

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

BASQILI VƏ BASQISIZ HİDROTEKNİKİ TUNELLƏRİN HİDRAVLİKİ VƏ STATİKİ İŞİNİN TƏDQIQI

İxtisas: 3305.08 – “Hidrotexniki tikinti”

Elm sahəsi: Texnika

Iddiaçı: **Elçin Azər oğlu Paşayev**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
A.Ə. Mürsəlov

Rəsmi opponətlər: Texnika elmləri doktoru
Ə.Ş.Məmmədov

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
A.M.Müslümov

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru
R.S.Əbilov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.37 Dissertasiya şurasının bazasında yaradılmış BFD 2.37 Birdəfəlik Dissertasiya şurası

Birdəfəlik Dissertasiya şurasının sədri: Texnika elmləri doktoru, professor
Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev

Birdəfəlik Dissertasiya şurasının Elmi katibi: Texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Məhriban Zabit oğlu Yusifov

Birdəfəlik elmi seminarın sədri: Texnika elmləri doktoru, professor
Bəhram Hüseyn oğlu Əliyev



[Handwritten signature]

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Hal-hazırda respublikamızda müxtəlif təyinətli tunellərin tikintisinə geniş yer verilir. Bunlardan nəqliyyat, sutullayıcı və suötürücü tunellərə daha çox rast gəlinir. Hidrotexniki tunellərin ən qısa məsafədə su nəqlini həyata keçirə bilən yeraltı mühəndisi qurğu olduğu Azərbaycan Respublikası şəraitində nəzərə alınmışdır. Tunellərin daxilində və müəyyən hissələrində baş verən aşınma, kavitasiya, çatlama hadisələri onların hesablama metodikalarına yenidən baxılması zərurətini yaradır. Kavitasiya və eroziya hadisəsinin tunellərdə yaranması vakuumla əlaqəli olduğundan, bu proseslərin qarşısının alınması tunelə daxil olan və tələb olunan havanın sərfinin təyin olunması ilə müəyyənləşə bilər. Bunun üçün yeni hidravliki hesablama metodikaları işlənmişdir. Basqısız hidrotexniki tunellərin üst tağ hissəsində, basqılı tunellərin isə həlqəvari kəsiklərində rast gəlinən çatlamaqları layihələndirmə, yaxud tikinti dövründə yol verilən xətlər üzündəndir. Həmin xətlər mövcud yüklərin və parametrlərin təsirlərinin bəzən nəzərə alınmaması səbəbindən ola bilər. Dissertasiya işi bu problemlərin müəyyən qədər də olsa həllinə həsr olunduğundan, mövzunu aktual hesab etmək olar.

İşin məqsədi. Dissertasiya işinin məqsədi aşağıdakı elmi-tədqiqatları aparmaqdan ibarətdir:

- basqılı hidrotexniki tunellərin çıxış hissəsinin müxtəlif vəziyyətlərində axının dərinliklərini tapmaq üçün hərəkət tənliklərini almaq;
- basqısız hidrotexniki tunellərdə çəpinə hidravliki sıçrayışın fəza halı üçün əsas tənliklərini almaq, tunelin döngəli hissəsində bucaq sürətindən asılı olaraq qəbul edilən sirkulyasiya sabitinə əsasən eninə kəsik üzrə dərinliklər fərqi üçün ən böyük qiymətini təyin etmək;
- basqısız tunelə daxil olan havanın su axımının iş rejiminə təsirini müəyyənləşdirmək;
- tunel qurğuları üzərindəki dərinlik bağlayıcısı arxasında baş verən hidravliki sıçrayış hadisəsi nəticəsində tunelə tələb olunan hava axını sərfini tapmaq;
- basqılı və basqısız tunellərə xarici mühitin təsirini əvəz edə biləcək birinci növ dayaqlar bərkitməklə hesablama sxemlərini tərtib etmək,

- basqısız tunelin tağ elementinin bu sxem əsasında yekun dayaq reaksiyasını tapmaq;
- basqısız tunel üzərindəki qrunt suyunun da təsirini nəzərə almaqla, tağ elementinin yerdəyişmə və dayanıqlığa hesablanma üsulunu işləmək;
- dairəvi en kəsikli tuneli şərti olaraq üst və alt yarımhəlqələrə bölməklə, üzərindəki qrunt suyu təsirini də nəzərə almaqla tunel daxili boş olduqda və suyun basqılı hidrostatiği təzyiqinə məruz qaldıqda, iç qüvvələrini təyin etmək və həlqəvari kəsiyi dayanıqlığa yoxlamaq;
- təklif olunan hesablama metodikalarına aid ədədi misallar həll etmək və bu metodikaların tətbiqi əhəmiyyətini müəyyənləşdirmək.

Elmi yeniliklər. Dissertasiya işindəki elmi yeniliklər aşağıdakılardır:

- hərəkət miqdarının dəyişməsi qanunundan istifadə edərək tunellərin müxtəlif çıxış hissələrindəki basqılı kəsiklərdə sıçrayışın təsirindən yaranan dərinliyi, böyük düşmələrdə aerasiyalı axının yaratdığı basqını və kiçik düşmələrdə pyezometrik basqını tapmaq üçün hesablanma düsturları alınır;
- fəza halı üçün basqısız hidrotexniki tunellərdə çəpinə hidravliki sıçrayış baş verdikdə əlaqələnmiş dərinliklərin bir-birindən asılılıq tənliyi alınır və rast gəlinən xüsusi hallarda seçmə yolu ilə həll edilən bu tənlik başqa formalara düşür;
- basqısız tunelin döngəli hissəsində qəbul edilmiş sirkulyasiya sabitindən istifadə etməklə, axının sərfi və eninə kəsiyi üzrə səth səviyyələrinin fərqi və sərfi təyin edilir;
- tunel üzərində yerləşən dərinlik bağlayıcısı arxasında hidravliki sıçrayış zonasına hava borucuğu vasitəsilə daxil olan öz-özünə aerasiya və havanın lokal tutulma səfləri, aerasiyalı su axınının səthindən yuxarıdakı boşluqda sürüklənən hava kütləsinin sərfi nəzəri yolla alınmış düsturlarla hesablanır;
- basqısız tunelin tağ elementinə xarici mühitin təsirini birinci növ dayaq bərkidərək əvəz etməklə, tunelə düşən yüklər nəzərə alınaraq yekun dayaq reaksiyaları əldə edilmiş yeni düsturla tapıla bilər;
- tağvari-düzbucaqlı en kəsikli tunelin tağ hissəsi üzrə qrunt suyunun da təsirini nəzərə almaqla iç qüvvələri təyin edilir və boyuna qüvvənin böhran qiymətini hesablamaq mümkün olur;

- dairəvi en kəsikli tunelin içərisi boş olduqda və suyun basqılı hidros-tatiki təsirinə məruz qaldıqda, üst hissədəki qrunt suyunun təzyiq yükləri də nəzərə alınaraq yuxarı və aşağı yarımhəlqə kəsiklərində boyuna və kəsici qüvvələr, əyici moment ilkin parametrlərdən asılı olaraq tapıla bilər, həmin həlqə elementlərinin dayanıqlığa yoxlanıl-ması imkanı əldə edilir.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Dissertasiya işində əldə olunmuş ifa-dələr və həll edilmiş ədədi misallar təkcə hidrotexniki tunellərin deyil, həmçinin nəqliyyat və digər təyinatlı tunellərin müvafiq hesablamala-rında istifadə oluna bilər. Təklif olunan hesablama üsullarının nəticə-ləri ilə üfüqi istiqamətdə qazılaraq yerləşdirilən boru kəmərlərinin və tikilən tunellərin mövcud normativlərlə aparılmış hesablamalarının nə-ticələrini müqayisə etmək mümkün olur ki, bu da işin praktiki əhəmiy-yətli olduğunu göstərir.

Alınmış nəticələrin etibarlığı. Təklif edilən hesablama üsulları hidravlikanın və klassik mexanikanın mövcud qaydalarına və tətbiqi əhəmiyyət kəsb edən qanunlarına əsaslanmışdır. Nəzəri yolla əldə edilmiş düsturlarla aparılan hidravliki və müasir kompüter proqramı ilə yerinə yetirilən statiki hesablamaların nəticələrinin mövcud üsullarla tapılan nəticələrə uyğun və yaxın olması, alınmış nəticələrin etibarlı olmasının əsas göstəricisidir.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işində aparılmış tədqiqatların əldə olunan nəticələri Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respub-lika elmi konfransında (Bakı 2016), “Müasir istilik təchizatında proq-ressiv texnologiyalar” Respublika elmi-praktiki konfranslarında (Bakı 2017 və 2019), Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Me-liorasiya və su təsərrüfatı tikintisi” kafedrasının elmi seminarlarında (2016-2020-ci illərdə), “Memarlıq və inşaatda enerjiquoyucu innovasiyalar ESİAC2021” beynəlxalq elmi-praktiki konfransı (Bakı 2021), “Universum: технические науки” (Moskva 2024), International Conference on Energy and Environmental Technologies in Engineering and Architecture” (Bakı 2024) konfranslarda məruzə və müzakirə edilmişdir.

Nəşr edilmə: Dissertasiya işinin əsas nəticələri altı elmi məqalədə nəşr olunmuşdur (biri İngiltərədəki “SAEQ” jurnalında 2018-ci ildə nəşr edilməklə).

Müdafiəyə çıxarılan əsas məsələlər:

1. Basqılı və basqısız hidrotexniki tunellərin hidravliki iş rejimlərinin tədqiqi.
2. Hidrotexniki tunellərə daxil olan hava kütləsinin su axınının iş rejiminə təsirinin müəyyənləşdirilməsi.
3. Tunnel qurğuları üzərində yerləşdirilmiş dərinlik bağlayıcısı arxasında baş verən hidravliki sıçrayışdan sonra axın basqılı və basqısız rejimdə olduqda, aerasiya borusu vasitəsilə tunelə tələb olunan hava kütləsinin sərfinin təyin olunma metodikası.
4. Elastiki qrunt mühitində yerləşən hidrotexniki tunellərin statiki yüklərin təsirinə təklif olunan hesablamə sxemləri və bu sxemlər əsasında basqısız hidrotexniki tunellərin tağ elementi üçün dayaq reaksiyalarının təyini.
5. Tağvari-düzbucaqlı en kəsikli basqısız hidrotexniki tunellərin tağ hissəsində iç qüvvələrinin və boyuna böhran qüvvəsinin təyin olunma üsulu.
6. Dairəvi en kəsikli hidrotexniki tunellərin üst və alt yarımhəlqələrinə (yan qövsvəri həlqə elementlərinə) bölünməklə statiki yüklərin təsirinə hesablanma metodikası.
7. Basqılı tunellərin çıxış hissəsinə və basqısız tunellərə aid aparılmış hidravliki hesablamaların əsas göstəricilərinin analizi.
8. Düzbucaqlı-tağvari və dairəvi en kəsikli tunellərə aid təklif edilən üsullarla yerinə yetirilmiş statiki hesablamalar və onların nəticələrinin əldə edilməsi üçün alqoritmik dildə təqdim olunan kompüter proqramları.

Dissertasiyanın struktur bölmələri ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla ümumi həcmi. Dissertasiyanın ümumi həcmi 201058 işarədən (titul 383 işarə sayı, mündəricat 2910 işarə sayı, giriş 7182 işarə sayı, birinci fəsil 42510 işarə sayı, ikinci fəsil 60045 işarə sayı, üçüncü fəsil 46473 işarə sayı, dördüncü fəsil 37358 işarə sayı, ümumi nəticə 4197 işarə sayı), 66 şəkil və 17 cədvəl illüstrasiya, 108 ədəd ədəbiyyat siyahısı olmaqla 189 səhifədən ibarətdir.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya mövzusunun aktuallığı əsaslandırılır, işin məqsədi göstərilir, elmi yenilikləri, praktiki əhəmiyyəti, alınmış nəticələrin etibarlılığı və müdafiəyə çıxarılan məsələlər qeyd olunur.

I fəsil dörd yarım fəsildən ibarət olub, hidrotexniki tunellərin konstruksiyaları və onların mövcud hesablanma üsullarının araşdırılmasına həsr edilmişdir. Hidrotexniki tunellərin tətbiq olunma şərtləri qeyd olunmuş, basqılı və basqısız hidravliki rejimdə iş şəraitləri öyrənilmişdir. Tunellərin mühəndis təcrübəsində rast gəlinən ən kəskin konstruksiyaları göstərilmiş, onların bütün təsirləri nəzərə almaqla və hansı hidravliki rejimdə işləməsini müəyyənləşdirməklə ən kəskinlərinin seçilmə qaydaları verilmişdir.

Hidrotexniki tunellərdə axının hidravliki iş rejimləri Frud ədədlərinin qiymətlərinə görə araşdırılmışdır. Tunellərdə hərəkətin çoxsaylı və fərqlənən hallarında basqılı, basqısız və hər ikisində rast gəldiyi rejimlər tunel boyu axında müşahidə olunur. Tuneldə basqısız axının sərbəst səthinin vəziyyəti aşağıbyefə tərəf batırılma şərtinə görə müəyyənləşir ki, bu da Frud ədədinin qiymətinin əsas rol oynadığının bir göstəricisidir. Frud ədədinin qiymətlərinə görə xarakterik halların aşağıdakılar olduğu qeyd olunmuşdur:

- 1) axın tunelin giriş hissəsində üst divarına toxunur və Frud ədədinin $F_r < 0,1 \neq 0,2$ qiymətlərində axının aradan bir basqılı rejimə keçməsinə rast gəlinir;
- 2) Frud ədədinin $0,1 \neq 0,2 \leq F_r < 1,0$ qiymətlərində tuneldəki axının sərbəst səthində düşmə ilə müşahidə olunan dalğalanma prosesi baş verir;
- 3) Frud ədədinin qiyməti $0,1 < F_r < 4,0$ intervalında dəyişdikdə isə axında aşağı byef tərəfdən batırılma baş vermirsə, səthdə yaranan dalğanın qaşığı yuxarı byefə tərəf uzanır və şaquli şaxtali aetasiya borusunun arxasında tunelin üst divarına toxunur.

Tunelin çıxış kəsiyinin aşağı byef tərəfdən batırılmayan halında basqılı vəziyyətdə tuneldən keçən axının sərfinin artdığı hal üçün giriş kəsiyindən müəyyən məsafədə axının tunelin hündürlüyünə bərabər basqılı divarın səthindən qopması və aşağı byefdəki axına qarışması qeyd olunmuşdur. Fasilələrlə basqılı hidravliki rejimlə inşaat tunelin-

dən buraxılan axının sərfinin tapılmasında giriş hissəsinin arxasındakı dərinliyin qiyməti və sərbəst səthin qalxma əyrisinin göstəriciləri önəmli roloynayır. Bunun üçün də tunelin çıxış hissəsinin basqılı vəziyyətdə olması göstərilmişdir. Tunellərin həm giriş, həm də çıxış hissələrinə tərəf fasiləli dəyişən basqılı axının sərbəst səthinin səlist və dalğavari olmasının səbəbləri aşığılanmışdır.

Basqısız hidrotexniki tunellərin düzbucaqlı tağvari enkəsikli formada olduqları nəzərə alınmaqla, onların boyuna sərf axını buraxmaları əsaslandırılmışdır. Belə tunellərdən keçən aerasiyalı axının sərfinin təyin olunmasını əsas götürülərək, tələb olunan hava axını sərfinin tapılmasının layihələndirilmə prosesində zəruriliyi qeyd edilmişdir.

Basqılı hidravliki rejimdə işləyən a hündürlüklü tunel qurğusunun astanasının yuxarı byefində dib səviyyəsindən yerləşmə hündürlüyünün c olduğu nəzərə alınmaqla, tuneldən keçən axının sərfinin və astanası önündəki tam basqısının aşağıdakı məlum düsturlarla təyin edildiyi verilmişdir:

$$Q = b \int_{-c}^T u_0 dz = bu_0 (T + c) = b \int_0^a v da, \quad (1)$$

$$T_0 = \frac{1}{a} \int_0^a \left(z + \frac{p}{\gamma} \right) dz + \frac{v^2}{2\mu^2 g}, \quad (2)$$

burada v - tuneldən keçən axının orta sürəti; μ - sərf əmsalındır:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \Sigma \xi}}. \quad (3)$$

Düzbucaqlı-tağvari və dairəvi en kəsikli tunellərin tam kənar eninin B_0 və hündürlüyünün H_0 olduğu nəzərə alınmaqla, uçurum tağının əhatə məsafəsi aşağıdakı məlum düsturla tapılır (şəkil 1):

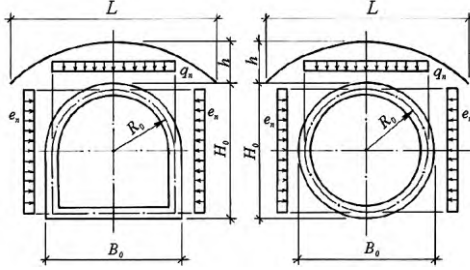
$$L = B_0 + 2H_0 \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (4)$$

Belə en kəsikli tunellərə üstdən və yan tərəflərdən təsir edən normativ yüklər üçün uçma tağının tunelin yuxarı səthindən yerləşmə hündürlüyünün h olduğu nəzərə alınmaqla, uyğun olaraq aşağıdakı məlum orta qiymətləri qəbul edilmişdir:

$$q_n = \beta \gamma_d h, \quad (5)$$

$$e_n = \gamma_q \left(h + \frac{1}{2} H_o \right) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (6)$$

burada: β - düzəliş əmsalı olub, $B_0 < 6,0$ m olduqda $\beta = 0,7$ və $B_0 \geq 6,0$ m olduqda isə $\beta = 1,0$ qəbul edilir.



Şəkil 1. Basqsız və basqılı hidrotexniki tunellərin müntəzəm normativ yüklərin (q_n və e_n) təsirinə mövcud hesablamə sxemləri.

İnşaat normaları və qaydalarına görə mərkəzi oxu yer səthindən h_{or} hündürlüyündə yerləşən dairəvi en kəsikli tunel həlqəsi sabit xarici yük təsirinə məruz qaldıqda, bu yük həlqə boyu $q = \gamma h_{or}$ intensivliklə öz təsirini göstərir. Belə tunellərin həlqəsi dəyişən intensivlikli yük təsirinə məruz qaldıqda, bu yükün qiyməti tunelin təpə nöqtəsində $\gamma(h_{or} - 0,5D_x)$, mərkəzi xətti üzrə $\gamma h_{ort} \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$ və ən aşağı nöqtəsində $\gamma(h_{or} + 0,5D_x)$, qəbul edilmişdir.

Basqılı və basqsız hidrotexniki tunellərə dair aparılacaq yeni tədqiqatlar müəyyən edilmişdir. Yerinə yetiriləcək tədqiqatların Naxçıvançay üzərindəki Vayxır hidroqovşağında tikilmiş tunellərdə aparılmasının mümkünlüyü qeyd olunmuşdur.

II fəsildə basqılı və basqsız hidrotexniki tunellərin hidravliki iş rejimləri tədqiq edilmişdir. Basqılı suötürücü tunellərin iş rejimləri tədqiq edilərək, hidravliki parametrləri təyin edilmişdir (şəkil 2).

Tunellərdən basqılı hidravliki rejimdə aşağı byefə xaric olunan axının hərəkət miqdarının dəyişilmə tənzimləmədən istifadə edərək, hidravliki sıçrayışdan sonra aşağı byef tərəfdən tunel çıxışının şaquli divarına toxunan yerdə dərinliyin

$$h_n = \sqrt{\left(h_s''\right)^2 + \frac{2q^2}{g} \left(\frac{1}{h_s''} - \frac{1}{h_t}\right)} = \sqrt{\left(h_s''\right)^2 - \frac{2q^2}{g} \cdot \frac{h_s'' - h_t}{h_s'' \cdot h_t}}, \quad (7)$$

tuneldən böyük hündürlüyə malik pilləli düşməsində hava kütləsinin tökülən su şırnağına təsir göstərən basqısının

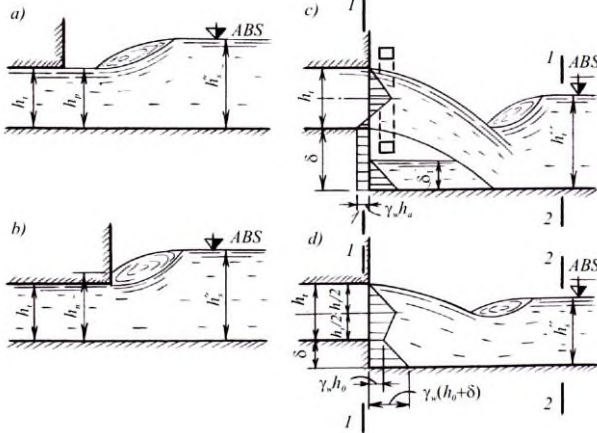
$$h_a = \frac{2}{4\delta + h_t} \cdot \left[\frac{2q^2}{g} \cdot \frac{h_s'' - h_t}{h_t h_s''} + \frac{h_t^2}{2} - \left(h_s''\right)^2 + \delta^2 \right], \quad (8)$$

tunel çıxışından kiçik hündürlüklü düşmədə pyezometrik basqının

$$h_0 = \frac{2}{4\delta + h_t} \cdot \left[\left(h_s''\right)^2 - \delta^2 - \frac{h_t^2}{2} - \frac{2q^2}{g} \left(\frac{1}{h_t} - \frac{1}{h_s''}\right) \right], \quad (9)$$

düsturları ilə hesablanması müəyyən olunmuşdur.

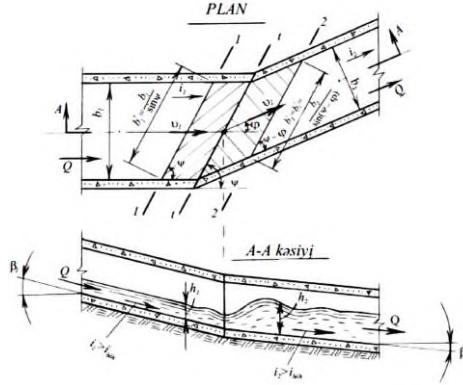
(7), (8) və (9) düsturlarının çıxışlarında axının hərəkət miqdarının dəyişməsi tənliyindən istifadə edilmişdir. Dissertasiyada bu tənliklərin sərfi 200 m³/san-dən çox olan tunellərin çıxışında böyük hündürlüklü düşmələrdən sonra aşağı byefədə hava kütləsinin təsiri ilə axının eninə istiqamətdə qeyri-bərabər yayılma halları üçün tətbiqi əhəmiyyətinin izahı verilmişdir.



Şəkil 2. Basqılı tuneldən aşağı byefədə çıxışda səviyyələrin əlaqələnmə sxemləri:

a və b – tuneldən təbii məcraya eyni səviyyədə olan keçiddə axın batırılmamış və batırılmış rejimdə olduqda; c və d – tuneldən təbii məcraya keçiddə düşmə olduqda, rast gəlinən hallarda.

Basqısız hidrotexniki tunellərin uzununa kəsiyi üzrə konstruksiyaları göstərilmiş, onların hidravliki iş prosesi tədqiq olunmuş və hərəkətin qeyri-müntəzəmliyi Frud ədədinin tapıla bilən qiymətinə görə iferensial tənliyindən istifadə etməklə analiz edilmişdir. Basqısız tunellərin çəpinə döngəli hissəsində fəzada yaranan hidravliki sıçrayışın əlaqələnməmiş dərinliklərini tapmaq üçün aşağıdakı tənlik əldə edilmişdir (şəkil 3):



Şəkil 3. Basqısız hidrotexniki tunellərdə dalğavari formalı çəpinə hidravliki sıçrayışın hesablanma sxemi.

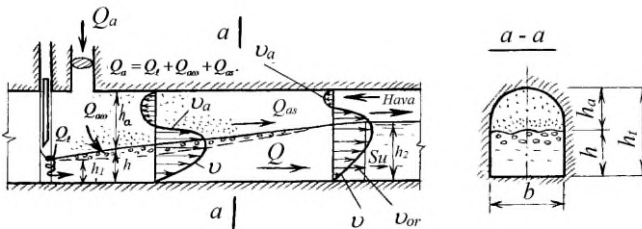
$$\begin{aligned}
 & h_2 \sin(\psi - \varphi) \left[h_1 h_2^2 \cos^2 \beta_2 \sin(\psi - \varphi) \cos \varphi - \frac{2\alpha q_1^2}{g} \cos \beta_1 \sin \psi \right] = \\
 & = h_1 \sin \psi \left[h_1^2 h_2 \cos^2 \beta_1 \sin(\psi - \varphi) - \frac{2\alpha q_1^2}{g} \cos \beta_2 \sin \psi \cos \varphi \right], \quad (10)
 \end{aligned}$$

(10) ümumi ifadəsinə əsasən rast gəlinən xüsusi hallar üçün tənliklər alınmışdır. Basqısız tunelin döngəli hissəsinin ixtiyari kəsiyində axının tam xüsusi enerjisinin $E_i = h_i + \frac{u_i^2}{2g}$ olduğunu nəzərə almaqla və $k_s = \omega r^2$ sirkulyasiya sabiti qəbul etməklə, tuneldən keçən axının sərfini tapmaq üçün aşağıdakı düstur əldə olunmuşdur:

$$Q = k_s \cdot \ln \frac{r_1}{r_2} \left(E_i - \frac{k_s^2}{2gr_1 r_2} \right). \quad (11)$$

Basqısız tunellərdə axın üstü havanın təsiri həm qeyri-müntəzəm hərəkətin, həm əsas diferensial tənliyində, həm də hidravliki mailliyin təyin olunmasında nəzərə alınmışdır. Həmin hava axını tunnel boyu su axınının hərəkət istiqamətinin əksinə yönələn vəziyyətdə götürülmüşdür. Bu tədqiqatların axının sərf modulunun və Frud ədədinin qiymətlərinin tapılmasından sonra sərbəst səthin formasını müəyyənləşdirməkdə, tunelləri havalandıran aerasiya borusu vasitəsilə suüstü hava boşluğuna ötürülən və aşağı byef tərəfdən geri qayıdan hava axınının sürətinin təyin edilməsində rol qeyd olunmuşdur.

Hidrotexniki tunellərə daxil olan havanın su axınının iş rejiminə təsiri tədqiq edilmiş, dərinlik bağlayıcısı arxasında hidravliki sıçrayışın basqısız və basqılı hərəkət rejimlərinin əsas tənlikləri alınmışdır. Aerasiya borusundan tunelə daxil olan havanın Q_a sərfinin bağlayıcı kamerasının astanası arxasındakı paz hissəsində hava axınının lokal tutulma (Q_{\square}), qabarcıqlar şəklində sərbəst səthdən su axınına qarışan öz-özünə aerasiya ($Q_{a\omega}$) və tunelin uzunluğu boyunca su axını səthindən yuxarıdakı fəza boşluğunda hərəkətdə olan hava axınının (Q_{as}) sərfərinə ayrıldığı şəkil 4-də təsvir edilmişdir:



Şəkil 4. Hava axınlarının da təsirini nəzərə almaqla basqısız tunellərdə bağlayıcı arxasında səlist qalxma əyrisinə malik olan su axınının hidravliki hesablanma sxemi.

Hava və su axını sürətlərinin dərinlik üzrə uyğun olaraq iki və üçhədli kvadrat parabola qanunları ilə dəyişildiyi nəzərə alınmaqla, tunneldən ötürülən suyun məlum Q sərfinə əsasən öz-özünə aerasiya sərfinin

$$Q_{a\omega} = \frac{\alpha b h}{6 h_m (h - h_m)} \cdot [2(\nu_s h_m - \nu_{\max} h) h + 3(\nu_{\max} h^2 - \nu_s h_m^2)] - Q, \quad (12)$$

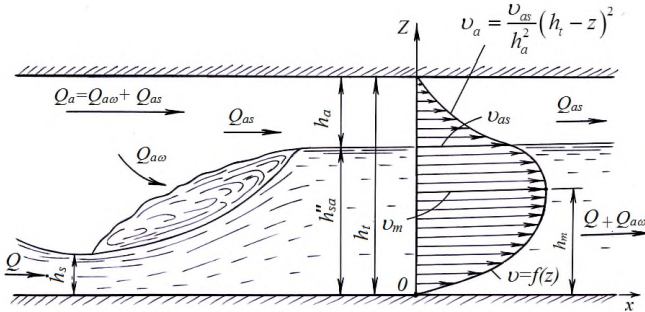
suüstü fəzadakı sürüklənən hava axını sərfinin isə

$$Q_{as} = \alpha_q b \int_h^{h+h_a} \nu_a dz = \alpha_q b \nu_s \left\{ \frac{1}{h_a h_{ak}} \cdot \left[\frac{1}{3} (h_a^3 + 3h^2 h_a + 3h h_a^2) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{1}{2} (h_{ak} + 2h + h_a) (h_a^2 + 2h h_a) + h h_a (h_{ak} + h + h_a) \right] + h_a \right\} \quad (13)$$

düsturları ilə hesablanmasının çıxarışı dissertasiya işində verilmişdir.

Tunelə daxil olan havanın sərfi öz-özünə aerasiya və suüstü fəzada sürüklənən sərlərə ayrıldıqda (şəkil 5), həmin sərfin tapılması üçün aşağıdakı düstur alınmışdır ¹:

$$Q_a = Q_{a\omega} + Q_{as} = \frac{\alpha b h_{sa}^*}{h_m (h_{sa}^* - h_m)} \cdot \left\{ \frac{1}{3} (\nu_{sa} h_m - \nu_m h_{sa}^*) h_{sa}^* + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} [\nu_m (h_{sa}^*)^2 - \nu_{sa} h_m^2] \right\} + \alpha_q b \left\{ \frac{1}{h_a} \cdot \left[(h_{sa}^*)^2 + h_a \left(h_{sa}^* + \frac{1}{3} h_a \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - (h_{sa}^* + h_a) (h_a + 2h_{sa}^*) + h_{sa}^* (2h_a + h_{sa}^*) \right] + h_a \right\} \nu_{as} - Q. \quad (14)$$



Şəkil 5. Hidravliki sıçrayışdan sonra basqsız rejimdə işləyən tunellərdə hava və su axınının sürət epürü əsasında aerasiya sərfinin (Q_a) təyin edilmə sxemi.

¹ Mürsəlov, A.Ə., Paşayev, E.A. Hidrotexniki tunellərdə dərinlik bağlayıcılarından sonra yaranan hidravliki sıçrayış zamanı aerasiya borusundan daxil olann hava axını sərfinin təyini // –Bakı: “Ekologiya və su təsərrüfatı” Elmi-texniki və istehsalat jurnalı, –2018. №5 (71), –s. 57-60.

Dərinlik bağlayıcılarının yerləşdirildiyi tunellərdə bağlayıcıdan sonra yaranmış hidravliki sıçrayışın son kəsiyində vakuometrik təzyiqin də təsirini nəzərə almaqla aerasiyalı aerasiyalı axının hərəkət miqdarının tənliyi yazılmışdır. Həmin tənlikdən qeyd olunan tunelin üst divarından yuxarıdakı pyezometrik basqının tapılma imkanı əldə edilmişdir². Bu basqının təyin edilməsi tunelin çıxış portlarının batırılmış hidravliki rejimdə işlədiyi hal üçün həm aşağı byefdəki axının dərinliyini, həm də pyezometrik basqı xəttinin sıçrayışdan sonra tunel boyu düşmə vəziyyətini müəyyənləşdirməyə imkan vermişdir. Bu proses hesablama sxemi ilə dissertasiyada öz əksini tapmışdır.

Tuneldə yerləşdirilən dərinlik bağlayıcısı arxasında baş verən hidravliki sıçrayış hadisəsindən sonra axının tuneldən basqılı hidravliki rejimdə keçdiyi hal üçün sıçrayışın son kəsiyində pyezometrik basqı təyin edilmiş, tələb olunan hava axınının sərfi tapılmış və aerasiya borucuğunun daxili diametrinin tuneldən ötürülən su axını sərfindən asılı olaraq tapıla bilməsi üçün zəruri hesablama düsturu əldə edilmişdir.

III fəsildə hidrotexniki tunellərin statiki yüklərin təsirinə hesablanma metodikaları işlənmişdir. Bu tunellərin həmin yüklərin təsirinə hesablanma sxemləri tərtib olunmuş və basqısız tunelin tağ elementinə yük təsirinə qarşılıq verə bilən 1-ci növ reaksiya dayaqlarını tətbiq etməklə, tağın düzbucaqlı elementə birləşmə yerində dayaq reaksiyaları tapılmışdır.

Tağvari-düzbucaqlı en kəsikli tunellərin tağ və düzbucaqlı hissələrinin bir-birinə bərkidilmə şərtlərinə görə tağın statiki təsirlərə rast gəlinən hesablama sxemləri tətbiq olunmuşdur. Tağ elementinə onu əhatə edən qruntun uçurum tağından düşən yükləri nəzərə almaqla, statistikanın müvazinət şərtlərinə əsasən yazılmış yüklərdən istifadə olunmaqla tunelin yan divar elementlərindən tağ elementinə göstərilən reaksiya qüvvələri təyin edilmişdir. Dayaq reaksiyalarının

² Mursalov, A.A., Hasanov E.E., Pashayev, E.A. The influence of air (entering into closed water conductor facilities) on working rejime of water flow // – England: Journal «SAEQ» science at applied engineering quarterly, –2018. issue 15, –pp. 8-10

əldə olunmuş bu ifadələri tağ elementinin ixtiyari kəsiyində boyuna və kəsici qüvvələri tapmağa imkan vermişdir. Qeyd olunan təsirlərdən tunnel tağının üzərinə qeyr-müntəzəm şəkildə düşən yükün yekun ifadəsi əldə olunmuşdur.

Tərtib olunan hesablamada sxemində (şəkil 6) bu yükün təsiri baxılan kəsiyə qədər olan əhatə bucağı sərhədlərində inteqrallama yolu ilə radial istiqamətlərdə tağın üzərinə doğru yönələn qüvvə ilə əvəz olunmuşdur. Tunnelin tağ elementlərinin qrunut suyunun təsiri də nəzərə alınmaqla elastiki oxunun əyilmədə diferensial tənlikləri aşağıdakı kimi ifadə edilmişdir:

$$\frac{d^2w}{d\theta^2} + w = -\frac{MR_0^2}{EJ}; \quad \frac{du}{d\theta} - w = 0. \quad (15)$$

(15) tənliklərini inteqrallamaqla tağın ixtiyari kəsiyində şaquli və üfüqi yerdəyişmələri təyin olunmuşdur. Tunnelin mərkəzi oxuna nəzərən θ bucağı əhatəsində yerləşən kəsikdə (şəkil 6) əyici moment və boyuna qüvvəni tapmaq üçün aşağıdakı düsturlar alınmışdır:

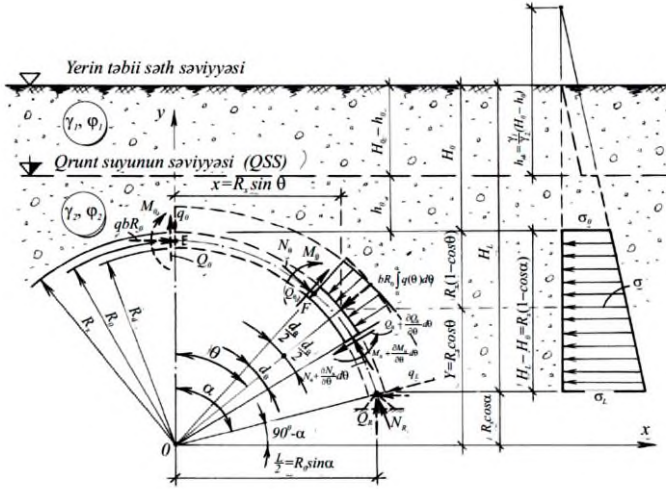
$$M_\theta = M'_0 tQ_0 u_0 + (N_0 + bR_0 q_0)(R_0 - w_0) + Q_0 R_0 \sin \theta - N_0 R_0 \cos \theta + bR_0 q(\theta)(u_0 \sin \theta + w_0 \cos \theta). \quad (16)$$

$$N_\theta = -V_R \sin \theta - H_R \cos \theta - bR_0 \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\theta}{2} \right) \left\{ \gamma_w \left[(h_o + R_x) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left(\frac{\pi}{2} - \theta \right) - R_x \cdot \cos \theta \right] + \left[\gamma_1 (H_o - h_o) + \gamma_2 (h_o + R_x) \right] \cos \theta - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \gamma_2 R_x \left(\frac{\pi}{2} - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta \right) + \gamma_2 t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2} \right) \times \right. \\ \left. \left. \times \left[(h_{ek.} + h_o + R_x)(1 - \sin \theta) - \frac{1}{2} R_x \cos^2 \theta \right] \right\}, \quad (17)$$

burada: M'_0 , Q_0 , N_0 , q_0 , w_0 , u_0 – xarici yük təsirindən tunnelin mərkəzi xətti üzrə kəsikdə tağ elementində uyğun olaraq əyici moment, kəsici qüvvə, boyuna qüvvə, yükün təsir intensivliyinin qiyməti, şaquli və üfüqi istiqamətlərdə olan yerdəyişmələrdir.

Tağ elementinin yan divarlara oynaqlı birləşməsində bu elementin dayanıqlığını simmetrik yüklənmə ilə itirməsi halı üçün

yazılmış tənliklərində başlanğıc məchul paramertlərin (kəsici qüvvə və əyici momentin) əmsallarından düzəldilmiş determinant sıfıra bərabər götürülmüşdür. Derminantın açılışı ilə əldə olunan tənlik seçmə, yaxud qrafiki yolla həll edilə bilər ki, dayanıqlıq üçün vacib şərt olan boyuna və kəsici qüvvələrin böhran qiymətlərini tapmağa imkan verir. Bu məsələlərə tunelin tağ elementinin yarımhəlqəyə çatdırılmış və çatdırılmamış variantlarında baxılmışdır.



Şəkil 6. Basqısız hidrotexniki tunellərin tağ hissəsinin statiki yüklərin təsirinə hesablanma sxemi.

Yarımhəlqəyə tamamlanmış tağ elementinin yan divarlara sət birləşən halı üçün həmin birləşmə kəsiyində əyici momentin dayaq reaksiyası kimi zəruri hesab edilən ifadəsi alınmışdır.

Dairəvi en kəsikli hidrotexniki tunellərin statiki yüklərin, o cümlədən qrunut suyunun da təsirini nəzərə alaraq həlqə elementlərinin əyilməyə (yerdəyişməyə) hesablanma üsulu işlənməmişdir (şəkil 7).

Tunel bütün həlqəsi boyunca statiki təsirlərə hesablanma bilməsi üçün üst, yan və alt elementlərə bölünmüşdür.

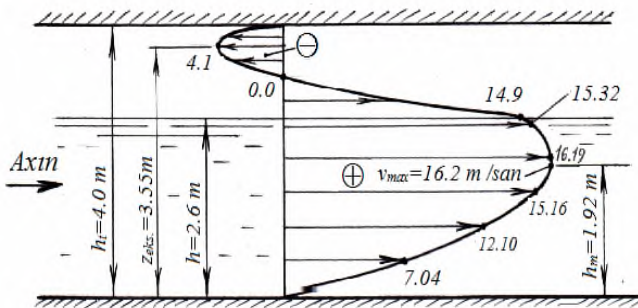
zəruri düstur alınmışdır ki, bu da altyarımhəlqəyə qrunton reaktiv müqavimətindən yaranan təsir yükünün epürünü qurmağa imkan vermişdir. Basqısız hidrotexniki tunellərdə olduğu kimi həlqəvari enkəsiyə malik dairəvi formalı tunnəllərin də üst və alt yarımhəlqəsinin ixtiyari kəsityində əyici momentin, boyuna və kəsici qüvvələrin ifadələri əldə edilmişdir. Həmçinin dairəvi formalı tunnel həlqəsi yuxarı, aşağı və yan həlqələrinə bölündükdə də bu məsələlər öz həllini tapmışdır. Bu metodika tunnel həlqəsini həm dartılmaya, həm sıxılmaya görə dayanıqlığa və möhkəmliyə hesablaşmağa imkan verir.

Tunnel həlqəsinin dayanıqlığa və möhkəmliyə yoxlanılması üçün aşağıdakı triqonometrik tənlik alınmışdır:

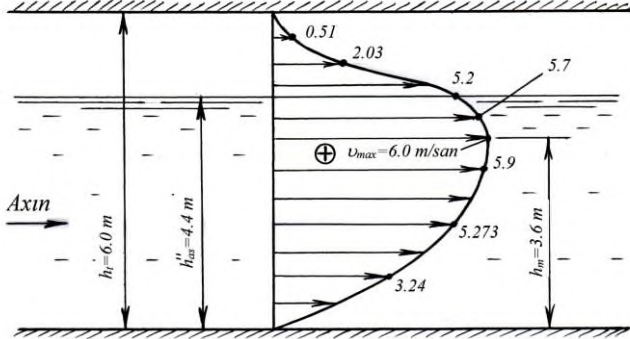
$$\left[\sin \varphi_{böh.} + \frac{1}{\sigma k_n^2} \left(1 - \frac{w_n}{R_o} \right) (1 - k_n^2) \varphi_{böh.}^3 \right] \operatorname{tg} \varphi_{böh.} + 2 \sin^2 \frac{\varphi_{böh.}}{2} = 0. \quad (20)$$

(20) tənliyindən $\varphi_{böh.}$ – nın seçmə, yaxud qrafiki yolla tapılması ilə onun qiymətinin boyuna və kəsici qüvvələrin ifadələrində yerinə yazılmasından sonra onların böhran qiymətinin təyin edilə bilməsi dissertasiyada açıqlanmışdır.

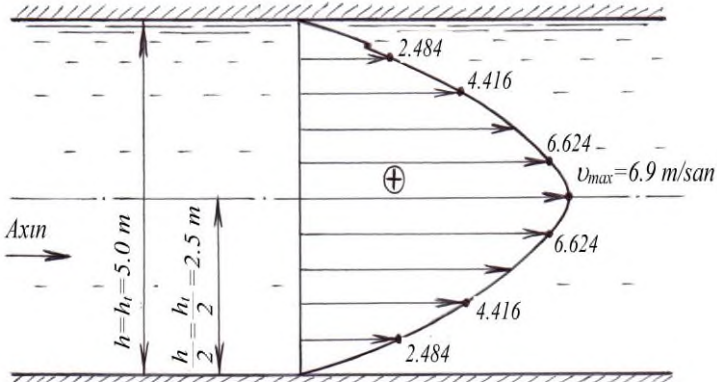
IV fəsil hidrotexniki tunnəllərin təklif edilən hidravliki və statiki hesablama metodikalarına aid ədədi misalların həllinə həst olunmuşdur. Aparılmış hidravliki hesablamalarla tunnel daxilində hava və aerasiyalı su axınının sürət epürləri qurulmuşdur (şəkil 8; 9 və 10).



Şəkil 8. Basqısız tunnəldə istiqamətli dəyişilən hava və su axınlarının hərəkət sürətinin epürü

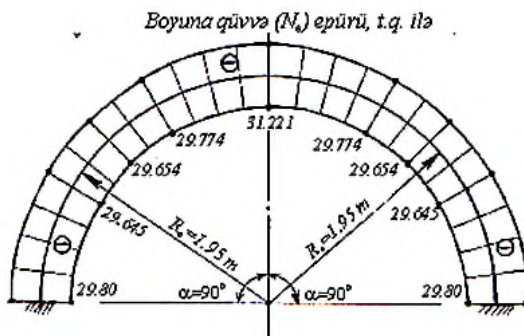
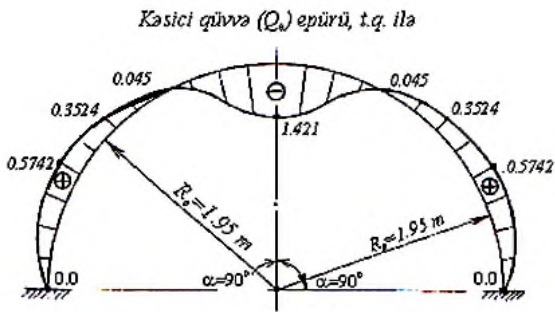
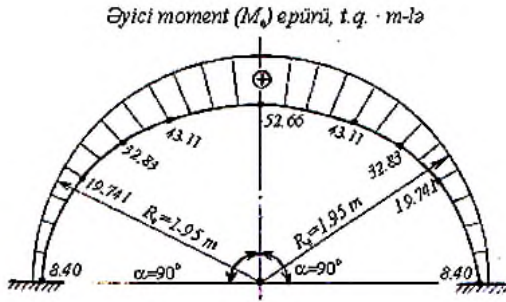


Şəkil 9. Eyni istiqamətli hava və aerasiyalı su axınının hərəkət sürətinin epürü



Şəkil 10. Tuneldən basqılı rejimdə keçən aerasiyalı axının hərəkət sürətinin epürü.

Düzbucaqlı-tağvari en kəsikli tunellərin tağ elementlərinin statiki təsirlərə hesablanması üçün alqoritmik dildə kompüter proqramı tərtib olunmuş, əyici moment, kəsici və boyuna qüvvələrin epürləri qurulmuşdur (şəkil 11).



Şəkil 11. Tağvari – düzbucaqlı en kəsikli tunelin (Vayxır hidroqovşağının suburaxan qurğusunun tuneli təmsalında) tağ elementində iç qüvvələrinin epürləri.

NƏTİCƏLƏR

Dissertasiya işində əldə edilmiş əsas nəticələr aşağıdakılardır:

1. Basqılı hidrotexniki tunellərin çıxış hissəsində hidravliki sıçrayışın uzaqlaşmış və batırılmış hallarında, tuneldən böyük və kiçik birpilləli düşmələrdə hərəkət miqdarının dəyişməsi qanunundan istifadə edərək axının tələb olunan dərinliklərinin və basqılarının təyini üçün zəruri ifadələr alınmışdır.
2. Basqısız tunellərdə fəza halında çəpinə hidravliki sıçrayış baş verdikdə tunelin çəpinə döngəli zonasında hərəkət miqdarı və qüvvə impulsu dəyişmələrinin bir-birinə bərabər olma şərtlərinə əsasən sıçrayışdan əvvəlki və sonrakı axının əlaqələnmiş dərinlikləri arasında asılılıq tənliyi alınmış, bu tənlik rast gəlinən bütün xüsusi hallar üçün analiz edilmişdir.
3. Basqısız hidrotexniki tunelin döngəli hissəsində sirkulyasiya sabiti qəbul etməklə, axının eninə kəsiyi üzrə kənar şaquli xətlərin yerləşmə radiuslarından asılı olaraq su səviyyələrinin dəyişməsini və tuneldən keçən axının sərfini tapmaq üçün hidravliki yolla yeni nəzəri düsturlar alınıb ki, bunlar da layihələndirilmə prosesi üçün olduqca vacib hesab oluna bilər.
4. Hidrotexniki tunellərə daxil olan havanın müxtəlif vəziyyətlərdəki su axınının hidravliki iş rejiminə təsiri öyrənilmiş və basqısız tunel tipli suötürücü qurğularda aerasiyalı axının pyezometrik mailliyindən, suüstü fəza boşluğunda geri qayıdan hava axınının sürət basqısı mailliyindən, istənilən kəsikdəki axının Frud ədədindən asılı olaraq qeyri-müntəzəm hərəkətin əsas diferensial tənliyi rast gəlinən praktiki məsələlər üçün təhlil olunmuşdur.
5. Tunel üzərində yerləşdirilən dərinlik bağlayıcısı arxasında aerasiyalı su və üzərindəki hava axını sürətinin parabolik qanunla dəyişdiyi qəbul edilərək, qurğunun uzunluğu boyu basqısız hidravliki rejimli axında tunelə daxil olan havanın lokal tutulma, öz-özünə aerasiya və aerasiyalı su axını üzərindəki sürüklənən hava axını sərfini tapmaq üçün yeni hesablama düsturları əldə edilmişdir.

6. Tunnel trassasında layihələndirilən dərinlik bağlayıcısı arxasında baş verən hidravliki sıçrayışdan sonra basqılı axının tunnelin üst divarının daxili üzündən yuxarıda pyezometrik basqını və tunelə daxil olan havanın sərfini nəzəri yolla təyin etmək üçün ifadələr alınmışdır.
7. Basqılı və basqısız hidrotexniki tunellərin elastiki qrunnt mühitində statiki yüklərin təsirinə hesablanma sxemləri tərtib olunmuşdur.
8. Basqısız hidrotexniki tunellərin tağ hissəsinə xarici mühitin təsirini 1-ci növ dayaqlarla əvəz etməklə, statiki yüklərin təsirindən dayaq reaksiya qüvvələrinin təyini üçün hesablanma düsturu alınmışdır.
9. Üzərindəki qrunnt suyunun da təsirini nəzərə almaqla tağvari-düzbucaqlı en kəskinli tunellərin tağ elementinin statiki yüklərin təsirindən yerdəyişmələrinin, iç qüvvələrinin təyininə və dayanıqlığa hesablanma üsulu işlənmişdir.
10. Dairəvi en kəskinli hidrotexniki tunellərin daxilində su təzyiqinin təsirinin nəzərə alınmadığı və alındığı hallarda onun həlqə kəskinliyinin üst, alt və yan elementlərinə bölünməsilə statiki yüklərin təsirinə hesablanma metodikası təklif edilmişdir.
11. Təklif edilən üsullarla ədədi misallar həll edilərək, basqılı hidrotexniki tunellərin çıxış hissəsində hidravliki parametrləri təyin olunmuşdur.
12. Çəpinə və səlist döngəli hidrotexniki basqısız tunellərdə hidravliki hesablamalar aparılmaqla, uyğun olaraq çəpinə hidravliki sıçrayış zamanı əlaqələnməmiş dərinliklər tapılmış, tunnelin döngəsindəki eninə kəskinli üzrə təklif olunan və mövcud üsullarla tapılmış su səviyyələrinin fərqi isə olduqca bir-birinə yaxın alınmışdır. Həmçinin döngəli hissənin əvvəlində axının nəzəri və eksperimental üsulların düsturları ilə tapılan sürətlərinin bir-birinə yaxın olduğu şərh edilmişdir.
13. Tunnel qurğusu üzərində yerləşdirilən bağlayıcı arxasında baş vermiş hidravliki sıçrayışdan sonra axın sürətinin ölçmələr

nəticəsində qeydə alınmış xarakterik qiymətlərinə əsasən tunelə daxil olan havanın lokal tutulma, öz-özünə aerasiya, fəza boşluğu ilə sürüklənən sərfləri hesablanmış, tunelin hündürlüyü boyunca rast gəlinən üç halda aerasiyalı su və hava axını sürətlərinin birgə epürləri qurulmuşdur.

14. Düzbucaqlı-tağvari en kəsikli hidrotexniki tunellərdən Vayxır hidrodüyünü tərkibindəki suburaxan qurğusunun tunelindəki tağ elementi statiki təsirlərə hesablanmış, müasir kompüter proqramı ilə iç qüvvələrinin tapılmış qiymətləri əsasında epürləri qurulmuşdur.
15. Xudafərin hidrodüyününün sağ sahilində derevasiya traktında SES-ə dairəvi en kəsikli sugətirici tunelin üst və alt yarımhəlqələrinə bölünməklə təklif olunan metodika ilə statiki hesablamaları aparılmış, tunelin içərisi boş olduqda və suyun basqılı hidrostatiki təzyiqinin təsirinə məruz qaldıqda yekun yükün, boyuna və kəsici qüvvələrin, əyici momentin epürləri qurulmuş, müqayisəli təhlillər aparılmışdır.

Dissertasiya işinin mövzusunə dair dərc olunmuş elmi əsərlərin siyahısı

1. Mürsəlov, A.Ə., Paşayev, E.A. Hidrotexniki tunellərdə dərinlik bağlayıcılarından sonra yaranan hidravliki sıçrayış zamanı aerasiya borusundan daxil olann hava axını sərfinin təyini // – Bakı: “Ekologiya və su təsərrüfatı” Elmi-texniki və istehsalat jurnalı, –2018. №5 (71), –s. 57-60.
2. Sharifov, V.L., Aslanov, B.M., Allahverdiyev E.A., Phasayev, E.A. Stability of an othotropic circular plate taking into accaunt inhomogeneous resistance // –IJTPE: International Journal on “Technical and Phyuysical Problems of Engineering”, –2023.Vol. 15, №3, –pp/ 322-326.
3. Sharifov, V.L., Allahverdiyev, E.A., Aslanov, B.M., Phasayev, E.A. Fre oscillation of an inhomogeneous flat structural element in a siscoelastic medium //–IJTPE: International Journal on “Technical and Phyuysical Problems of Engineering”, –2024.Vol. 16, №1, –pp. 260-264.
4. Gasanov, E.E., Mursalov, A.A., Paşayev, E.A. Dağlıq ərazilərdə yol və hidrotexniki tikintilərdə tətbiq edilən dairəvi en kəsikli tunellərin statiki hesablanması//“Memarlıq və inşaatda enerjiquoyucu innovasiyalar ESİAC2021” beynəlxalq elmi-praktiki konfrans, Bakı, 2021, p.117-129.
5. Guseinov, S.. Mursalov, A.A., Phasayev, E.A. Methodology for Testing the Stability and Stress-Strain Calculation of Inclined Diversion Pipelines of Hydroelectric Power Plants// International Conference on Energy and Environmental Technologies in Engineering and Architecture”, Baku, 2024, p.322-325.
6. Paşayev, E.A. Qapalı suötürücü qurğularda bağlayıcı arxasında baş verən hidravliki sıçrayışın və basqılı hərəkət rejiminin əsas tənlikləri / Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika Elmi Konfransının materialları, Bakı, 2016, II cild, s. 469-471.
7. Paşayev, E.P. Basqılı suötürücü tunellərin hidravliki iş rejimləri haqqında //–Bakı: ”Müasir istilik təchizatında progressiv texnologiyalar” Respublika Elmi-praktik Konfransın materialları, –2017, – s. 72-75.

8. Paşayev, E.A. Hidrotexniki tunellərin tağvari hissəsinin statiki təsirlərə təklif olunan hesablanma metodikası // –Bakı: “Ekologiya və su təsərrüfatı” Elmi-texniki və istehsalat jurnalı, – 2017. №5 (66), –s. 58-61.
9. Paşayev, E.A. Hidrotexniki tunellərin döngəli hissəsində basqısız axının hidravliki parametrlərinin təyin olunması haqqında // – Bakı: “Müasir inşaatda su, enerji təchizatı və ekologiya problemləri” Beynəlxalq Elmi-praktik Konfrans, –2018. – s. 44-46.
10. Paşayev, E.A. Tunnel qurğuları üzərində yerləşdirilən dərinlik bağlayıcıları arxasında basqılı və basqısız hərəkət rejimlərinin tədqiqi // –Bakı: Azərbaycanın Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Elmi əsərləri”, –2020, №1, – s. 135-138.
11. Paşayev, E.A., Sumqayıt Texnologiyalar Parkının kanalizasiya sistemində plot-filtrin tətbiqi// “Azərbaycanda sudan istifadənin müasir problemləri və onun idarə olunması” elmi-praktiki konfransı, Bakı, 2015, s. 97-98.
12. Pashayev, E.A. Calculation methodology of the effect of static loads of circular cross-section hydrotechnical tunnels// Universum: технические науки, Москва, 2024, s.27-32.
13. Mursalov, A.A., Hasanov E.E., Pashayev, E.A. The influence of air (entering into closed water conductor facilities) on working regime of water flow // – England: Journal «SAEQ» science at applied engineering quarterly, –2018. issue 15, –pp. 8-10.

Çap edilmiş işlərdə iddiaçının şəxsi töhvəsi:

[1, 4, 8-10, 12] - sayılı elmi işlər müəllif tərəfindən müstəqil yerinə yetirilmişdir.

[2, 3, 5-7, 11, 13] - sayılı elmi işlərdə məsələnin həlli, toplanmış məlumatların təhlili, təcrübələrin aparılması müəllif tərəfindən, məsələnin qoyuluşu və əldə olunan nəticələrin işlənməsi isə həmmüəlliflərlə birgə yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi "31" oktyabr 2025-ci il tarixində saat 10:00-da Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.37 Dissertasiya şurasının bazasında yaradılmış BFD 2.37 Birdəfəlik Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1073, Bakı şəhəri, Ayna Sultanova küç., 11, AzMİU, II korpus, III mərtəbə, Akt zalı.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat "30" sentyabr 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.



Çapa imzalanıb: 23.09.2025

Kağızın formatı: 64x80^{1/16}

Həcm: 37431 işarə

Tiraj: 100 nüsxə