

KONTRFORS TIPLİ DƏMİR-BETON BƏNDLƏRİN ƏSASINDA SIZMA VƏ YÜNGÜLLƏŞDİRİCİ TƏZYİQ QÜVVƏLƏRİNİN VƏ DAYANIQLIQ ƏMSALININ TƏYİNİ

Kontrfors tipli dəmir-beton bəndlərin arxa dayaqlarına söykənən örtükləri mühəndis təcrübəsində əsasən müstəvi, silindrik və günbəz (tağvari) formalarında olur [4]. Kontrfors bəndlərin təkcə bünövrəsindən deyil, həmçinin yan divarlarının kənarlarından su sızmaları baş verir ki, bu da həmin bəndlərə fərqli istiqamətlərdə yönəlmiş qüvvələr kimi öz təsirini göstərir.

Mövcud texniki ədəbiyyatlarda qaş səviyyəsinədək yuxarı byef tərəfdən suyun hidrostatik təzyiqinə məruz qalan müstəvi örtüklü kontrfors tipli dəmir-beton bəndlərin aşağı byefində suyun olmadığı hal üçün arxa dayağının oturacağı səviyyəsində müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlığa yoxlanılma şərti verilmişdir. Həmçinin baxılan bu məsələnin həlində sızma təzyiq qüvvəsi təyin edilərkən, müstəvi örtüyün bünövrədə yerləşmə dərinliyi və bu təzyiq qüvvəsinin həmin yeraltı qurğu (örtük) elementinin ön şaquli üzünə təsiri nəzərə alınmamışdır. Qurğu müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlığa yoxlanılarkən, qonşu arxa dayaqların mərkəzi oxları arasındakı məsafə qədər bir dayağın oxuna simmetrik olmaqla, örtük və dayaq birlikdə hesablama

sxeminə daxil edilmişdir.

Qurğunun planda bütün ölçüləri nəzərə alınmaqla fəza halı üçün sürüşməyə görə dayanıqlığa hesablanmasında aşağı byefdə suyun olmadığı (şəkil 1, a) və olduğu (şəkil 1, b) hallarda qüvvə və təsirlərin hamısının nəzərə alınması ilə bərabər yuxarı byef tərəfdən üzlüyün yeraltı hissəsinə bünövrə qruntunun aktiv yükünün də təsirini nəzərə almaq olduqca vacibdir. Hər bir aşırımın eni L_a , uzunluğu b_4 , aşırımlar (n sayda) arasındakı dayağ divarının qalınlığı d olmaqla, kontrfors bəndin tam hesabi uzunluğu olar:

$$L = nL_a + (n + 1)d. \quad (1)$$

Yuxarı byef tərəfdən bünövrə qruntunun müstəvi örtüyün yeraltı elementinin ön üzünə təsir göstərən aktiv təzyiq qüvvəsi aşağıdakı kimi təyin edilir (şəkil 1):

$$E_{ak} = \frac{1}{2}(\sigma_{a_1} + \sigma_{a_2})h_aL, \quad (2)$$

burada h_a — aktiv təzyiqin qrunt mühitində təsir zonasının dərinliyi; σ_{a_1} , σ_{a_2} - aktiv təzyiq epürünün xarakterik ordinatları:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{a'} &= \gamma_{qr} h_{ek} \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_{qr}}{2} \right); \\ \sigma_{a_2} &= \gamma_{qr} \left(h_{ek} + h_a \right) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_{qr}}{2} \right). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} G_{l_1} &= \gamma_b b_q H_b L; \\ G_{l_2} &= \frac{1}{2} \gamma_b (b_1 + b_2) h_a L; \\ G_l &= G_{l_1} + G_{l_2} = \gamma_b L \times \\ &\times \left[b_q H_b + (b_1 + b_2) h_a \right]. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

γ_{qr} və φ_{qr} - su basqısının təsiri altında qalan (yüngülləşmiş) bünövrə qrununun həcmi çəkisi və daxili sürtünmə bucağı; h_{ek} – yuxarı byefdə H_1 dərinlikli su mühitini əvəz edən bilən ekvivalent bünövrə qrununun dərinliyi:

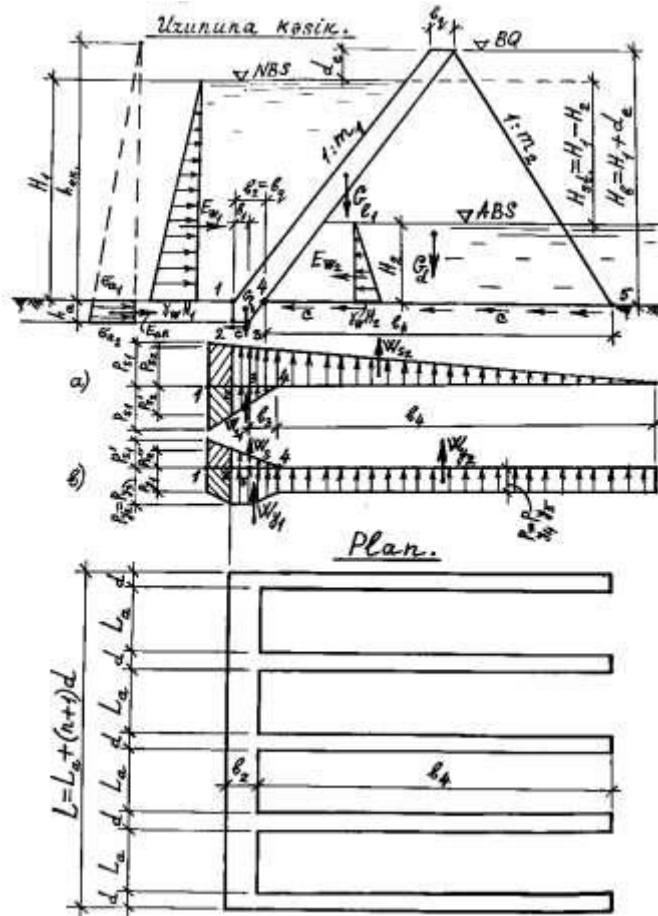
$$h_{ek} = \frac{\gamma_w}{\gamma_{qr}} \times H_1. \quad (4)$$

Müstəvi örtüyünün üst paraleloqram və alt trapesiya (bünövrə qrununda yerləşən) en kəsikli və L uzunluqlu konstruksiyasının müvafiq çəkirləri aşağıdakı ifadələrlə tapılır:

b_q - müstəvi lövhə örtüyünün bəndin qaş səviyyəsində eni; H_b - kontrfors tipli bəndin inşaat hündürlüyü olub, yuxarı byefdə suyun dərinliyi (H_1) ilə ehtiyat hündürlüyünün (d_e) cəmi kimi təyin edilir: $H_b = H_1 + d_e$.

Bəndin arxa tərəfdəki $n+1$ sayda d qalınlığında, b_4 oturacaq enində dayaq divarlarının tam çəkisi isə aşağıdakı düsturla hesablanır (şəkil 1):

$$G_d = \frac{1}{2} (n + 1) b_4 H_b d. \quad (6)$$



Şəkil 1. Müstəvi örtüklü kontrfors tipli dəmir-beton bəndin sürüşməyə qarşı dayanıqlığa hesablanma sxemi.

Yuxarı byefdə suyun olduğu, aşağı byefdə isə suyun olmadığı halda (şəkil 1, a), müstəvi lövhəyə üfüqi və şaquli istiqamətdə hidrostatiki təzyiq qüvvələrini aşağıdakı kimi tə-

yin etmək olar:

$$E_{w_1} = \frac{1}{2} \gamma_w H_1^2 L; W_1 = \frac{1}{2} m_1 \gamma_w H_1^2 L \quad (7)$$

Sızma təzyiq qüvvəsini tapmaq üçün isə aşırımın eni L_a olan hissəyə və d qalınlıqlı dayaq divarlarının alt tərəflərinə ayrılma ayrılıqda baxmaq lazımdır.

Baxılan hər bir halda müstəvi lövhənin yeraltı konturunun açılışından istifadə etməklə epürlər qurulmalıdır. Sızma prosesi aşırımlarda “4” nöqtəsində, dayaq divarlarının alt səthi üzrə isə “5” nöqtəsində başa çatır. Konstruksiyanın yeraltı elementinin ön üzünə təsir edən üfüqi sızma qüvvələri aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\begin{aligned} E_{s_1} &= \frac{1}{2} n (P_{s_1} + P'_{s_2}) h L_a; \\ E_{s_2} &= \frac{1}{2} (n+1) (P_{s_1} + P_{s_2}) dh \end{aligned} \quad (8)$$

Yeraltı elementin açılmış konturunun alt üzünə təsir edən şaquli sızma qüvvələri isə aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\begin{aligned} W_{s_1} &= \frac{1}{2} n P'_{s_2} (b_1 + b_3) L_a; \\ W_{s_2} &= \frac{1}{2} (n+1) P_{s_2} (b_1 + b_3 + b_4) d, \end{aligned} \quad (9)$$

burada P_{s_1} , P_{s_2} , P'_{s_2} - qurğu bünövrəsindən sızma təzyiqinin xarakterik nöqtələrdəki (kəsiklərdəki) ordinatlarıdır və sızmanın başladığı “1” nöqtəsində yuxarı byefdəki hidrostatiki təzyiqin ən böyük qiymətinə bərabər olub, digər nöqtələrdə epürdəki üçbucaqların oxşaqlıq qanununa əsasən tapılırlar:

$$\left. \begin{aligned} P_{s_1} &= \gamma_w H_1; \\ P_{s_2} &= \frac{b_1 + b_3 + b_4}{h + b_1 + b_3 + b_4} \cdot \gamma_w H_1; \\ P'_{s_2} &= \frac{b_1 + b_3}{h + b_1 + b_3} \cdot \gamma_w H_1, \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

harada ki, h_a , b_1 , b_3 , b_4 - qurğunun yeraltı

konturunun açılış hissələrinin uzunluğu; γ_b və γ_w - uyğun olaraq beton və suyun həcmi çəkirləri: $\gamma_b = 2,4 t.q/m^3$; $\gamma_w = 1,0 t.q/m^3$.

Yeraltı konturun “3” və “4” nöqtələri arasındakı maili məsafə həndəsi yolla aşağıdakı kimi tapılır:

$$b_3 = \sqrt{h_a^2 + (b_q - b_1)^2} \quad (11)$$

Kontrfors tipli dəmir-beton bəndlərin müstəvi sürüşməyə qarşı etibarlılıq əmsalı aşağıdakı şərtədən təyin edilir [3,s.70]:

$$n_u E_{sür} \leq [K_e] \cdot P_{sax} \quad (12)$$

burada: n_u - yüklərin təsir halının uzlaşmasını nəzərə alan əmsal olub, ən qorxulu hal olan seysmiki təsirin nəzərə alınma vəziyyətində $n_u = 0,9$; m - iş şəraiti əmsalıdır və seysmiki təsirlərin nəzərə alındığı hal üçün $m = 1,1$ qəbul edilir [2, s.73]. $E_{sür}$ və P_{sax} - kontrfors tipli bəndi müstəvi sürüşmədə sürüşdürücü və saxlayıcı qüvvələr olub, bəndin yalnız yuxarı byefində su olduqda aşağıdakı düsturla tapılırlar:

$$\begin{aligned} E_{sür} &= E_{w_1} + E_{ak} + E_{s_1} + E_{s_2} \\ P_{sax} &= f \left(G_l + G_d + W_1 - W_{s_1} - W_{s_2} \right) + c \left[b_1 L + (n+1) db_4 \right] \end{aligned} \quad (13)$$

f - sürüşmə - sürtünmə əmsalıdır və bünövrə qrununun daxili sürtünmə bucağının tangensinə bərabərdir: $f = \operatorname{tg} \varphi_{qr}$. Sürüşməyə qarşı saxlayıcı qüvvə təyin edilərkən ilişənlik qüvvəsi qurğunun yeraltı konturunun örtük və dayaq divarının alt üzünün hər ikisində nəzərə alınmışdır. (13) ifadələrini (12) şərtində nəzərə aldıqda

qurğunun yalnız yuxarı byefində suyun olması halında etibarlılıq əmsalı (K_e) aşağıdakı ifadədən (şərtədən) təyin olunur:

$$K_e = \frac{m \left\{ G_l + G_d + W_1 - W_{s_1} - W_{s_2} \right\} \operatorname{tg} \varphi_{qr} + c \left[b_1 L + (n+1) db_4 \right]}{n_u \left(E_{w_1} + E_{ak} + E_{s_1} + E_{s_2} \right)} \geq [K_e] \quad (14)$$

Baxılan bu məsələdə həm sürüşdürücü, həm də saxlayıcı qüvvələrin təyində

qurğunun yeraltı hissəsi ilə bağlı yalnız sızma qüvvəsinin təsiri nəzərə alınmışdır.

Kontrfors tipli dəmir-beton bəndin byeflərində suyun dərinliyi yuxarı byefində H_1 , aşağı byefində H_2 olarsa, qurğu $H_{st} = H_1 - H_2$ statik basqısının təsirinə məruz qalır. Aşağı byefdə su olduğundan, sızma prosesi yalnız müstəvi örtüyün yeraltı konturu boyunca “1”

nöqtəsindən başlayıb “4” nöqtəsində başa çatır. Ona görə də “1” nöqtəsində sızma təzyiqi $P'_1 = \gamma_w H_{st}$, yeraltı konturun “4” nöqtəsində isə sıfıra bərabər olur. Onda “2” nöqtəsində sızma təzyiqləri üçbucaqların oxşarlıq əlamətinə görə tapılır (şəkil 1):

$$\begin{aligned} P_{2s} &= \frac{b_1 + b_3}{h + b + b} \cdot \gamma_w H_{st}; \\ P_{s2} &= \frac{b_1 + b_3 + b_4}{h_a + b_1 + b_3 + b_4} \cdot \gamma_w H_{st} \end{aligned} \quad (15)$$

Bunları nəzərə alaraq, müstəvi örtüyün yeraltı hissəsinin şaquli üzünə və alt üzünə təsir edən sızma təzyiq qüvvələri aşağıdakı düsturlarla hesablanır:

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} n (P'_1 + P''_1) h L = \\ &= \frac{1}{2} n \left(1 + \frac{b_1 + b_3}{h} \right) \gamma_w H_{st} h L; \\ E &= \frac{1}{2} (n+1) (P'_1 + P''_1) h d = \frac{1}{2} (n+1) \times \\ &\times \left(1 + \frac{b_1 + b_3 + b_4}{h_a + b_1 + b_3 + b_4} \right) \gamma_w H_{st} h d \end{aligned} \quad (16)$$

Qurğunun yeraltı hissəsinin ayrı-ayrı elementlərinə təsir göstərən sızma təzyiq qüvvələrinin şaquli qiymətləri aşağıdakı kimi tapılır:

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} n P''_1 (b + b) L = \\ &= \frac{1}{2} n (b + b)^2 \cdot \frac{L_a}{h + b} \gamma_w H_{st}; \\ W &= \frac{1}{2} (n+1) P'''_1 (b + b + b) d = \frac{1}{2} \times \\ &\times (n+1) (b_1 + b_3 + b_4)^2 \times \frac{\gamma_w H_{st} d}{h_a + b_1 + b_3 + b_4} \end{aligned} \quad (17)$$

Yüngülləşdirici təzyiq yükünün epürünün ordinatları isə aşağıdakı ifadələrə təyin edilir:

$$\left. \begin{aligned} P_{y1} &= P_{y4} = P_{y5} = \gamma_w \times \\ &\times (\nabla ABS - \nabla 1) = \gamma_w H_2; \\ P_{y2} &= P_{y3} = \gamma_w (\nabla ABS - \\ &- \nabla 2) = \gamma_w (H_2 + h_a). \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

(18) ifadələrini nəzərə almaqla, yuxarı byef tərəfdən müstəvi örtüyünün yeraltı hissəsinin ön üzünə təsir edən üfüqi yüngülləşdirici qüvvəni aşağıdakı düsturla tapmaq olar:

$$\begin{aligned} E_y &= \frac{1}{2} (P_{y1} + P_{y2}) h_a L = \\ &= \frac{1}{2} (2H_2 + h_a) h_a L \end{aligned} \quad (19)$$

Yüngülləşdirici şaquli təzyiq qüvvəsinin qurğunun yeraltı hissəsinin ayrı-ayrı elementlərinə təsir göstərən qiymətləri isə aşağıdakı düsturlarla hesablanır:

$$\begin{aligned} W_{y1} &= \left[\left(P_{y1} b_1 + \frac{1}{2} (P_{y2} + P_{y4}) b_3 \right) L = \right] \\ &= \left[(H + h) b + \frac{1}{2} (2H + h) b \right] \gamma_w L; \\ W &= (n+1) P_{y2} \cdot b d = (n+1) \gamma_w H_2 b d. \end{aligned} \quad (20)$$

Aşağı byefdəki suyun müstəvi örtüyə hidrostatiki təzyiq qüvvəsi və bünövrə qrun-tuna təsir göstərən çəkisi aşağıdakı şəkildə tapılır:

$$\begin{aligned} E_w &= \frac{1}{2} n \gamma_w H_2^2 L_a; \\ G &= \frac{1}{2} n \gamma_w (2b - m H) H L. \end{aligned} \quad (21)$$

(15) - (21) düsturlarını da nəzərə almaqla kontrfors tipli dəmir-beton bəndin müstəvi sürüşməyə qarşı dayanıqlılığa etibarlılıq əmsalını aşağıdakı şərtdən təyin etmək olar:

$$K_e = \frac{m\{(G_l + G_d + W_l + G_s - W_{s_1} - W_{s_2} - W_{y_1} - W_{y_2}) \operatorname{tg} \varphi_{qr} + n_u(E_{w_1} + E_{ak} + E_{s_1} + E_{s_2} + E_y - E_{w_2})\}}{[b_l L + (n+1)db_4]c} + \frac{[b_l L + (n+1)db_4]c}{n_u(E_{w_1} + E_{ak} + E_{s_1} + E_{s_2} + E_y - E_{w_2})} \geq [K] \quad (22)$$

burada: $[K_e]$ - kontrfors tipli bəndin müstəvi sürüşməyə qarşı etibarlılıq əmsalının buraxıla bilən qiyməti olub I, II, III, IV sinif qurğular üçün müvafiq olaraq 1,25; 1,2; 1,15 və 1,1 qəbul edilir [2,s.66].

(1) - (22) ifadələri ilə təkcə kontrfors tipli bəndləri deyil, belə tipli istinad divarlarını və qravitasiya-kontrfors tipli bəndləri müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlığa yoxlamaq olar.

ƏDƏBİYYAT

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, 682 s.
3. Məmmədov Ə.C. "Su yollarında tətbiq olunan mühəndisi qurğuların hesablanması və layihələndirmə məsələləri" nə dair metodiki vəsait. Bakı, AzMİU, 2023, 80 s.
4. Замарин Е.А., Фандеев. В.В. Гидротехнические сооружения. Москва, "Колос", 1965, 624 с.
5. Гидротехнические сооружения /Под общей редакции В. П.Недриги. Москва, Стройиздат, 1983, 544 с.

XÜLASƏ

Elmi məqalədə müstəvi örtüklü kontrfors tipli dəmir-beton bəndlərin təkmilləşdirilmiş konstruksiyasının müstəvi sürüşməyə görə dayanıqlığa hesablanması məsələsinə baxılmışdır. Aşağı byefdə suyun olmadığı və olduğu hallar üçün qurğu bünövrəsində sızma və yüngülləşdirici təzyiq qüvvələrinin tam təsirini nəzərə almaqla dayanıqlıq əmsalının yeni ifadələri əldə olunmuşdur.

Açar sözlər: *dayaq divarları, sızma təzyiq qüvvəsi, dayanıqlıq əmsalı, bünövrə qruntu, müstəvi örtük.*

РЕЗЮМЕ

В научном статье рассмотрена задача о расчёта устройство плоского сдвига железобетонного перекрытий усовершенствованных конструкций. Учитывая присутствия и отсутствия воды в нижней бьефа, при наличии оснований фундамента сооружений с полного действий фильтрующий и взвешивающий силы давление, получении новые формулы коэффициента устойчивости.

Ключевые слова: *подпорные стены, сила фильтрационного давления, коэффициент устойчивости, грунт основания, плоское покрытие.*

SUMMARY

In the scientific article, the problem of calculation of stability due to plane sliding of the improved construction of buttress-type reinforced concrete dams with planar cover was considered. new expressions of the stability coefficient have been obtained, taking into account the full effect of leakage and alleviating pressure forces in the foundation of the device for the cases of water absence and presence in the lower buffet.

Key words: *retaining walls, seepage pressure force, coefficient of stability, foundation soil, flat cover.*

Məqaləyə AzMİU-nun "Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi" kafedrasının müdiri, prof. Z.S. Musayev rəy vermişdir.