

ZƏRBƏLİYEV M.S., UMBETOVA Ş.M., NƏSİBLİ Ə. E., TAİBOVA V.K.

AzMIU

**SUTULLAYAN QURĞULARDA AXININ YÜKSƏK PARAMETRLƏRİNƏ
HESABLANMIŞ ÜZLÜK MATERIALININ TƏTBİQİ**

Respublikamızda geniş miqyasda hidrodüyünlərin, su anbarlarının və su elektrik stansiyalarının yeni-yeni tikintiləri həyata keçirilir. Bir çox yeni tikilmiş hidrodüyünlər və su anbarları tam müvəffəqiyyətlə istismar olunurlar. Bu gün “Yaşıl enerji” - ilə əlaqədar layihələrə böyük önəm verildiyindən, tikilmiş və tikilməsi nəzərdə tutulmuş su elek-

trik stansiyaları əsas diqqət mərkəzindədir. Elmin və texnikanın ən son nailiyyətlərindən istifadə edərək enerji ehtiyatlarından və ən əsası da hidroenerjidən istifadə günün əsas tələbinə çevrilmişdir.

Tikinti və istismar təcrübələrini araşdırma əsasında xüsusi təcrübi və nəzəri tədqiqatlar aparmaq və yeni müasir konstruksiyalar,

qurğuların hesablanma metodlarını irəli sürməklə, gələcək layihələrin yaxşılaşmasına və ucuzlaşmasına nail olmaq, tikintinin keyfiyyətini, möhkəmliyini və iqtisadi səmərəliliyini artırmaq olar. Bu məsələdə əsas rol yüksəksürətli axının nəzəriyyəsinin inkişafı və onun hidrotexniki qurğuların elementlərinə təsirinin tədqiqi başlıca rol oynayır. Son illər alimlər tərəfindən axının dinamiki və kavitasiya təsirlərinə dair böyük həcmdə tədqiqatlar aparılmış, yeni konstruksiyalar işlənmişdir. Bu konstruksiyalar yüksək sürətli axın zamanı ziyanlı kavitasiya təsirinə müqavimət göstərə bilir. Ancaq konkret praktiki məsələnin həllində isə bütün suallar hələ tam işlənməmişdir. Bura basqının artması ilə sutullayıcının və yeni konstruktiv məsələlərin həllini tapmaq daxildir. Belə ki, basqının artması sutullayıcı qurğunun böyük təminatla işləməsinə təmin etməkdir. Yeni üzlük material konstruksiyasının işlənməsi, ən böyük basqılarda işləmək qabiliyyətinin təmin olunması, bəzən isə bir sıra hallarda sutullayan qurğuların çox böyük konstruksiyalarından imtina edilməsinə və bununla külli miqdarda materiala qənaət edilməsinə nail olmaq olar.

Müasir şəraitdə qapılar kamerasının üzlük materiallarının yaradılması problemi var ki, axının yüksək parametrlərində işləmək qabiliyyətinin həyata keçirilməsi üçün hal-hazırda tədqiqatı həyata keçirmək lazımdır. Əsas məsələni elə həll etmək lazımdır ki, yüksək basqılarda tədqiq edilmiş ənənəvi konstruksiyaları tətbiq etmək mümkün olsun. Bu konstruksiyaların ən çətin şəraitdə işləməsi mümkün olsun. Son nəticədə isə polad üzlük materialının uzunluğunun azaldılması baş tutsun. Bunun əsasında qarşıya qoyulmuş məsələni həll etmək üçün böyük həcmdə təcrübə tədqiqatları nəzərdən keçirilmiş və öyrənilmişdir.

Su ehtiyatlarının yaradılması ilə əlaqədar su anbarlarının layihələndirilməsi və tikilməsi Respublikamızda ən əsas məsələlərdən biridir. Böyük basqılarda su tullayan qurğularda torpaq bəndlərin məhdud hündürlüklərində suburaxan qurğuların en kəsikləri çox böyük alınır. Bu en kəsiklərdə istifadə olunan bağlayıcılara çox böyük yük düşür. Bundan başqa axının çox sürətli hərəkətinin təsirindən

kavitasiya – eroziya təhlükəsinin sutullayıcının qapıdan sonra yerləşən aparıcı hissəsində yaranması əsas problemlərdən biridir. Hal-hazırda bu təhlükədən müdafiə sutullayıcı qurğularda polad lövhələrdən ibarət üzlüklər istifadə etməklə həyata keçirilir.

Bir sıra alimlər və mühəndislər tərəfindən hamar üzlük adlanan eyni kələ-kötürlü səthlərdə kavitasiya yaranması və eroziyanın inkişafı şəraiti öyrənilmişdir. Çox alimlər bu şəraiti axının dinamiki sürəti ilə əlaqələndirir. Təbii olaraq dinamiki sürət $v_* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$

kompleks xarakteristika olub, konstruksiya divarının yaxınlığında eyni zamanda və bir-mənalı orta sürət profilini və sürət pulsasiyasının (intensivliyinin) səviyyəsini təyin edir. Bərabər kələkötürlü səthlərdə kavitasiyanın yaranmasının tədqiqatı Ardntom və İppenom aparmışdır. Onlar tərəfindən kavitasiyanın başlanma vaxtı və dinamiki sürət (sabit ortalasmış təzyiqdə) arasında asılılıq müəyyənləşdirilmişdir. Yerli kavitasiya parametrlərinin böhran qiyməti ancaq uzunluq boyunca yaranan yerli müqavimət əmsalının funksiyası olmuşdur.

Digər bir çox tədqiqatları nəzərə alaraq [1] bərabər kələ-kötürlü səthdə kavitasiyanın başlama momenti aşağıdakı şərtə görə ödənilir.

$$\frac{2g \left(\frac{P_n}{\gamma} + \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_{boh}}{\gamma} \right)}{(5,6U_*)^2} = 1 \quad (1)$$

Burada, P_n - kələ - kötürlük səth üzərində axında pyezometrik orta təzyiqdir; P_a - atmosfer təzyiqi; $P_{boh} = P_b$ - böhran təzyiqi; P_b - doymuş su buxarı təzyiqi.

(1) düsturundan U_* – ədədinin qiymətini təyin etmək olar ki, bu kələ-kötür səthdə kavitasiyanın yarandığı haldır. Şəkil 1-dən istifadə edərək hər bir verilmiş konkret hala görə bərabər kələ-kötürlü səthlərdə yaranan kavitasiyanın inkişafını təyin etmək olar.

Düsturunu aşağıdakı kimi yazırıq:

$$\frac{H_{xar}}{(5,6U_*)^2 / 2g} = 1 \quad (2)$$

Burada, H_{zar} – kələ-kötürlü səth üzərində axının xarakterik təzyiqidir.

Dinamiki sürət U_* axının uzunluq boyunca səthində basqı itkisi əmsalı ilə əlaqədardır.

$$\frac{U_*}{\bar{U}} = \sqrt{\frac{\lambda}{8}} \quad (3)$$

Burada, $\bar{U}$ – axının orta sürətidir. (3) düsturunda axının orta sürətini müəyyən dəqiqlik dərəcəsi ilə maksimal sürətlə əvəz etmək olar. Bunu da aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$U_m = \varphi \sqrt{2gH_h}$$

Burada H_h – hesabi basqıdır. Basqıda maksimal sürət təyin edilir. U_m – üçün ifadəni (3) düsturunda yazsaq və nəzərə alsaq ki, $\varphi \approx 1$ -dir. U_* – üçün ifadəni alırıq.

$$U_* = \sqrt{2gH_h} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{8}} \quad (4)$$

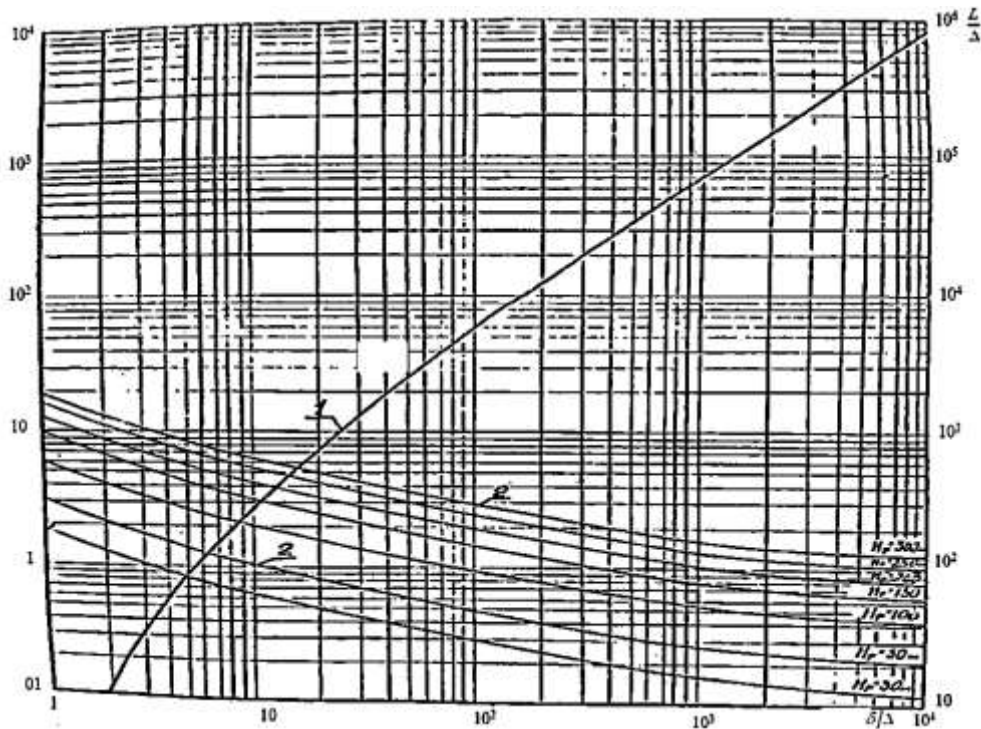
U_* - üçün olan ifadəni (2) düsturunda nəzərə alsaq bərabər kələ-kötürlü səth üzərində kavitasiyasının artmasının başlanması ilə xarakterik olan basqı ilə hesabi basqı arasında əlaqəni alırıq:

$$H_{\text{zar}} \approx 4\lambda \cdot H_h \quad (5)$$

Bu şəkil nisbi xarakterik təzyiq ilə nisbi sərhəd qatının qalınlığı arasında əlaqəni ifadə edir. Qrafik aşağıdakı mülahizələr və hesablamalar əsasında alınmışdır: (1) düsturunda sürətdəkiləri $H_{\text{zar}} = H_{\text{at}} + H_h$ ilə dəyişsək λ – əmsalının qiymətini texniki boruların avtomodel zonası üçün [2,3] qrafikdən nisbi kələ-kötürlükdən $K = \frac{\Delta}{D}$ asılı olaraq götürülür.

Baxdığımız halda δ – axının hidravliki radius ilə xarakterizə olunur. $\delta = R$. Buna uyğun olaraq [2] – dəki göstəricilərdən istifadə etmək üçün $K = \frac{\Delta}{4\delta}$ qəbul olunur.

bilərək və ya qiymətlər verməklə, $\frac{l}{\Delta}$ nisbi uzunluğu tapırıq.



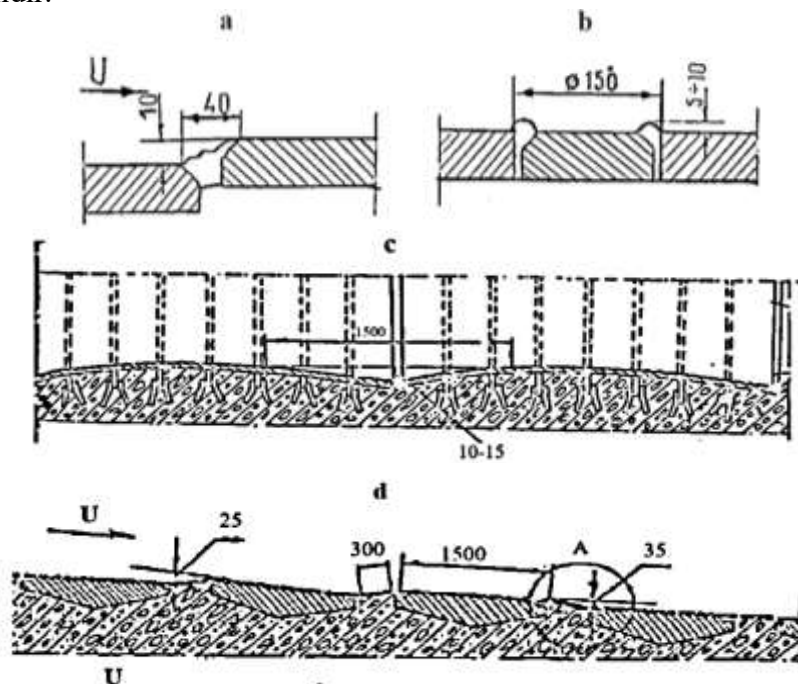
Şəkil 1. Müntəzəm kələ-kötürlü səthdə kavitasiyanın artmasının təyini

$$I. \frac{\delta}{\Delta} = f\left(\frac{l}{\Delta}\right) \text{ əyrisi} \quad II. H_{\text{zar}} = f\left(\frac{l}{\Delta}\right) \text{ əyrisi}$$

Yuxarıda göstərilən mülahizələr əsasında şəkil 1-dəki qrafik qurulur. Qrafikdən aşağıda göstərilən ardıcılıqlı istifadə etmək lazımdır: kavitasiyanın yaranacağı və inkişaf edəcəyi yeri bilərək axının bu yerə qədər üzlüklə görüşəcək yerindən olan uzunluğu təyin edirik. Səthin mütləq kələ-kötürlüyünü alınmış $\frac{l}{\Delta}$ qiymətini qrafikin sahəsindən sağ tərəfdə ordinat şkalasını əlavə edirik və üfüqi xətti $\frac{l}{\Delta} = f\left(\frac{\delta}{\Delta}\right)$ əyrisini kəsənə qədər uzadıırıq. Kəsişmə nöqtəsindən şaquli xətti $H_{\text{xar}} = f\left(\frac{\delta}{\Delta}\right)$ hesabi basqının qiyməti üçün qurulmuş əyrini kəsənə qədər uzadıırıq. Kəsişmə nöqtəsinin ordinatı xarakter basqını qiymətini təyin edir. Bu halda bərabər kələ-kötürlü səthdə kavitasiya inkişaf etmir. Sonra bu qiyməti baxılan sahə üçün həqiqi basqının qiyməti ilə müqayisə edirik. Əgər həqiqi basqı xarakter basqıdan çoxdursa, kavitasiya bərabər-kələkötürlü səthdə olmur. Əgər həqiqi basqı xarakter basqıdan az olarsa, onda bu zonada kavitasiya və kavitasiya eroziyası inkişaf edir. Buna görə də kavitasiya və kavitasiya roziyasını dəf etmək üçün əlavə tədbirlər nəzərə alınmalıdır.

Yüksək basqılı sutullayıcı qurğuların üzlüklərinin natura tədqiqatları hamarlığa görə böyük tələbatlar irəli sürülür ki, bunlar aşağıdakılardır:

- Toktoqul bəndinin dərinlik su tullayıcı qurğusunda (şəkil 2. a, b) yerli çıxıntılar qaynaq tikişləri şəklində (hündürlüyü $5 \div 12$ mm-də) çıxıntılar səliş dalgə şəklində müəyyən edilmişdir. Seqment qapıdan sonra sutullayanın çıxış hissəsində uzunluğu 1,5 m olan plitələrə montaj sahəsində metal üzlüklər betonlanmışdır.
- Montaj vaxtı üzlük materiallarının arasında (plitələr arası) məsafə qalır ki, bunun vasitəsilə onun altının betonu tökülür. Həmin məsafələr uzunluğu 0,3 m olan metal əlavə ilə üzlük materialına qaynaq olunmaqla bağlanır. Montajın alınmış bu sxemlərində səthlərdə çıxıntılar alınır. Hündürlüyə görə fərq 35 mm qədər (şəkil 2 c) çatır.
- Çarvak hidrodüyündə sutullayan qurğunun II pilləsində (yerüstü) bir sıra çıxıntılar müəyyən edilmişdir ki, bu vintşəkilli üzlüklərdən, yerli çıxıntılar, qaynaq zamanı metal qırıntıları və əsasəndə dalgəvari üzlük şəklində çoxlu qeyri-hamarlıqlar müəyyən edilmişdir.



Şəkil 2. Böyükbasqılı sutullayanların qeyri-bərabər səth üzlüklərinin xarakter növləri
a) axın istiqamətində çıxıntı, b) təmizlənməmiş qaynaq tikilişləri;
c) dalgəvari üzlük; d) axın istiqamətində və axına qarşı çıxıntılar

Nurek SES inşaat sutullayıcısını nəzərdən keçirdikdə çıxıntıların bir sıra növlərinin olması müəyyən edilmişdir. Bunların çox hissəsini dalğavari üzlüklər və yerli çıxıntılar təşkil edir.

Yuxarıda göstərilən böyük basqılı sutullayanların tədqiqi göstərdi ki, onların işçi səthləri bir sıra qeyri-hamarlıqlara malikdir. Bunlar layihədə nəzərə alınmamışdır. Bu qeyri-hamarlıqlar aşağıdakı səbəblər ilə bağlıdır:

- a) Üzlük materialının hazırlanmasında ayrı-ayrı səhvlər ucbatından yaranan;
- b) daşınma və montaj zamanı yaranan əyilmələr;
- c) montaj zamanı qaynaq edilən vaxt yaranan deformasiyalar;
- d) betonlanma zamanı üzlüyün deformasiyası;
- e) betonlanmada yaranan çatışmamazlıqlar.

Beləliklə, nəzərə almaq lazımdır ki, qurğunun yaradılması zamanı qeyri-hamarlıqlar aşkara çıxır ki, bunları praktiki olaraq düzəltmək mümkün deyildir.

Araşdırmalar göstərir ki, üzlük materiallarının naturada iş şəraiti daha ağır olur. Göstərmək olar ki, 150-200 m basqılarda hamar üzlüklərin qalınlığı onun statik möhkəmliyi ilə təyin olunur. Ancaq kavitasiya dalğasının yaranması nöqteyi-nəzərdən isə buraxılan deformasiya şəraiti əsas götürülür. Bu halda qaynaq işləri, montaj və nəqliyyatla əlaqədar deformasiyalardan yaranan dalğavari şəkildə olması nəzərə alınmır. Əlbətdə bunların da real təcrübə əsasında nəzərə alınması axının böyük sürətlərində (50-70 m/san) hamar üzlük materiallarında kavitasiyasız işi təmin edir.

Yuxarıda göstərilənlərdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, əsas qapılardan sonra boru kəmərinə 150÷170 m basqılarda hamar polad üzlüklərdən istifadə etmək olar və bu halda axının üzlük materialından ayrılma imkanı və həmin zonada kavitasiyanın yaranması mümkündür. Bu gün tam dəqiqliklə deyə bilərik ki, bu cür yol verilən hal kəatastafik nəticəyə səbəb olmayacaq. Ümumilikdə hamar üzlüklərdən 150-200 m basqılarda istifadə etdikdə və boru kəmərinin bəzi hissələrində müasir texnoloji şəraitdə axının hərəkət rejimi mühəndis nəzarətindən çıxır

və bu vəziyyət qurğunun hazırlanması, montajı və tikintisi ilə əlaqələndirilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Cavitation and cavitational erosion of members of outer /G.V. Kudraishov, N.I. Zharov, Proc.20.IAHR Congress. 1983
2. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., Mahmudov T.M., İsmayilov F.M., Zərbəliyev M.S. “Hidrotexniki qurğular” Bakı-2009
3. Водохранилище на Боладычай в Ленкоранском районе. Гидротехнические сооружения Рег.№ П-37, 1989, с.58
4. Г.А. Воробьев «Защита гидротехнических сооружений от кавитации» М. Энергоатомиздат, 1990 с.248
5. М.С. Зарбалиев, Г.М. Гасанов Водовыпускное сооружение Боладычайского водохранилища Азербайджанской СССР, АЗНИИТИ, Сельское хозяйство, 1990.
6. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., Zərbəliyev M.S. “Su ehtiyatlarının kompleks istifadəsi, integrasiyalı idarə olunması” Dərslik, Bakı, Təhsil NPM, 2019, səh. 355
7. Гидравлические расчёты водосбросных гидротехнических сооружений. Справочное пособие, 1988 г. стр. 623.

XÜLASƏ

Sutullayan qurğularda axının yüksək parametrlərinə hesablanmış üzlük materialının tətbiqi

Respublikamızda geniş miqyasda hidrodüyünlərin, su anbarlarının və su elektrik stansiyalarının yeni-yeni tikintiləri həyata keçirilir. Bu gün “Yaşıl enerji” –ilə əlaqədar layihələrə böyük önəm verildiyindən, tikilmiş və tikilməsi nəzərdə tutulmuş su elektrik stansiyaları əsas diqqət mərkəzindədir. Bu məsələdə əsas rol yüksəksürətli axının nəzəriyyəsinin inkişafı və onun hidrotekniki qurğuların elementlərinə təsirinin tədqiqi oynayıyır. Başqa axının çox sürətli hərəkətinin təsirindən kavitasiya – eroziya təhlükəsinin su-

tullayıcının qarıdan sonra yerləşən aparıcı hissəsində yaranması əsas problemlərdən biridir. Hal-hazırda bu təhlükədən müdafiə sutullayıcı qurğulada polad lövhələrdən ibarət üzlüklər istifadə etməklə həyata keçirilir.

Açar sözlər: *Su ehtiyatları, su anbarı, sutullayıcı qurğu, yüksək basqı, kavitasiya, eroziya, üzlük materialı, kələ-kötürlü.*

РЕЗЮМЕ

Применение облицовочного материала, рассчитанного на высокие параметры потока в водосбросных сооружениях

В нашей республике в больших масштабах ведется новое строительство гидротехнических сооружений, водохранилищ и гидроэлектростанций. Сегодня в связи с «Зеленой энергетикой» построенные и запланированные гидроэлектростанции находятся в центре внимания. Основная роль в этом вопросе принадлежит развитию теории высокоскоростного потока и изучение его влияния на элементы гидротехнических устройств. В настоящее время защита от кавитационно-эрозионной опасности осуществляется путем облицовки из стальных пластин.

Ключевые слова: *Водные ресурсы, водохранилища, одосбросное сооружение, высокое давление, кавитация, эрозия, материал покрытия, шероховатость.*

SUMMARY

Application of facing material calculated to high parameters flow in spillways structures

New construction of waterworks, reservoirs and hydroelectric power stations is being carried out on a large scale in our republic. Today in connection with "Green Energy" built and planning hydroelectric power stations are in the spotlight. The main role in this issue belongs to the development of the theory of high-speed flow and the study of its influence on the elements of hydraulic devices. Currently protection against cavitation -erosion hazards is carried out by lining with steel plates.

Key words: *Water resources, reservoirs, spillways, high pressure, cavitation, erosion, covermaterial, roughness.*

Məqaləyə AzMIU-nun "Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi" kafedrasının dosenti, t.ü.f.d. A.Ə. Mürsəlov rəy vermişdir.