

## TUNEL QURĞULARI ÜZƏRİNDƏ YERLƏŞDİRİLƏN DƏRİNLİK BAĞLAYICILARI ARXASINDA BASQILI VƏ BASQISIZ HƏRƏKƏT REJİMLƏRİNİN TƏDQIQI

**Paşayev Elçin Azər oğlu**- doktorant, Mühəndis sistemləri və qurğularının tikintisi kafedrası, AzMİU, elcin\_pasayev89@mail.ru

**Annotasiya.** Hidrotexniki tunellərin trassası üzərində bağlayıcı kamerasındakı işçi bağlayıcısı arxasında aerasiya borucuğu yerləşdirilir. Həmin borucuqla tunelə daxil olan hava kütləsi bağlayıcı arxasındakı su axımına öz təsirini göstərir. Bağlayıcı arxasındakı su axımında hidravliki sıçrayışın formalaşdığı və formalaşmadığı hallarda böhran ikinci sıxılmış dərinlik pyezometrik borularla təyin edilmişdir. Tunelə daxil olan havanın hidravliki sıçrayış zonasına necə təsir etməsinin öyrənilməsinin vacibliyi qeyd olunmuşdur. Sıçrayışın uzaqlaşdırılmış və axının tədricən səlist sərbəst səthə yaxınlaşdığı halda basıqsız rejimli su axımına təsir edən hava kütləsinin sərfinin üç yerə bölündüyü qəbul edilmişdir: bağlayıcı arxasında lokal tutulma, öz-özünə aerasiya, su səthi ilə sürüklənərək fəza boşluğu ilə aşağı byefə doğru hərəkətdə olan hava axının dərinliyini, aerasiya olunmamış axının dərinliyindən asılı olaraq tapmaq üçün hesablama düsturu alınmışdır. Bu düstur digər hidravliki parametrləri də təyin etməyə imkan verir.

**Açar sözlər:** hidrotexniki tunellər, dərinlik bağlayıcılar, aerasiya borucuğu, hidravliki sıçrayış, səlist qalxma əyrisi, öz-özünə aerasiya

## RESISTANCE AND UNBALANCED MODES OF MOVEMENT FOR COMBINATORS, MOUNTED IN TUNNELING INSTALLATIONS

**Pashayev Elchin.Azar**- PhD student, department of Construction of engineering systems and facilities, AzUAC, elcin\_pasayev89@mail.ru

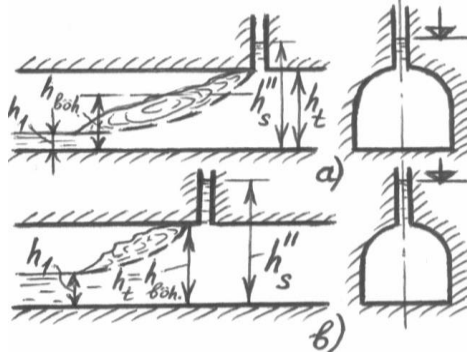
**Abstract.** In hydraulic tunnels, the aeration tube is tracked behind the working connector on the connecting chamber. An air bubble that enters the tunnel affects the flow of water behind the connector. In the case of hydraulic leakage in the water flow behind the connector, the crisis was determined by the second compressed piezometric tube. It is important to know how the tunnel enters the hydraulic leakage zone. It is assumed that the flow of air mass, which affects the flow of unbearable water, is divided into three areas where leakage slows down, and the flow gradually approaches the free surface, with localization behind the connector, a self-adhesive surface, the air surface flowing downward with a spatial gap, Depending From the depth of the drainage depth, a calculation formula was obtained. This formula also allows you to define other hydraulic parameters.

**Keywords:** hydraulic tunnels, depth connectors, aeration pipe, hydraulic bounce, smooth rise appearance, self-aeration

Dərinlik bağlayıcıları arxasında hava (aerasiya) borusu yerləşdirilmədikdə, axın basqısız rejimdən basqılı rejimə keçdikdən sonra su axının səthi ilə suötürücü qurğunun üst divarı arasındakı boşluqla vakum arasındakı boşluqla vakum yarana bilər. Bağlayıcıların yerləşdikləri pazların və qurğunun aşağı byefə tərəf müəyyən hissələrinin vakumun təsirindən kavitasiya eroziyasına uğrayaraq. Dərinlik bağlayıcıları arxasında hava (aerasiya) borusu yerləşdirilmədikdə, axın basqısız rejimdən basqılı rejimə keçdikdən sonra su axımının səthi ilə suötürücü qurğunun üst divarı arasındakı boşluqda vakuum yarana bilər. Bağlayıcıların yerləşdikləri pazların və qurğunun aşağı byefə tərəf müəyyən hissələrinin vakuumun təsirindən kavitsiya eroziyasına uğrayaraq, dağılma təhlükəsi yaranır [1]. Belə proseslərin qarşısının alınması üçün bağlayıcı arxasında aerasiya borusu yerləşdirilir. Məlum olduğu kimi bağlayıcının açılma hündürlüyü artdıqca aerasiya borusundan daxil olan havanın da su axımına təsiri dəyişir. Yəni, bağlayıcının açılma hündürlüyü minimum (ən az) olduqda, suötürücü qurğudan (tuneldən) tamamilə bir-birinə qarışmış su-hava qabarcıqları sanki “toz” halında xaric olur. Bağlayıcının qaldırılması tədricən artdıqda isə su və hava axımının təbəqələri bir-birindən

ayrılaraq, müəyyən sərhəd xətti üzrə hərəkətdə olurlar.

Tunellərdə yerləşdirilmiş dərinlik bağlayıcılarının arxasında basqısız axına malik hidravliki sıçrayışa, formalaşmış və formalaşmamış hidravliki sıçrayışa malik basqılı axınlara təcrübədə tez-tez rast gəlinir. Düzbucaqlı-tağvari en kəsikli tunellərdə formalaşmış və formalaşmamış hidravliki sıçrayışdan sonra basqılı axının uzununa və eninə kəsikləri şəkil 1-də göstərilmişdir. Hidravliki sıçrayış formalaşdıqda (şəkil 1) böhran dərinliyi tunelin hündürlüyünə kiçik-bərabər olur ( $h_{b\text{öh}} \leq h_t$ ), sıçrayışdan sonrakı ikinci sıxılmış dərinlik isə tunelin hündürlüyündən böyük olur ( $h_s'' > h_t$ ).



**Şəkil 1.** Basqısız tunellərdə axın üstü hava təsirini nəzərə almaqla hidravliki mailliyin təyin edilmə sxemi

Hidravliki sıçrayış formalaşdıqda (şəkil 1) isə  $h_{b\text{öh}} = h_t$  və  $h_s'' > h_t$  olur. İkinci sıxılmış dərinlik hidravliki sıçrayış dalğasının tunelin üst divarına toxunma xəttindən bir qıdır arxada yerləşdirilən pyezometrik borularla təyin edilir [2]. Həmçinin hidravliki sıçrayışın tam uzaqlaşdırılmasından sonra axında sıçrayışsız səlist səthə malik olan səviyyə qalxması baş verir. Qeyd edilən bütün hallarda tunellərdəki sıçrayışsız və sıçrayışlı axınlara hava kütlələrinin yerdəyişməli təsirini nəzərə almaqla nəzəri tədqiqatlarının aparılması baş verən hadisələrin düzgün qiymətləndirilməsi və qarşısının baxımından olduqca vacib hesab edilir.

Bağlayıcı altından çıxan axın sıxılmış dərinlikdən sonra səlist qalxma əyrisi ilə tuneldən basqısız rejimdə xaric olduqda, aerasiya borusundan və aşağı byefdən daxil olan hava axınının təsirindən öz formasını və sərfini müəyyən qədər dəyişir (şəkil 2). Hava axınının sərfi aerasiya borusunun en kəsik sahəsindən asılı olaraq su axınının nəql olunma qabiliyyətinə görə tapılır [3]. Bu asılılıq tunelin trassası boyunca qərarlaşmış hidravliki sıçrayış nəzərə alındıqda daha az istifadə olunur. Ona görə də tunellərdə dərinlik bağlayıcıları arxasında hidravliki sıçrayışsız sərbəst səthi səlist qalxma əyrisi ilə müşahidə olunan basqısız su axınının üst boşluğa aerasiya borusundan daxil olan hava axınının sərfi aşağıdakı məlum düsturla hesablanır [4].

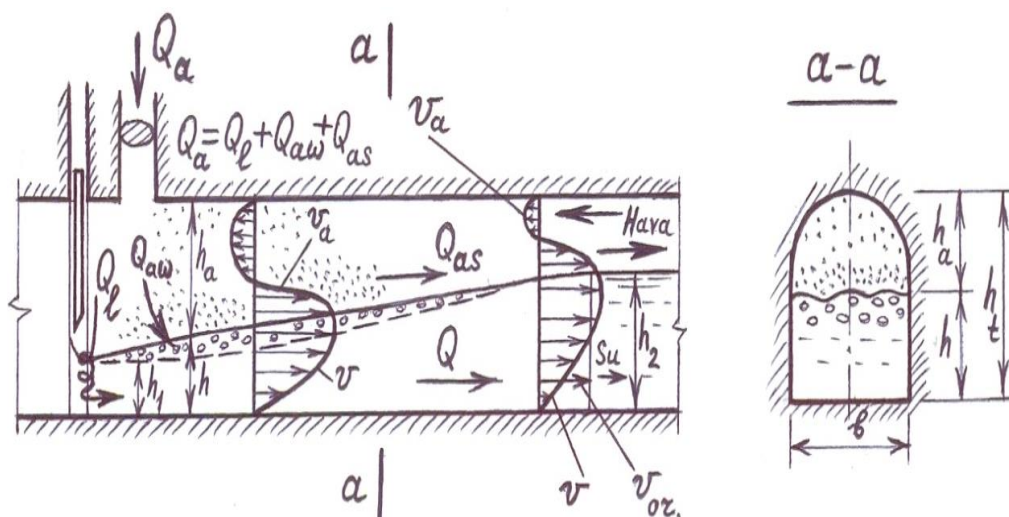
$$Q_a = 0,0066(\sqrt{Fr_1 - 1})^{1,4} Q, \quad (1)$$

Burada:  $Q$  – su axınının sərfi,  $Fr_1$  – Frud ədədinin bağlayıcı arxasında sıxılmış kəsikdəki qiymətidir:

$$Fr_1 = \frac{v_1^2}{gh_1}; \quad (2)$$

$v_1$  və  $h_1$  – həmin kəsikdə uyğun olaraq axının orta sürəti və dərinliyidir.

Aerasiya borusundan daxil olan hava axınının sərfini ( $Q_a$ ), müxtəlif tutulma və nəql olunma mexanizmlə xarakterizə olunan üç sərfin cəmi şəklində göstərmək olar: bağlayıcı kamerasının astanası arxasındakı paz hissəsində hava axınının lokal tutulma sərfi ( $Q_q$ ), qabarcıqlar şəklində sərbəst səthdən su axınına qarışan öz-özünə aerasiya sərfi ( $Q_{a0}$ ), tunelin uzunluğu boyunca su axını səthindən yuxarıdakı fəza boşluğunda su-hava sərhəddindəki sürtünmə qüvvəsinin və təzyiqli qüvvəsinin təsiri hesabına hərəkətdə olan hava axınının sərfi ( $Q_{as}$ ).



**Şəkil 2.** Hava axınlarının da təsirini nəzərə almaqla basqısız tunellərdə bağlayıcı arxasında səliqə qalxma əyrisinə malik olan su axınının hidravliki hesablanma sxemi

Yəni, bu üç sərf məlum olduqda, aerasiya borusundan daxil olan hava axınının sərfi aşağıdakı kimi tapılır:

$$Q_a = Q_l + Q_{a\omega} + Q_{as} \quad (3)$$

Bağlayıcı arxasında hava axınının  $Q_l$  lokal tutulma sərfi pazların həndəsi formasına uyğun olaraq, yaxud bağlayıcı kameranın iri miqyaslı modelində eksperimental yolla təyin edilə bilər. Bu hallarda  $Q_l$ -in tapılması çətinlik törədirsə, (3) düsturundan gidərsərlərin tapılmış qiymətlərinə görə hesablanə bilər. Öz-özünə aerasiya sərfi ( $Q_{a\omega}$ ), onun yarandıqı istənilən kəsikdəki Frud ədədinə ( $Fr$ ) və aerasiya olunmamış su axınının sərfinə ( $Q$ ) görə Frud ədədinin  $40 < Fr < 70$  intervalında dəyişmə halında aşağıdakı empirik düsturla təyin edilə bilər [5]:

$$Q_{a\omega} = 0,01Q\sqrt{Fr - 40} \quad (4)$$

$Fr \leq 40$  olduqda isə, su axını aerasiya olunmamış vəziyyətdədir.

Aerasiya olunmuş axının (şəkil 2) hesabi dərinliyini ( $h$ ) tapmaq üçün  $Q + Q_{a\omega}$  sərfinin və dərinliyi  $h_\omega$  olan aerasiya olunmamış axının  $Q$  sərfinin ifadələrindən istifadə etmək olar:

$$Q + Q_{a\omega} = b \cdot h \cdot v \quad (5)$$

$$Q = b \cdot h_\omega \cdot v \quad (6)$$

Haradaki,  $b$  – tunelin düzbucaqlı hissəsinin enidir.

Aerasiya olunmuş və olunmamış su axınının eyni kəsikdə orta sürətləri bir-birindən ciddi şəkildə fərqlənmədiyindən, hər iki axın halında yuxarıdakı düsturlarda eyni ( $v$ ) götürülmüşdür. (5) və (6) düsturlarını tərəf-tərəfə bölsək alarıq:

$$h = h_\omega \cdot \frac{Q + Q_{a\omega}}{Q} = h_\omega \left( 1 + \frac{Q_{a\omega}}{Q} \right) \quad (7)$$

(7) düstur vasitəsilə aerasiya olunmuş axının dərinliyini, aerasiya olunmamış axının dərinliyindən asılı olaraq hesablamaq olar. Beləliklə, aparılmış bu araşdırmalardan, təhlillərdən və nəzəri tədqiqatlardan su anbarı hidroqovşaqlarının sutullayan və suburaxan qurğularının tunellərində, Su Elektrik Stansiyalarının bəndyanı və derevasiya tunellərində, həmçinin kanal trassası üzərində tətbiq olunan tunellərdə istifadə etmək olar.

**Nəticə.** Alt hissəsi düzbucaqlı, üst hissəsi tağvari formada olan tunellərdə pyezometrik borular yerləşdirməklə (üst divarı), formalaşmış və formalaşmamış hidravliki sıçrayış zonasından sonrakı hissədə olan axının ikinci sıxılmış və böhran dərinlikləri ilə bağlı müqayisəli təhlillər aparılmışdır. Aerasiyalı su axınının və üzərindən sürüklənərək keçən hava axınının dərinlik üzrə sürətlərinin kvadrat parabola qanunları ilə dəyişdiyini qəbul edilərək, hava və aerasiyalı su axını sərfələrinin həmin sürət ifadələrindən istifadə etməklə təyin edilməsi təklif olunmuşdur. Xalis və aerasiyalı su axınının dərinliklərinin bir-birindən asılılıq ifadəsi əldə edilmişdir.

**Ədəbiyyat**

1. Məmmədov K.M, Musayev Z.S. Hidrotexniki qurğular. 406 s. Təhsil NPM, Bakı. 2006
2. Musayev Z.S, Məmmədov K.M, İsmayılov F. M, Zərbəliyev M. S., Daşdəmirov X. Y Hidravlika. Çasıoğlu, 201 s, Bakı. 2001
3. Musayev Z. S., Məmmədov K. M, Mahmudov T. M. Hidravlika və hidravliki maşınlar. Bakı: Təhsil NPM, 420 s. 2005
4. Слисский С.М. Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений. Энергия. 336 с, Москва. 1979
5. Гидравлические расчеты водобросных гидротехнических сооружений. Справочное пособие. Энергоатомиздат, 624 с, Москва. 1988

**References**

1. Məmmədov K.M, Musayev Z.S. Hidrotexniki qurğular. 406 s. Təhsil NPM, Bakı. 2006
2. Musayev Z.S, Məmmədov K.M, İsmayılov F. M, Zərbəliyev M. S., Daşdəmirov X. Y Hidravlika. Çasıoğlu, 201 s, Bakı. 2001
3. Musayev Z. S., Məmmədov K. M, Mahmudov T. M. Hidravlika və hidravliki maşınlar. Bakı: “Təhsil” NPM, 420 s.2005
4. Slisskij S.M. Gidravlicheskie raschety vysokonapornyx gidrotexnicheskix soruzhenij. “Energiya ” 336 s, Moskva. 1979
5. Gidravlicheskie raschety vodosbrosnyh gidrotekhnichenskih saruzhenij. Spravochnoe posobie. “Energoamomizdat, 624 s, Moskva. 1988

Redaksiyaya daxil olma/Received 16.12.2019

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 16.01.2020