

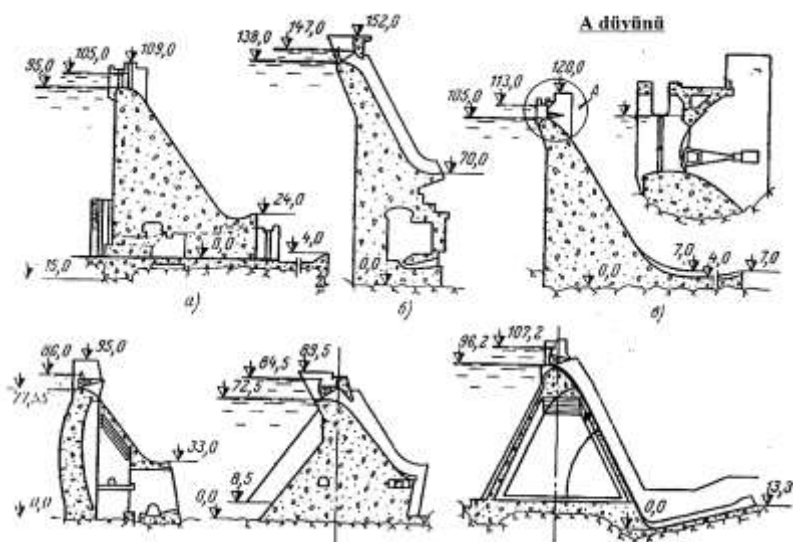
AzMİU

QRAVİTASIYA TIPLI SUAŞIRAN BƏNDİN HİDRAVLİKİ TƏDQİQATLARI VƏ NƏTİCƏLƏRİN YENİKƏND HİDROQOVŞAĞI SUTULLAYICISINDA İSTİFADƏ OLUNMASI

Təcrübi profilli suaşiran bəndlərin aşağı byefə çıxışı tramplin şəklində olduqda, onların müxtəlif konstruksiyalarına rast gəlmək olar (şəkil 1).

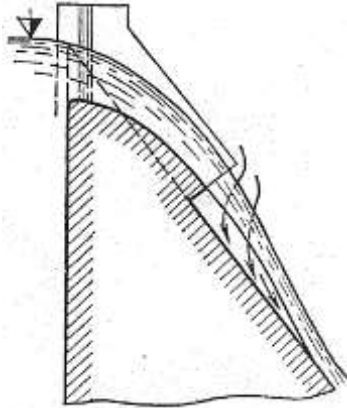
Planda bu suaşiranların qaşısı düz xətlə, sınıq xətlə və əyri xətlə ola bilər. Yuxarı byef

tərəfdən sərbəst səthi səlist formada olan axının düz meydançaya malik suaşırma qaşından keçə bilməsi belə suaşiran bəndlərin hidrodüyün tərkibində yerləşdirilməsinə şərait yaradır. Bu cür konstruksiyalı suaşiran bəndlər müxtəlif hidroqovşaqlarda tətbiq edilmişdir.



Şəkil 1. Təcrübi profilli suaşiran bəndin düşmə divarında tətbiq olunan tramplin elementinin rast gəlinən konstruksiyaları

Suaşırın bəndlərin en kəsik profili üzrə düşmə divarında hava boşluğu yarada bilən müəyyən maili hündürlüklü divar düşməsinin arxasında su axını şırnağı ilə divar arasında yaranmış vaakumun hesabına qurğunun hesabı sərfi müəyyən qədər arta bilər (şəkil 2). Ancaq maili düşmə divarının yuxarısında kavitasiya aşınmasının baş verə biləcəyini nəzərə alsaq, bu cür konstruktiv dəyişmələri əlvərişli hesab etmək olmaz.



Şəkil 2. Təcrübi profilli suaşırın bəndin düşmə divarında yerləşdirilmiş vaakum yaradıcı elementin konstruksiyası

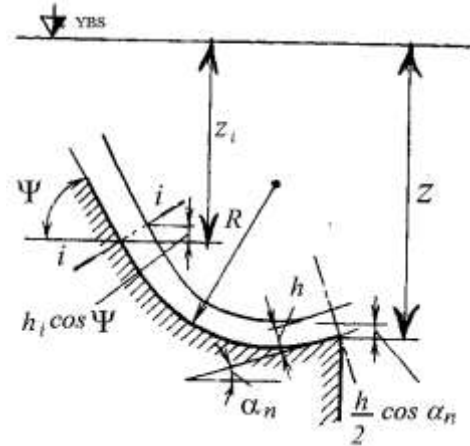
Suaşırın bəndlərin düşmə divarının profil xətti üzrə tramplinə qovuşan ən aşağı əyri-xətli hissəsinin istənilən kəsiyində su şırnağının məlum dərinliyinə görə hərəkət sürətinin təyini xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [1]. Həmçinin trampinin çıxışı hissəsindəki şırnağın da hərəkət sürətinin tapılması olduqca vacib hesab edilir. Bunun üçün şəkil 3-də göstərilən hesablama sxemindən istifadə etmək olar.

Yuxarı byefdə su səviyyəsini müqayisə müstəvisi götürməklə, həmin səviyyədən aşağı byefə doğru axının hərəkətə başlama kəsiyinə və ixtiyarı $i-i$ kəsiyinə görə Bernulli tənliyi aşağıdakı kimi yazılır (şəkil 3):

$$z_i - h_i \cos \psi - \frac{v_i^2}{\phi^2 \cdot 2g} = 0, \quad (1)$$

burada: z_i - axının $i-i$ kəsiyinin dibinin müqayisə müstəvisindən yerləşmə hündürlüyü; h_i - baxılan kəsikdə axının dərinliyi; ψ - baxılan kəsikdə düşmə divarı ilə üfüqi müstəvi ara-

sında qalan bucaq; v_i - axının $i-i$ kəsiyində orta sürəti; ϕ - sürət əmsalı; $\frac{v_i^2}{(\phi^2 \cdot 2g)}$ - axının $i-i$ kəsiyində xüsusi kinetik enerjisi, yaxud sürət hündürlüyüdür.



Şəkil 3. Suaşırın bəndin düşmə divarında yerləşdirilən trampin elementinin hidravliki hesablama sxemi.

(1) düsturunda yuxarı byefdə su səviyyəsinin axının hərəkətə başlama kəsiyinin mərkəzi ilə su səviyyəsi üst-üstə düşdüyündən, bu kəsiyin həndəsi hündürlüyü və səviyyə dəyişmədiyindən axının sürəti sıfıra bərabər olur. Həmçinin bu düsturda axının hərəkətə başladığı kəsikdə dərinliyin sıfıra bərabər olduğu və kəsiklər arası axında basqı itgisinin yaranmadığı nəzərə alınmışdır.

(1) düsturundan ixtiyarı $i-i$ kəsiyində axının dərinliyini aşağıdakı kimi tapmaq olar:

$$h_i = \frac{1}{\cos \psi} \left(z_i - \frac{v_i^2}{2\phi^2 g} \right). \quad (2)$$

Yuxarı byefdə su səviyyəsindən axının hərəkətə başlama və R radiuslu trampinin son kəsiyinə görə Bernulli tənliyini isə aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$z - \frac{h}{2} \cos \alpha_n = \frac{v^2}{2\phi^2 g}, \quad (3)$$

harada ki, z - trampinin çıxışı hissəsindən (burnundan) yuxarı byefdə su səviyyəsindəki

olan hündürlük; ν və h – trampolinin çıxış kəsiyində axının uyğun olaraq orta sürəti və dərinliyi; α_n - trampolinin çıxışı kəsiyində toxunan xətlə üfüqi xətt arasında qalan bucaqdır.

R radiuslu əyrizətli trampolinin giriş kəsiyində təzyiq enerjisinin bu kəsikdə axının potensial və həmin əyrizətli hissə boyu inersiya (mərkəzdənqaçma) qüvvəsinin enerjilərinə sərf olunmasını aşağıdakı tənliklə ifadə edə bilərik [3]:

$$mg \cdot \frac{p}{\gamma} = mgh \cos \psi + m \cdot \frac{\nu^2}{R} \cdot h, \quad (4)$$

m – trampolinin əyrizətli hissəsi ilə daşınan axının kütləsi; p - trampolinin giriş kəsiyində axının təzyiqi; γ - mayenin (suyun) həcmi çəkisidir.

(4) tənliyinin hər tərəfini mg -yə bölsək, alırıq:

$$\frac{p}{\gamma} = h \cos \psi + \frac{h}{R} \cdot \frac{\nu^2}{g}. \quad (5)$$

(3) və (5) tənliklərindən trampolinin çıxışı kəsiyində axının sürətini (ν) tapsaq, aşağıdakı düsturları alırıq:

$$\nu = \varphi \sqrt{2g \left(z - \frac{h}{2} \cdot \cos \alpha_n \right)}; \quad (6)$$

$$\nu = \sqrt{gR \left(\frac{p}{\gamma h} - \cos \psi \right)}. \quad (7)$$

(6) və (7) ifadələrinin sol tərəfləri eyni olduğundan, sağ tərəflərinin bərabərliyini yazaraq, aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$2\varphi^2 \cdot \left(z - \frac{h}{2} \cos \alpha_n \right) = R \left(\frac{p}{\gamma h} - \cos \psi \right). \quad (8)$$

(8) ifadəsini h - dan asılı olaraq aşağıdakı kvadrat tənlik şəklində yazı bilərik:

$$\begin{aligned} &\phi^2 h^2 \cos \alpha_n - (2\phi^2 z + \\ &+ R \cos \psi) h + \frac{p}{\gamma} \cdot R = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

(9) tənliyini h dərinliyinə görə həll etsək:

$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{1}{2\phi^2 \cos \alpha_n} \cdot \left[2\phi^2 z + R \cos \psi + \right. \\ &\quad \left. \sqrt{(2\phi^2 z + R \cos \psi)^2 - 4 \cdot \frac{p}{\gamma} R \phi^2 \cos \alpha_n} \right] \\ \text{yaxud} \\ h &= \frac{1}{2\phi^2 \cos \alpha_n} \cdot \left[2\phi^2 z + R \cos \psi - \right. \\ &\quad \left. - \sqrt{(2\phi^2 z + R \cos \psi)^2 - 4 \cdot \frac{p}{\gamma} R \phi^2 \cos \alpha_n} \right] \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Mühəndis təcrübəsi və uyğunlaşdırması nəticəsində (10) həllərindən biri trampolinin sonundakı axının dərinliyi kimi qəbul edilir. Yəni, təcrübə göstərir ki, (10) düsturlarından ikincisi reallığa daha da yaxın olur. Bu düsturla və (6) ifadəsi ilə suşıran bəndin düşmə divarı üzərində quraşdırılan trampolinin çıxış kəsiyində α_n qalxma bucağını da nəzərə almaqla axının dərinliyini və orta sürətini taparaq, şırnağın aşağı byefə uçuş məsafəsini aşağıdakı düsturla hesablamaq olar [2; 4]:

$$L_u = \frac{\nu^2}{2g} \sin 2\alpha_n \left[1 + \sqrt{1 + \frac{2h_n g}{\nu^2 \sin^2 \alpha_n}} \right], \quad (11)$$

harada ki, h_n - axının trampлиндən düşmə hündürlüyü olub, trampolinin son kəsiyindəki səviyyəsi ilə aşağı byefdəki su səviyyəsinin fərqi.

Aparılmış bu nəzəri hesablama metodikasını Yenikənd SES hidroqovşağının təkmilləşdirilməsi təklif olunan sutullayıcı suşıran bəndinə tətbiq etmək üçün layihələndirilərək tikilən bu qurğunun aşağıdakı ilkin parametrlərindən istifadə edirik:

$$\begin{aligned} \nabla FDS &= 105,9m; \nabla NBS = 104,0m; \\ \nabla ABS &= 84,5m; H = 8,78m; z_i = 14,0m; \\ z &= 16,0m; \phi = 0,9; R = 6,0m; p = 120kPa; \\ \gamma &= 10kN/m^3. \end{aligned}$$

Trampлиндə suşıran bəndin düşmə divarını əlaqələndirən $R = 6,0m$ radiuslu əyrinin

başlanğıc və son kəsiyində tramlinin dib səviyyələri uyğun olaraq:

$$\nabla \Theta B = \nabla NBS - z_i = 104 - 14 = 90,0m,$$

$$\nabla TDS = \nabla NBS - z = 104 - 16 = 88,0m - dir.$$

Bu kəsik üzrə düşmə divarının və tramlin çıxışının üfüqi müstəvilərdə əmələ gətirdikləri bucaqlar $\psi = 45^0$ və $\alpha_n = 30^0$ -dir.

Bütün məlum qiymətləri (10) düsturunun ikincisində yerinə yazdıqda, alırıq:

$$\begin{aligned} h &= \frac{1}{2\phi^2 \cos \alpha_n} \cdot \left[2\phi^2 z + R \cos \psi - \sqrt{(2\phi^2 z + R \cos \psi)^2 - \frac{4p}{\gamma} R \phi^2 \cos \alpha_n} \right] = \\ &= \frac{1}{2 \cdot 0,9^2 \cos 30^0} \cdot \left[2 \cdot 0,9^2 \cdot 16 + 6 \cdot \cos 45^0 - \sqrt{(2 \cdot 0,9^2 \cdot 16 + 6 \cos 45^0)^2 - \frac{4 \cdot 120}{10} \cdot 6 \cdot 0,9^2 \cos 30^0} \right] = \\ &= \frac{1}{1,403} \cdot (30,163 - 26,604) = 2,54m. \end{aligned}$$

Tramlinin son kəsiyindən keçən axının su səviyyəsi olar:

$$\begin{aligned} \nabla TSS &= \nabla TDS + h \cdot \cos \alpha_n = 88,0 + \\ &+ 2,54 \cdot \cos 30^0 = 88,0 + 2,2 = 90,2m. \end{aligned}$$

Onda tramlindən suyun (axının) düşmə hündürlüyü

$$h_n = \nabla TSS - \nabla ABS = 90,2 - 84,5 = 5,7m \text{ olur.}$$

(6) düsturu ilə tramlin çıxışındakı axının orta sürətini hesablayırıq:

$$\begin{aligned} v &= \phi \sqrt{2g \left(z - \frac{1}{2} h \cos \alpha_n \right)} = \\ &= 0,9 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \left(16 - \frac{1}{2} \cdot 2,54 \cdot \cos 30^0 \right)} = \\ &= 0,9 \cdot \sqrt{19,62 \cdot (16 - 1,1)} = 15,4m / san. \end{aligned}$$

Tapılmış və digər məlum qiymətləri (11)

düsturunda yerinə yazaraq su şırnağının aşağı byefə uçuş məsafəsini təyin edirik:

$$\begin{aligned} L_u &= \frac{v^2}{2g} \sin 2\alpha_n \left[1 + \sqrt{1 + \frac{2gh_n}{v^2 \sin^2 \alpha_n}} \right] = \\ &= \frac{15,4^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \sin (2 \cdot 30^0) \times \\ &\times \left[1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 5,7}{15,4^2 \cdot \sin^2 30^0}} \right] = \\ &= 12,09 \cdot 0,866 \cdot (1 + \sqrt{1 + 1,866}) = 28,3m. \end{aligned}$$

Yenikənd SES sutullayıcı suaşiran bənd qurğusunun enerji söndürən sudöyən quyusu $\ell_q = 45,0m$ uzunluğunda layihələndirilmişdir. Tramlinli suaşiran bənd üçün şırnağın uçuş məsafəsi $L_u = 28,3m$ olduğundan, bu variantda sudöyən quyunun faktiki uzunluğunu 10,0 m qısaltaraq $\ell_q = 35,0m$ uzunluğunda layihələndirmək olar. Bu hesablama metodikasını digər hidroqovşaqların suaşiran bənd qurğusunda da tətbiq etmək mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Məmmədov K.M., Musayev Z.S. Hidrotexniki qurğular. Bakı: "Təhsil" NPM, 2006, 406 s.
2. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., Mahmudov T.M., İsmayilov F.M., Zərbəliyev M.S. Hidrotexniki qurğular. Bakı: "Təhsil" NPM, 2009, 686 s.
3. Abdilov S.Ə., Musayev Z.Ə., Bağirov S.U., Mahmudov T.M. Hidrotexniki qurğular. Bakı: "Maarif" nəşriyyat, 1996.
4. Замарин Е.А., Фандеев В.В. Гидротехнические сооружения. Москва: Издательство «Колос», 1965, 624 с.

XÜLASƏ

Təcrübi profilli vaakumsuz suaşiran bəndin düşmə divarında burunlu-tramlindən sudöyən quyuya səlist formada axının keçmə vəziyyəti izah olunur. Tramlinin çıxış kəsiyində axının sürətini və dərinliyini tapmaq üçün yeni zəruri ifadələr alınmışdır.

Açar sözlər: suaşıran bənd, trampolin, çıxış kəsiyi, axının orta sürəti, axının dərinliyi.

РЕЗЮМЕ

Практический профиль безвакуумной водосливной плотины выполняется плавно сопрягающимся с дном водобойного колодца или оканчивающимся носком-трамплином. Получена новая формула глубина средней скорости потока в конечном сечении трамплина.

Ключевые слова: водосливная плотина, трамплин, конечного сечения, средняя скорость потока, глубина потока.

ABSTRACT

The practical profile of a non-vacuum spillway dam is made smoothly mating with the bottom of the water well or ending in a toe-springboard. A new formula is obtained for the depth of the average flow velocity in the final section of the springboard.

Key words: spillway dam, springboard, end section, average flow velocity, flow depth.

Məqaləyə AzMIU-nun "Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi" kafedrasının dosenti E.E.Həsənov rəy vermişdir.