

**V.V. MƏMMƏDOVA, K.Q. ABDULLAYEVA, S.T. İDRİSOV, A.N. CƏFƏROVA**

*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*

## **HİDROTEKNİKİ QURĞULARIN TƏHLÜKƏSİZLİYİ ÜÇÜN TƏTBİQ OLUNAN MÜASİR TEXNOLOGİYALAR**

Daima inkişafda olan dünyamızda müasir texnologiyalar qlobal miqyasda hidrotekniki qurğuların (HTQ) layihələndirilməsi, tikintisi, istismarı, təmiri və yenidən qurulmasında geniş istifadə olunur və bu qurğular üçün yüksək dərəcədə texniki etibarlılıq və təhlükəsizlik təmin edilir.

Bu sahədəki müasir texnologiyalar tikinti materialları, avadanlıqlar, cihazlar, mexanizmlər və onların tətbiqi texnologiyası ilə bağlıdır ki, bu da yüksək yapışma və struktur möhkəmliyini, o cümlədən inyeksiya, su izolyasiyası, korroziyaya qarşı, sufuziyaya qarşı və digər texnologiyalar təmin edir. Bundan əlavə, tikinti materiallarının və qurğunun struktur elementlərinin yerləşdirilməsi və istifadəsi üçün müasir layihə həlləri HTQ-nin istismar etibarlılığını və onun struktur elementlərinin müxtəlif mənfi təsirlərə qarşı müqavimətini artırır.

Su anbarı hövzəsinin lillənməsi ilə mübarizə, bəndlərin və ərazilərin qorunması, seysmik, deformasiya və digər hadisələr nəticəsində bəndlərin sıradan çıxma riskinin azaldılması üçün effektiv üsullar bütün dünyada mövcuddur. Respublikanın torpaq və iqlim şəraiti nəzərə alınmaqla bu məsələlər getdikcə daha vacib hala gəlir. Eyni zamanda, qlobal təcrübədə istifadə olunan müasir ölçmə cihazlarına və cihazlarına, ən son texniki nəzarət vasitələrinə əsaslanan nəzarət və ölçmə avadanlıqlarına, müntəzəm monitorinqin təşkili ilə yanaşı, bu qurğuların istismarına avtomatlaşdırılmış nəzarət üçün digər texniki vasitələrə də diqqət yetirilməlidir.

Olduqca maraqlı bir məlumat diqqət çəkir. Statistika görə, 2011-ci ildə Yaponiyada mövcud bəndlərin ümumi sayı 2674-idi

ki, bunlardan 1593-ü torpaq tökmə bəndləri olub. Bu bəndlər əsasən Yaponiyanın əsas qidası olan düyü bitkilərini suvarma suyu ilə təmin etmək üçün qərbi bölgəsində tikilib. Yaponiya Portland sement istehsalının tətbiqindən cəmi 25 il sonra, 1900-cü ildə böyük beton bəndlər tikməyə başlayıb. Təcrübə artıqca texnologiya tədricən inkişaf edib və bu gün ölkədə 1000-dən çox böyük beton bənd var. Torpaq bəndləri Yaponiyanın ən qədim infrastrukturlarından biridir. Yaponiyanın ən qədim torpaq bəndi olan Sayamaike imperator Sujinin dövründə tikilmiş və 1400 il ərzində altı dəfə əsaslı təmirə məruz qalıb. II Dünya Müharibəsindən sonra və xüsusən də 1960-cı illərdən sonra, irimiqyaslı layihələri dəstəkləmək üçün milli iqtisadiyyatın böyüməsi ilə paralel olaraq bəndlərin hündürlüyü və tutumu kəskin şəkildə artıb. VII əsrə aid bəndlər bu ölkədə tikilmiş ən qədim mühəndis arasındadır. İkinci Dünya Müharibəsindən sonra yüksək məhsuldarlığa nail olmaq üçün bənd işləri mexanikləşdirilib.

Köhnə Bəndlərin Hərtərəfli Yoxlanılması müntəzəm olaraq bənd yoxlamaları texniki xidmət işçiləri tərəfindən aparılır. Bu yoxlamalara əlavə olaraq, Yaponiyanın Bənd Mühəndisliyi Mərkəzi, əsasən iyirmi və ya otuz yaşdan yuxarı çoxməqsədli, kompleks məqsədli bəndlərin struktur təhlükəsizliyini, əməliyyat etibarlılığını və fəvqəladə hallara hazırlığını qiymətləndirmək üçün hərtərəfli yoxlamalar və qiymətləndirmələr aparır.

Digər bir nümunə kimi Avropanın inkişaf etmiş dövləti olan Almaniyaya baxaq. Almaniya, federal bir dövlət olaraq, 16 federal ştatdan ibarət federal quruluşa malikdir.

Ştat vəzifələri federal səviyyə, ştat parlamentləri və hökumətləri, eləcə də yerli hökumətlər arasında bölünür. Ştat parlamentləri Bundesratla razılaşdırıldıqdan sonra bir çox vacib qanunlar qəbul edə bilər ki, bu da federal ştatlar daxilində qanunvericilik tənzimləməsindəki bəzi mümkün fərqləri izah edir.

Federal hökumət su idarəetməsi sahəsində əsas qanunvericilik və milli məsuliyyətlərə cavabdehdir. Ştat hökumətləri - 16 federal ştatın hökumətləri - federal qanunlar çərçivəsində öz ərazilərində su təchizatı və sanitariyanı tənzimləməkdən məsuldurlar.

Avropa Birliyi daxilində tətbiq olunan Avropa Su Qanunu federal su qanunlarından üstündür. Avropa hüquqi aktları ilə müəyyən edilmiş tələblər daha yüksək prioritetə malikdir.

Bu federal qanunlar 16 federal əyaləti səviyyəsində daha da dəqiqləşdirilir. Federal əyalətin şərtlərinə və siyasi məqsədlərinə uyğun olaraq, həmin əyalət üçün su qanunu, həmin əyalət üçün çirkab sularının axıdılması hüququna görə vergi haqqında qanun və s. mövcuddur. Bəndlərin və digər HTQ təhlükəsizliyinin təmin edilməsi ilə bağlı məsələlər su idarəetmə qanunvericiliyində cəmləşdirilib.

Almaniyanın Ruhr hövzəsində bəzilərinin istismar müddəti 100 ildən çox olan 8 daş, beton və qunt materialdan tikilmiş bəndlər, 72 təmizləyici qurğu, 14 su elektrik stansiyası və digər hidrotexniki qurğular mövcuddur.

Hengstsee su anbarı (şəkil 1) bir sıra qurğulardan ibarətdir: çay tənzimləyici qurğuları, su elektrik stansiyaları (həm bənddə, həm də YB-də ayrıca), balıqburaxan və nasos stansiyası. Yuxarı byef hövzəsində yerləşən ayrı-ayrı qurğular - nasos stansiyası və su elektrik stansiyası - gecələr çaydan suyu çayın sağ sahilində daha yüksək hündürlükdə (təxminən 100 m) yerləşən təbii hövzəyə qaldırmaq və gündüzlər elektrik enerjisi istehsal etmək üçün nəzərdə tutulub. Bu, gündüz və gecə elektrik enerjisi xərcləri arasındakı fərq səbəbindən bənd operatoruna əlavə gəlir gətirir.



*Şəkil. 1 Hengstsee su anbarının ümumi görünüşü və balıqburaxan qurğusu.*

Almaniyanın su anbarlarından biri olan Leibis-Lixte bəndi ən son texnologiyadan istifadə edilərək inşa edilmişdir. Bu bəndinin tikintisində məqsədlərə aiddir:

- bənd tikintisi nəticəsində pozulmuş su hövzələrinin axını bərpa etmək;
- təbii şəraiti bərpa etmək üçün su hövzələrinin və bitişik daşqın düzənliklərinin təbii mühitini canlandırmaq;
- çəmənlikləri genişləndirmək; tikinti nəticəsində pozulmuş ərazilərin təbii mühitini bərpa etmək; və açıq hava quru ekosistemlərinin dəyərini artırmaq üçün varisliyi qorumaq;

Avtomatlaşdırılmış monitoring sisteminin tətbiqi sayəsində bu bəndin istismarı 5 nəfərdən ibarət heyət tərəfindən həyata keçirilir.

Digər bir nümunə kimi İsveçrə bəndlərini də nəzərdə keçirək. İsveçrədə sənaye məqsədləri üçün bəndlərin tikintisi təxminən 200 il əvvələ gedib çıxır. İlk bəndlərdən biri olan 14,5 metr hündürlüyündə olan Wenigerweiher 1822-ci ildə inşa edilib və hələ də fəaliyyətdədir. Onlar ölkənin sənaye inkişafı

ilə paralel olaraq, ehtiyac olduğu kimi tikilib. Əvvəlcə bəndlər və onların su elektrik stansiyaları şəhərlərin və sənaye mərkəzlərinin yaxınlığında tikilib, çünki uzun məsafələrə elektrik ötürülməsi hələ mümkün deyildi. Bu tip tikintinin tipik nümunəsi 1872-ci ildə Fribourgun tarixi mərkəzinin yaxınlığındakı Sarine çayı üzərində tikilmiş 24 metr hündürlüyündə Meigrauge qravitasiyalı beton bəndidir. Bənd və onun su elektrik stansiyası şəhərin inkişafında mühüm rol oynayıb. 154 il keçməsinə baxmayaraq, bu su elektrik stansiyası hələ də fəaliyyətdədir. Təkcə 1947-1970-ci illər arasında böyük bəndləri olan 86 su elektrik stansiyası tikilmişdir ki, bunlardan 60-ı 30 m-dən, 4-ü isə 200 m-dən hündür idi. Bunlara 237 m uzunluğunda Mauvoisin tağ bəndi (1990-cı ildə 250 m-ə qaldırılmışdır); 285 m uzunluğunda Grand Dixence qraviasiyalı bəndi; 208 m uzunluğunda Luzzone tağvari bəndi (1998-ci ildə 225 m-ə qaldırılmışdır) və 220 m uzunluğunda Contra tağvari bəndi daxildir. Hazırda ölkədə 1500-dən çox su elektrik stansiyası, o cümlədən böyük bəndləri olan 167 su elektrik stansiyası fəaliyyət göstərir.

Sahil zonaları həm təbii, həm də süni şəkildə yaradılan dinamik dəyişikliklərin baş verdiyi ərazilərdir. Hazırda Avropa əhalisinin təxminən yarısı dənizdən 50 km məsafədə yaşayır və 2028-ci ildə Avropa əhalisinin təxminən 75%-i sahil zonalarında yaşayacaq. Buna görə də, dəniz suyu və daşqınlar səbəbindən sahil eroziyasının qarşısının alınması milli əhəmiyyət kəsb edən bir məsələdir və müvafiq milli strategiyaların, dövlət proqramlarının və layihələrinin hazırlanmasını və həyata keçirilməsini tələb edir. Bu məsələdə Niderland nümunəsini nəzərdən keçirmək olar. Hollandiyalı mühəndislər sahil eroziyası ilə mübarizədə əsrlər boyu Hollandiyanın təcrübəsindən istifadə edir və daha qabaqcıl sahil mühafizəsi texnologiyaları inkişaf etdirirlər.

1950-ci illərə qədər dəniz suyunun sahil xətlərinə dağıdıcı təsirinə qarşı mübarizənin ümumi təcrübəsi sahilləri möhkəmləndirmək və çimərlik eroziyasının və fırtına zərərinin

qarşısını almaq üçün sahil mühafizəsi qurğularının inşası idi (şəkil 2).



*Şəkil 2. Texel (Hollandiya) yaxınlığında fırtınanın yaratdığı eroziyası və mühafizə bəndinin tikintisi.*

Mühəndislik texnologiyasındakı irəliləyişlərlə daha səmərəli və ekoloji cəhətdən təmiz sahil mühafizəsi metodlarından istifadə olunmağa başlandı. Yeni mühəndislik yanaşması dalğa enerjisini dağıtmaq və sahil infrastrukturunu qorumaq üçün süni çimərliklərin və qum təpələrinin yaradılmasını əhatə edir.

Çətin istimar şəraitində istifadə olunan istər dəniz istərsədə çay hidrotexniki qurğularının təmiri zamanı bir çox müasir texnologiyalardan istifadə olunur. Bunlardan bir neçəsinə baxaq

İnjesiya texnologiyaları çatları və boşluqları doldurmaq (şəkil 3), möhkəmliyi bərpa etmək, basdırılmış konstruksiyaların hidrolyasiyasını təmin etmək və ya qruntu möhkəmləndirmək və bağlamaq üçün dəmirbeton və hörgü konstruksiyalarının müasir təmirində geniş istifadə olunur. Bu texnologiyaların uğurlu tətbiqi qüsurların səriştəli qiymətləndirilməsini və iş planının seçilməsini, materialların diqqətlə seçilməsini və ix-

tisaslaşmış avadanlıqla təcrübəli podratçı tərəfindən ixtisaslı icranı tələb edir.



*Şəkil 3. MC-Fastrack sisteminin ümumi görünüşü və iş əsnasında.*

Mərkəzi Yavadakı Jatibarang qaya-tök-mə bəndinə xidmət edən tuneldəki çatların təmiri, əməliyyatlara mane olan yüksək su təzyiqi səbəbindən böyük bir çətinlik yaratmışdır. Bu konstruksiya qasırgalarda mühafizə məqsədini və yerli su təchizatının təminatı kimi xidmət edir. Sahəni yoxladıqdan sonra, podratçı komandası problemi iki mərhələli injektor sistemi ilə həll etməyi tövsiyə etdi və nəticədə çatlar uğurla təmir edildi.

Sualtı kavitasiya təmizlənməsi də sualtı təmizləmə avadanlığından olub suyun altında yerləşən stasionar qurğu və avadanlıqların təmizlənməsinə imkan verir. Kavitasiya metodu, təsir zamanı təmizlənən səthlə birlikdə çökən mikroskopik buxar-qaz qabarcıqları olan yüksək sürətli kavitasiya axını istifadə edərək effektiv və təhlükəsiz sualtı səth təmizlənməsini təmin edir. Kavitasiya mayenin təzyiqi lokal olaraq azaldıqda baş verir ki, bu da onun sürətinin artması hesabınadır (hidrodinamik kavitasiya).

Hazırda istifadə olunan boya və laklar su elektrik stansiyası avadanlıqlarını korro-

ziyadan 5-6 ildən çox olmayaraq qoruyur. Bu məqsədlə XC-010, XC-059 və XC-068 astarlıqlar və XC-720, XC-759 və XC-1100 emalları kimi boya və laklar geniş istifadə olunur. Alkid boya və laklarının istifadəsi metal konstruksiyaların və avadanlıqların qoruma müddətini daha da azaldır. Bu, həm də beynəlxalq standartlara cavab verməyən səth hazırlığının kifayət qədər olmaması ilə əlaqədardır.

Su elektrik stansiyalarının istismarı zamanı betonda aşağıdakı kimi dağıdıcı əməliyyat amillərinin yaratdığı quruluş qüsurlarının təmiri işləri aparılır:

- Su səviyyəsinin dəyişkən olduğu ərazilərdə betona şaxtadan dəyən ziyan;
- Betonun əhəmiyyətli dərəcədə karbonlaşması nəticəsində yaranan bioloji korroziya;
- Yüksək rütubətli sərt iqlim şəraitində uzunmüddətli istismar;
- İşin yüksək əmək intensivliyi səbəbindən tikinti zamanı beton qüsurları;
- Betonun dartılma möhkəmliyini aşan yüksək mexaniki yüklər;
- Armaturun korroziyası və s. səbəbindən qoruyucu beton təbəqəsinin dağılması.

Bu problemləri həll etmək üçün liflə möhkəmləndirilmiş polimer-sement təmir məhlullarından getdikcə daha çox istifadə olunur. Konstruksiya beton təmiri üçün materiallardan istifadə edərkən, podratçının işinin texnologiyasına və keyfiyyətinə böyük əhəmiyyət verilməlidir. Adətən, əsas texnoloji əməliyyatlar bunlardır:

1. Beton əsasın tələb olunan dartılma möhkəmliyinə və kələ-kötürlüyə nail olmaq üçün hazırlanması.
2. Açıq armaturun tələb olunan təmizlik dərəcəsinə hazırlanması.
3. Əl ilə və ya maşınla tətbiq olunan təmir məhlulu ilə konstruksiyanın yenidən profilənməsi.
4. Yeni döşənmiş mineral materialın saxlanması.

Nəticə etibarilə, hidrotexniki qurğuların etibarlılığının və təhlükəsizliyinin təmin edilməsi bu qurğuların tikintisi, təmiri və yenidən



qurulmasından sonra bitməməlidir, çünki bu qurğular kifayət qədər yüksək texniki və təşkilati səviyyədə istismar edilmədikdə, tikinti, təmir və yenidənqurma işlərinə daxil edilmiş bütün layihə konsepsiyaları kifayət qədər effektiv olmaya bilər. Bu məqsədlə, mövcud qanunvericilik bazası və hidrotexniki qurğuların etibarlı və təhlükəsiz istismarı üçün müasir texnologiyalar nəzərə alınmaqla, qurğuların istismarı üçün müvafiq qaydalara və təlimatlara sahib olmaq vacibdir. Bu məsələni həll etmək üçün bu qurğuların istismarı üçün ümumi beynəlxalq qaydaları bir metodologiya kimi rəhbər tutmaq lazımdır.

### **ƏDƏBİYYAT**

1. Беллендир Е.Н.- д.т.н., Радченко В.Г. - к.т.н., Плотины Швейцарии, Журнал Гидротехника XXI век, № 1(8), Санкт-Петербург - 2012 год.
2. Национального семинара по управлению безопасностью плотин, 19-20 сентября, г. Ташкент- 2012 год.
3. Кропивницкий В.В., Современные технологии реконструкции гидротехнических сооружений.ООО "Ватерпрувинг Тэкнолоджис"

**Məmmədova V.V., Abdullayeva K.Q.,  
İdrisov S.T., Cəfərova A.N.**

**Hidrotexniki qurğuların təhlükəsizliyi  
üçün tətbiq olunan müasir texnologiyalar**

### **XÜLASƏ**

Məqalədə dünyanın müxtəlif ölkələrində müxtəlif dövrlərdə tikilmiş və hazırda istismarda olan hidrotexniki qurğuların istismarı zamanı yaranan təhlükəli (korroziya, kavitasiya və s) halların aradan qaldırılması

*Redaksiyaya daxil olma/Received 24.12.2025*

*Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 27.01.2026*

üçün istifadə olunan müasir texnologiyalardan bəhs edilir.

*Açar sözlər: bənd, korroziya, kavitasiya, MC-Fastrack sistemi, sahil zolağı.*

**Мамедова В.В., Абдуллаева К.Г.,  
Идрисов С.Т. Джафарова А.Н.**

**Современные технологии,  
применяемые для обеспечения  
безопасности гидротехнических  
сооружений**

В статье рассматриваются современные технологии, используемые для устранения опасных ситуаций (коррозия, кавитация и т. д.), возникающих при эксплуатации гидротехнических сооружений, построенных в разное время и находящихся в настоящее время в эксплуатации в разных странах мира.

*Ключевые слова: плотина, коррозия, кавитация, система MC-Fastrack, береговая линия.*

**Mammadova V.V., Abdullayeva K.G.,  
Idrisov S.T., Jafarova A.N.**

**Modern Technologies Used to Ensure  
the Safety of Hydrotexnic Structures**

This article examines modern technologies used to eliminate hazardous (corrosion, cavitation, etc.) situations that arise during the operation of hydrotexnic structures built at various times and currently in operation in various countries around the world.

*Keywords: dam, corrosion, cavitation, MC-Fastrack system, coastline*

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