

XUDAFƏRİN SES HİDROQOVŞAĞININ BASQILI REJİMDƏ İŞLƏYƏN SUBURAXAN QURĞUSUNUN HİDRAVLİKİ TƏDQIQATI

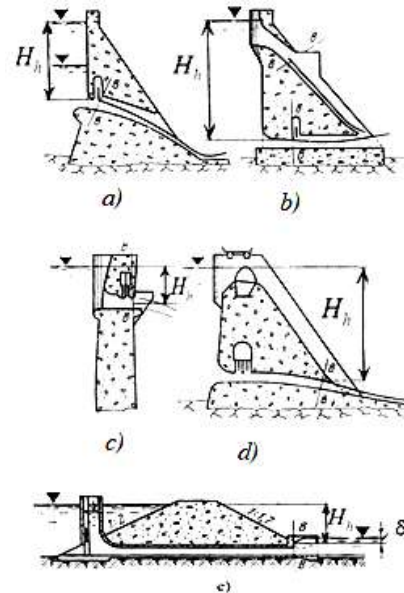
Xudafərin SES hidroqovşağının layihələndirilmiş bir variantda birləşdirilmiş sutullayıcı və SES qurğularının giriş astanası 250,0 m, çay məcrasının önündəki çıxış hissəsi isə 248,0 m səviyyəsində yerləşir. Bu qurğuların hər birində dib borularının diametri $D=8,0$ m-dir. Dib boruları SES qurğusu üçün $i=0,03$, şaxtavari sutullayıcıda $i=0,035$, yuxarı byef tərəfdən hündürlüyü 20 m olan təcrübi profilli sutullayıcı suaşırən bənddən sonra $i=0,04$ maillikləri ilə layihələndirilmişdir. Ancaq bu hidroqovşağın faktiki olaraq tikilmiş daşqın-sel sutullayan qurğusu axını həm xaricdən və həm də daxildən qəbul edən səthi xəndək tiplidir. Ona görə də fəvqəladə təhlükəli vəziyyətləri nəzərə alaraq su anbarının istismarı dövrü boşaldılması üçün təcrübi profilli suaşırən bəndin tikilməsinə ehtiyac qalmamışdır. Belə olan halda bu qurğu basqılı hidravliki rejimdə işləyən dib suburaxan qurğusu kimi işləyir. Xudafərin hidroqovşağının suburaxıcı qurğusunun bu cür hidravliki rejimdə işlədiyi halda $\nabla NBS=305,0$ m və $ABS=239,0$ m-dir. Onda qurğu $H_{st}=\nabla NBS - \nabla ABS=305-239=66,0$ m statiki basqının təsiri altında işləyir.

Basqılı hidravliki rejimdə işləyən dib borulu suburaxan qurğunun (Şəkil 1) sərfi aşağıdakı düsturla hesablanır [1; 2]:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH_{hes}}, \quad (1)$$

burada: μ – sərf əmsalı olub, su anbarının basqılı şəraitdə xarici silindrik boru ilə əlaqələnmə halında $\mu=0,82$ qəbul edilir [3]; ω – dib borusunun canlı en kəsik sahəsi [3];

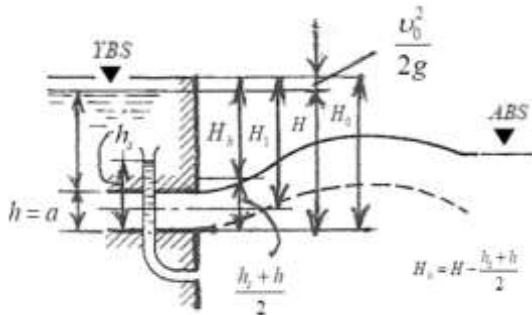
$$\omega = \frac{1}{4} \pi D^2, \quad (2)$$



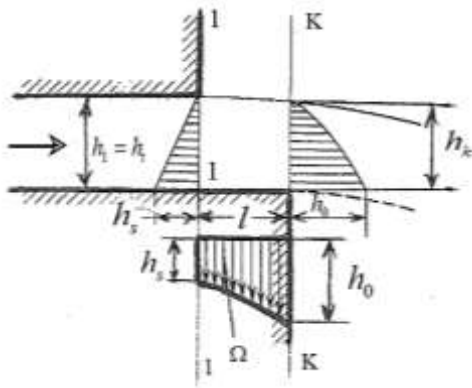
Şəkil 1. Suburaxan qurğuların hidravliki hesablanma sxemləri.

H_{hes} – hesabi basqı olub, basqılı hidravliki rejimdə işləyən suburaxan qurğu üçün yuxarıda qeyd edildiyi kimi yuxarı və aşağı byeflərin səviyyələr fərqinə bərabər olur, yaxud qurğunun yuxarı byefdəki astana səviyyəsinə nəzərən tam basqıdan borunun çıxış hissəsindəki axının orta dərinliyinin fərqi kimi tapılır (Şəkil2):

$$H_{hes.} = H_0 - h_{or}; \quad h_{or} = \frac{1}{2}(h + h_s), \quad (3)$$



Şəkil 2. Dib borusunda hesabi basqının təyin edilmə sxemi



Şəkil 3. Dib borusunun sonunda təzyiq qüvvəsinin yaratdığı basqının (h_s) təyin olunma sxemi

h – dib borusunun (tunelin) daxili hündürlüyü : $h = h_t = h_1$; h_s – dib borusunun sonunda təzyiq qüvvəsinin yaratdığı basqıdır.

Şəkil1-də basqılı hidravliki rejimdə işləyən müxtəlif konstruksiyalı və dib borulu suburaxan qurğuların hidravliki hesablanma sxemləri göstərilmişdir. Şəkil 1, a, b, d - də qravitasiya tipli dəmir-beton səviyyəqaldıran bəndin tərkibində suburaxan qurğuların yerləşmə vəziyyətləri veriləndir. Bu hesablama

sxemlərindən görüldüyü kimi qurğuların statiki (təsiredici) basqının təyin olunmasında dərinlik bağlayıcılarının yerləşmə mövqeləri önəmli rol oynayır. Şəkil 1, c-də göstərilən hesablama sxeminə görə dəmir-beton tağvari bəndin gövdəsində yerləşən dərinlik suburaxıcısının hesabi basqısı yuxarı byefdə su səviyyəsi ilə qurğudan su şırnağının çıxış kəsiyinin mərkəzi oxunun yerləşmə səviyyəsinin fərqi kimi təyin edilir. Şəkil 1, e-də göstərilən hesablama sxemi torpaq bənd tərkibində dib borulu dərinlik suburaxıcısını əks etdirir ki, bu da Araz çayı üzərində tikilmiş Xudafərin su anbarı hidroqovşağının tərkibindəki istismar dövrü anbarın boşaldılmasına və daşqın-sel sularının bir hissəsinin aşağı byefə atılmasına xidmət edən suburaxıcı qurğuya uyğun gəlir. Ona görə də Xudafərin hidroqovşağının dərinlik suburaxıcısına aid hidravliki tədqiqatları şəkil1,e-də göstərilən hesablama sxeminə əsasən aparmaq olur.

Şəkil 2-də göstərilən hesablama sxeminə əsasən isə qurğunun hesabi basqısı, dib borusunun hündürlüyünə (h) və çıxış kəsiyindəki pyezometrik basqıya (h_s) görə, həmçinin tam basqıya (H_0) görə (1) düsturlarından istifadə etməklə tapılır.

Dib borusunun sonundakı təzyiq qüvvəsinin yaratdığı basqını (h_s) şəkil 3-də göstərilən hesablama sxeminə əsasən təyin etmək olar. Belə ki, qurğunun dib borusunun 1-1 çıxış kəsiyinə və bu kəsikdən l məsafəsində yerləşən düşmə hissəsinin başlanğıcındakı $k-k$ kəsiyinə görə hərəkət miqdarı və qüvvə impulsları momentlərinin borunun alt çıxışı nöqtəsinə nəzərən fərqlərinin bərabər olma şərtindən istifadə edə bilərik:

$$m \left(v_k \cdot \frac{h_k}{2} - v_1 \cdot \frac{h_1}{2} \right) = \left(\frac{\gamma_w h_s h_1}{2} \cdot \frac{h_1}{3} - \frac{\gamma_w h_0 h_k}{2} \cdot \frac{h_k}{3} \right) b t + \Omega b t l_m \quad (4)$$

Burada: v_1 , h_1 və v_k , h_k – axının 1-1 və $k-k$ kəsiklərində uyğun olaraq orta sürətlər və dərinliklər; h_s və h_0 – həmin kəsiklərdə təzyiq qüvvələrinin yaratdıqları basqılar; γ_w – suyun həcmi çəkisi $\gamma_w = 1,0 \text{ t/m}^3 \approx 10,0 \text{ kN/m}^3$; m və t – baxılan kəsiklər arasında daşınan axının

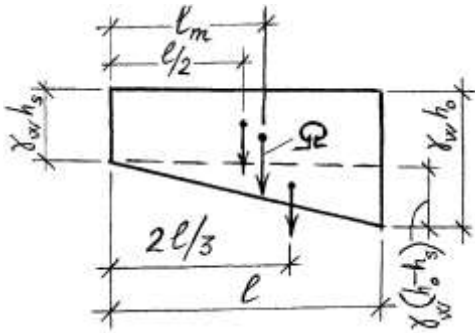
(mayenin) kütləsi və axının keçmə müddəti

$$m = \rho W = \rho Qt = \rho qbt = \frac{\gamma_w}{g} qbt, \quad (5)$$

q – dib borusundan keçən axının xüsusi sərfi;
 $q=Q/b$; Q – axının sərfi; b – dib borusunun eni; Ω – təzyiq qüvvəsinin boru çıxışındakı yaratdığı yük intensivliyinin l uzunluqlu hissəsindəki epürünün sahəsi (Şəkil 3):

$$\Omega = \frac{1}{2} \gamma_w (h_s + h_0) l; \quad (6)$$

l_m – epür üzrə şaquli təzyiq yükünün təsirdən yaranan qüvvənin borunun alt çıxış nöqtəsinə nəzərən qoludur və nəzəri mexanikanın [4] qaydalarına əsasən tapılır (şəkil 4);



Şəkil 4. Təzyiq yükü epürünün ağırlıq mərkəzinin təyin edilmə sxemi

$$\begin{aligned} \frac{\left[\frac{l}{2} \cdot h_s l + \frac{2l}{3} \cdot \frac{1}{2} (h_0 - h_s) l \right] \gamma_w}{\frac{1}{2} (h_s + h_0) l \cdot \gamma_w} &= \\ \frac{h_s l + \frac{2}{3} h_0 l - \frac{2}{3} h_s l}{h_s + h_0} &= \\ \frac{\frac{1}{3} h_s l + \frac{2}{3} h_0 l}{h_s + h_0} &= \frac{(h_s + 2h_0) l}{3(h_0 + h_s)} \end{aligned} \quad (7)$$

(5)÷(7) ifadələrini (4) tənliyində yerinə yazmaqla və axının sürətlərinin $v_k = q/h_k$, $v_1 = q/h_1$ şəklində ifadə olunduğunu nəzərə almaqla bu tənliyi aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{aligned} \frac{\gamma_w q}{g} b t \left(\frac{q}{h_k} \cdot \frac{h_k}{2} - \frac{q}{h_1} \cdot \frac{h_1}{2} \right) + \gamma_w b t \times \\ \times \left(\frac{h_0 h_k^2}{6} - \frac{h_0 h_1^2}{6} \right) - \frac{\gamma_w b t}{6} (h_s + 2h_0) l^2 = 0 \end{aligned}$$

Sonuncu tənlikdə $q = v_k h_k$ və $q = v_1 h_1$ olduğunu nəzərə almaqla, eləcə də müəyyən sadələşmələr aparmaqla bu tənlik aşağıdakı şəkildə düşər:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left(\frac{v_1^2}{g h_1} \cdot h_1^3 - \frac{v_k^2}{g h_k} \cdot h_k^3 \right) + \\ + \frac{1}{6} (h_s h_1^2 - h_0 h_k^2 + h_s l^2 + 2h_0 l^2) = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

$$(8) \text{ tənliyində } \frac{v_1^2}{g h_1} = Fr_1 \text{ və } \frac{v_k^2}{g h_k} = Fr_k$$

ifadələrinin qiymətlərini nəzərə alaraq, ikinci mətərizə daxili ifadəni h_0 və h_s dərinliklərinə görə qruplaşdırsaq bu tənliyi aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{aligned} 3(Fr_1 \cdot h_1^3 - Fr_k \cdot h_k^3) + \\ + h_0 (2l^2 - h_k^2) + h_s (h_1^2 + l^2) = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

(9) tənliyindən dib borusunun sonundakı pyezometrik basqını (h_s) aşağıdakı kimi təyin edirik:

$$\begin{aligned} h_s = \frac{1}{h_1^2 + l^2} \cdot \left[3(Fr_k \cdot h_k^3 - \right. \\ \left. - Fr_1 \cdot h_1^3) - h_0 (2l^2 - h_k^2) \right] \end{aligned} \quad (10)$$

h_s -in (10) düsturu ilə tapılan qiyməti (3) düsturunda yerinə yazılmaqla, qurğunun hesabi basqısı tapılır ki, bu da hesabi və statiki basqıları bir-biri ilə müqayisə etmək imkanı yaradır.

Xudafərin hidroqovşağının suburaxıcı qurğusunun borusundakı çıxış kəsiyinin dibi 239,0 m səviyyəsindədir. Qurğunun bu kəsiyə nəzərən tam basqısı $H_0 = \approx H = 305 - 239 = 66,0$ m olur. Dib borusunun bu kəsiyinədək dairəvi en kəsikdən onun diametri uzunluğunda keçid verilərək düzbucaqlı en kəsiyə

keçirilmişdir. Çıxış kəsiyindən başlayaraq dib borusunun $h=h_1=8,0$ m hündürlüyünün yarısı qədər düşmə hissəsinin başlanğıc kəsiyində $l=0,5h=0,5\cdot 8=4,0$ m uzunluğunda üfüqi meydança nəzərdə tutulmuşdur. Qurğunun hesabi sərfinin $Q=1330$ m³/san, üfüqi meydançanın sonundakı kəsiyində axının dərinliyi $h_k=7,8$ m, pyezometrik basqı $h_0=6,6$ – dir. Onda dib borusunun və üfüqi meydançanın son kəsiklərində axının sürəti və Frud ədədinin qiymətləri aşağıdakı kimi tapılır:

$$v_1 = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{bh_1} = \frac{1330}{8\cdot 8} = 20,8 \text{ m/san};$$

$$v_k = \frac{Q}{\omega_k} = \frac{Q}{bh_k} = \frac{1330}{8\cdot 7,8} = 21,314 \text{ m/san}$$

$$Fr_1 = \frac{v_1^2}{gh_1} = \frac{20,8^2}{9,81\cdot 8} = 5,5;$$

$$Fr_k = \frac{v_k^2}{gh_k} = \frac{21,314^2}{9,81\cdot 7,8} = 5,94$$

Məlum və tapılan qiymətləri (10) düsturunda yerinə yazmaqla borunun sonundakı pyezometrik basqını hesablayırıq:

$$h_s = \frac{1}{h_1^2 + l^2} \cdot [3(Fr_k \cdot h_k^3 - Fr_1 \cdot h_1^3) - h_0(2l^2 - h_k^2)] = \frac{1}{8^2 + 4^2} \cdot [3(5,94 \cdot 7,8^3 - 5,5^8) - 6,6(2 \cdot 4^2 - 7,8^2)] = \frac{198,864}{80} = 2,5 \text{ m}$$

(3) düsturlarına əsasən orta dərinliyi və qurğunun hesabi basqısını tapırıq:

$$h_{or} = \frac{1}{2}(h + h_s) = \frac{1}{2} \cdot (8,0 + 2,5) = 5,25 \text{ m};$$

$$H_{hes} = H_0 - H_{or} = 66,0 - 5,25 = 60,75 \text{ m}$$

Statiki və hesabi basqıların qiymətləri Xudafərin su anbarının dərinlik suburaxan qurğusu üçün bir-birinə yaxın olur. Bu hesablama metodikası başqa su anbarı hidroqovşaqlarının dərinlik suburaxıcı qurğuları üçün tətbiq oluna bilər.

XÜLASƏ

Xudafərin SES hidroqovşağının basqılı rejimdə işləyən suburaxan qurğusunun hidravliki tədqiqatı

Basqılı hidravliki rejimdə işləyən dib borulu suburaxıcıların sərfi qurğunun hesabi basqısına əsasən tapılır. Hesabi basqı isə boru sonundakı pyezometrik basqıya görə təyin edilir. Bu hesablama metodikası Xudafərin hidroqovşağının dərinlik suburaxıcısına tətbiq olunmuşdur.

Açar sözlər: suburaxan qurğu, dib borusu, hesabi basqı, hərəkət miqdarı momentləri, Frud ədədi

РЕЗЮМЕ

Гидравлические исследования водовыпускной сооружение работающего в напорном режиме гидроузла Худяферинской ГЭС

Расхода водовыпуска с данной трубы водовыпуска работающей напорно гидравлического режима определяется по расчетного напора. Расчетный напор назначается по пьезометрического напора концевое сечение данного трубы. Этого расчетная методика применено глубинного водовыпуска течению Худяферинского гидроузла.

Ключевые слова: водовыпускная сооружения, донная труба, расчетный напор, моменты количества движения, число Фруда.

Hydraulic studies of the outlet structure of the hydroelectric complex of the Khudaferinsk HPP operating in a pressure mode

SUMMARY

The water outlet flow rate from a given outlet pipe operating in a pressure-hydraulic mode is determined by the calculated head. The design head is assigned according to the piezometric head of the end section of a given pipe. This calculation method was applied to

the deep water outlet for the flow of the Khudaferinsk hydroelectric complex.

Key words: *Outlet structure, bottom pipe, design head, moments of momentum, Froude number.*

Ədəbiyyat

1. Məmmədov K.M., Musayev Z.S. Hidrotexniki qurğular. Bakı: "Təhsil" NPM, 2006, 406s.
2. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., İsmayılov F.M., Mahmudov T.M., Zərbəliyev M.S. Hidrotexniki qurğular. Bakı: "Təhsil" NPM, 2009, 684s.
3. Агроскин И.И., Дмитриев Г.Т., Пикалов Ф.И. Гидравлика. Ленинград: «Энеро» издательства, 1954, 484с.
4. İsayev Ə.M., Məmmədsadıqov H.H. İnşaat mexanikası. Bakı: "Çaşıoğlu" nəşriyyatı, 2010, 498 s.

Məqaləyə AzMIU-nun "Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi" kafedrasının dosenti M.S. Zərbəliyev rəy vermişdir.