətbiq sahəsi.....	1
2. Normativ istinadlar.....	1
3. Əsas anlayışlar.....	2
4. Ümumi müddəalar	3
5. Tunelin trası və en kəsiyi	5
6. Tunel konstruksiyaları üçün materiallar	7
7. Tunellərin konstruksiyası	8
- <i>Ümumi konstruktiv tələblər.....</i>	<i>8</i>
- <i>Astar konstruksiyasız tunellər.....</i>	<i>10</i>
- <i>Tunellərin astar konstruksiyaları.....</i>	<i>10</i>
8. Hidrotexniki tunellərin mexaniki avadanlıqları	14
- <i>Ümumi konstruktiv tələblər.....</i>	<i>14</i>
- <i>Sürgülər.....</i>	<i>15</i>
- <i>Tunellərin sürgü kameraları</i>	<i>15</i>
9. Drenaj və hidrotexniki tunellərin sementlə bərkidilməsi	16
- <i>Ümumi konstruktiv tələblər.....</i>	<i>16</i>
- <i>Drenaj</i>	<i>16</i>
- <i>Hidrotexniki tunellərdə sementlənmə.....</i>	<i>20</i>
10. Yüklər, təsirlər və onların birləşmələri	21
11. Astar konstruksiyaların hesablanmasına dair əsas müddəalar	25
Əlavə 1 (təvsiyə olunan)	
İlkin hesablamalarda tunellərin astar konstruksiyalarının birinci qrup həddi hallara görə hesablanması	31
Əlavə 2 (təvsiyə olunan)	
İlkin hesablamalarda tunellərin astar konstruksiyalarının ikinci qrup həddi hallara hesablanması	38
Əlavə 3 (təvsiyə olunan)	
Təzyiqli tunnədən suyun filtrasiya sərfinin hesablanması	41
Əlavə 4 (məlumat üçün)	
Əsas hərfi işarələnmələr	42