

MÜNDƏRİCAT

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

EKOLOGİYA VƏ ƏTRAF MÜHİTİN MÜHAFİZƏSİ

<i>Əkbərova S.M., Hüseynov N.O.</i> Aqressiv sulfat məhlullarında kapilyar sorulma mühitində sement daşının dayanıqlılığının tədqiqat metodu	7
<i>Xəlilov Y.X., Əkbərova S.M., Əliyev F.İ.</i> Özəkli şüşənin tərkibinin və texnologiyasının işlənməsi	11
<i>Məmmədova V.V., Quliyeva T.Q., Eyvazov S. S.</i> Ağıllı təsərrüfatlarda xüsusi bitkilər üçün evapotranspirasiyanın qiymətləndirilməsi	16
<i>Зарбалиева Ш.М., Мамедова Т.Т.</i> Анализ применения искусственного интеллекта в системах водоочистки	20
<i>Мехтиева Л.Н.</i> Ржавчинные заболевания деревьев и кустарников, растущих на территории Губинского район	24
<i>Zeynalova Z.A.</i> Abşeron zonasında becərilən kələm və badımcan bitkilərinin mikobiotası	28
<i>Paşayev E.P., Əhmədli A.İ.</i> Çayların yerli yumalarına dair hesablama metodikaları	31

HYDROTECHNICS AND AMENITIES

HİDROTEKNİKA VƏ MELİORASIYA

<i>Musayev Z.S., Məmmədov Ə.C., Əliquliyev Ş.A.</i> Drenajsız və drenajlı bircinsli torpaq bəndlərin Y.A. Zamarin üsulu ilə sızmaya hesablanma metodikası	35
<i>Paşayev E.P., Həsənova Ə.İ.</i> Muğan düzündə suvarılan çəmən-boz torpaqların əsas diaqnostik əlamətləri	40
<i>Умбетова Ш.М., Зарбалиев М.С., Насирли Э.А.</i> Современные подходы к мелиорации засоленных почв Кура-Аразской низменности	43
<i>Məmmədova V.V., Məmmədov Ə.C., Abdullayeva K.Q., Eyvazov S.S.</i> Su ehtiyatlarının idarə edilməsində AI və IoT ağıllı suvarma sistemlərinin rolu	49
<i>Yusifov E.Ə., Allahverdiyev F.V.</i> Su təchizatı sistemlərinin avtomatlaşdırılması və ağıllı idarəetmə modellərinin qurulması	53
<i>Qənbərov E.S., Abdullayeva K.Q., Əliyev A.V.</i> Kürmükçayda sel axınlarından müdafiə tədbirlərinin seçilməsində hidrotexniki qurğuların rolunun tədqiqi	57

<i>Əliyev B.H. Əhmədova A.R.</i> Abşeron yarımadasında suvarılan torpaqların problemləri	63
<i>Yusifov E.Ə., Hacıyev N.E.</i> Ağıllı şəhərlərdə su təchizatının rəqəmsallaşdırılması: Problem və perspektivlər	69
<i>Əliyev B.H. Əhmədova A.R. Abdullazadə A.Z.</i> Abşeron yarımadasının suvarma sistemləri və onların müasir vəziyyəti	72
<i>Paşayev E.P., Rüstəmov R.Q.</i> Bəhramtəpə hidroqovşağının vaxtaşırı yuyulan sudurulducu qurğusu	77
<i>Aliyev H.R., Aliyev R.V.</i> A Historical and Structural Review of Bridge Design from Antiquity to the Modern Era.....	79

ENGINEERING FACILITIES AND CONSTRUCTION STRUCTURES

MÜHƏNDİS QURĞULARI VƏ İNŞAAT KONSTRUKSIYALARI

<i>Əliyev İ.Q., Nəsirov R.A.</i> Qarabağ iqtisadi rayonunda bina və tikililərin rekonstruksiya xüsusiyyətlərinin analizi	81
<i>Şiriyeva A.İ., Quliyeva G.Z., Həsənova Ü.S.</i> Riyazi optimizasiya və onun müasir dövrdə tətbiq sahələri	85
<i>Юсифов Э.А., Юсифова Э.А.</i> Механизм использования ингибиторов в борьбе с гидратами	89
<i>Ələsgərov G.A., Məhərrəmov R.E.</i> Hündürmərtəbəli binaların istilik sistemlərinin enerji səmərəliliyinin artırılması üsulu.....	93
<i>Eyyubova R.M., Quliyeva G.Z., Əzizova T.N.</i> İnşaat mühəndisliyində istifadə edilən mühəndis riyaziyyatının praktik əhəmiyyəti.....	97
<i>Ələkbərov A.H.</i> Dəniz hidrotexniki qurğularında tək svay dayağının və svay cərgələrinin bünövrə qruntlarında yaratdığı gərginlikli-deformasiya zonasının nüəyyənləşdirilməsi	101

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

MEMARLIQ VƏ ŞƏHƏRSALMA

<i>Yusifova A.E.</i> Uşaq məkanlarının ssenari yanaşma metodu ilə modelləşməsi	108
--	-----

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION
EKOLOGIYA VƏ ƏTRAF MÜHİTİN MÜHAFİZƏSİ

UOT 624.19

ƏKBƏROVA S.M., HÜSEYNOV N.O.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

sev10@rambler.ru, nahidhuseynov444@gmail.com

AQRESSİV SULFAT MƏHLULLARINDA KAPİLYAR SORULMA
MÜHİTİNDƏ SEMENT DAŞININ DAYANIQLILIĞININ TƏDQIQAT METODU

Giriş. Bərpa olunmayan təbii ehtiyatlara qənaətlə bağlı problemləri həll etmək üçün yeni nəsil beton istehsalına müasir yanaşmalara, yəni kompozit yapışdırıcılardan istifadə edərək modifikasiya olunmuş beton istehsalına keçmək tələb olunur. Bu yanaşmanın mahiyyəti ən bahalı sement komponenti olan klinkerin əhəmiyyətli kimyəvi aktivliyə və daxili enerji ehtiyatına malik olan təbii və texnologiyaya mənşəli ultradispers mineral komponentlərlə qismən əvəz edilməsindən ibarətdir.

Yapışdırıcıların yüksək keyfiyyətli kompozisiyalarını yaratmaq üçün ilkin olaraq aktiv mineral komponentlərin istifadəsinə əsaslanan istehsal texnologiyasını məqsədyönlü şəkildə idarə etmək, onların xassələrini aktivləşdirmək üçün kimyəvi modifikatorlardan və müasir texnoloji üsullardan istifadə etmək və ən rəşional yapışdırıcı tərkiblərinin işlənməsi üçün tədqiqatlar aparmaq lazımdır.

Portlandsement müxtəlif xarici aqressiv mühitlərin təsirinə məruz qalır, yəni korroziyaya uğtayır. Korroziya nəticəsində dağılan material və məmulatlar bir ildə istehsal olunan ümumi materialın böyük bir qismini təşkil edir. Korroziyadan yaranan itgillər çox böyük olduğundan ondan mühafizə də böyük xərclər tələb edir [1, 2].

Materialların aqressiv mühitlərdə korroziyaya uğraması, hazırlanan məmulatların iş şəraitini çətinləşdirir, digər hallarda isə qənaət məqsədilə korroziyaya az davamlı və ya davamsız materiallardan istifadə edilməsi ilə bəil korroziyadan yaranan itgillərin artmasına səbəb olur. Korroziya proseslərinin öyrənilməsi və ondan mühafizə aktual məsələ hesab

olunur.

Tikintidə istifadə olunan materialların müəyyən qismi sulfat korroziyasına məruz qalır. O tərkibində sulfatlar olan qrunut sularının təsirinə məruz qalması nəticəsində baş verir. Sulfatlı aqressiv mühitlərin yayılması həm ölkəmizdə, həm də xaricdə bu növ korroziyaya aid çoxlu tədqiqatların aparılmasına səbəb olmuşdur. V.M. Moskvinin təsnifatına əsasən, III növ korroziya prosesləri kimi təsnif edilən sulfat korroziyasının baş verməsi və inkişaf xüsusiyyətləri ətraflı öyrənilmişdir. Sulfat aqressiyası, betonun nəmlənməsi və quruması ilə müşayiət olunarsa, əhəmiyyətli dərəcədə artır. Sulfat korroziyasından mühafizə məqsədilə aşağı C_3A tərkibli sementlərdən istifadə etmək lazımdır. Bu sement sulfatadavamlı portlandsementi kimi istehsal olunur. Sulfatadavamlı portlandsement adi portlandsementin bir növüdür və sonuncudan əsasən sistematik olaraq donma və ərimə və ya nəmlənmə və quruma şəraitində sulfat aqressiyasına qarşı artan dayanıqlıq göstərməsi ilə fərqlənir [3].

Sement daşı aqressiv mühitlə təmasda olduqda, kontraksiya bərkimənin ilkin mərhələlərində aqressiv ionların daşın daxilinə çəkilməsinə səbəb ola bilər. Bu, xüsusilə təhlükəlidir, çünki bu anda daşın strukturu hələ də sıx deyildir. Böyük məsələlərə və kanallara malikdir, bu da xarici korroziyadan daha dağıdıcı olan daxili korroziyaya səbəb ola bilər [4].

Nəzərə almaq lazımdır ki, zərərli təsirlər təkcə mayələrin təsiri ilə məhdudlaşmır. Qazlar, xüsusilə turş qazları da, materiallarda kimyəvi korroziya proseslərinə səbəb ola bi-

lər. Bundan başqa, sement daşının dövrü olaraq dondurulması və donu açılması, nəmlənməsi və qurudulması kimi müxtəlif fiziki amillər, xüsusən də tamponaj sement daşının daima aqressiv mühitə məruz qaldığı hallarda, materialların korroziyasının pisləşməsinə və dağılmasına gətirib çıxarır [5].

Tərkibində yüksək hidravlik aktivliyə malik püssolan əlavələri olan sementlər sulfatların təsirinə yüksək davamlı olan sement materialı yaratmağa qadirdir. Bu əlavələr kalsium hidroksidi saxlamağa kömək edir, onun məhlulda mövcudluğunu azaldır və sementin dağılmasına səbəb ola bilən kalsium hidro-sulfoalüminatın meydana gəlməsinin qarşısını alır. Belə əlavələrə vulkan tufları, pemza, silisium tərkibli çökmə süxurları, yanmış gil maddələri və kömürdən və şistdən alınan toz halında olan kül kimi təbii materiallar daxildir. Püssolan sementlər sulfat korroziyasından, xüsusilə aşağı və adi temperaturda qorunmasında effektivdir. Bununla belə, maqnezium korroziyası zamanı püssolan sementlər, xüsusən də silisiumlu əlavələri ilə adi portlandsementləri ilə müqayisədə daha az dayanıqlıq göstərə bilər. Maqnezium korroziyasının qarşısını almaq üçün tərkibində toz halında kül olan sementlərdən istifadə etmək daha məqsədəuyğundur [6].

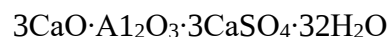
Sulfatlı sulara davamlılığı istisna olmaqla, inşaat və texniki xüsusiyyətlərinə görə sulfatadavamlı sementlər adi sementlərdən fərqlənir. Lakin klinkerin mineraloji tərkibi (C_3A miqdarının məhdud olması) və püssolanlı portlandsement üçün aktiv əlavənin yüksək miqdarda olması səbəbindən ilkin bərkimə dövrlərində möhkəmliyin zəif artmasını qeyd etmək lazımdır. Fiziki faktorlara, materialın şişmə və yığılma deformasiyası ilə müşahidə olunan, bir-birlərini əvəz edən nəmlənmə və quruma, sement daşının məsamələlərində həll olan duzların yığılması, əsasən də su ilə doymuş halda betonun növbə ilə donması və donu açılması daxildir.

Sulfatlar əksər hallarda təbii sulara olur. Göllərdə və çaylarda SO_4^{2-} sulfat ionlarının miqdarı orta hesabla 60 mq/l-ə qədərdir. Minerallaşdırılmış yeraltı sulara onun miqdarı xeyli yüksəkdir. Duzluluğu 33–35 q/l olan dəniz

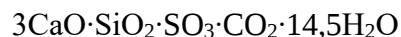
suyunda SO_4^{2-} miqdarı 2500–2700 mq/l-dir.

Suda olan sulfatlar sement daşı ilə qarşılıqlı təsirdə olanda, bir tərəfdən, sement daşının tərkib hissələrinin həllolma qabiliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa və bununla da birinci tip korroziyanın inkişafını sürətləndirməyə, digər tərəfdən, sulfatdakı kationun sement daşından kalsium ionu ilə əvəzlənməsi ilə mübadilə reaksiyalarının inkişafına, yəni ikinci növ korroziyaya səbəb olur. Sulfatların təsiri üçüncü növ korroziya proseslərinin inkişafına da səbəb ola bilər.

Sement daşının sulfatların təsirinə qarşı dayanıqlığı üçün ən böyük əhəmiyyəti ettringit adlanan kalsium hidrosulfoalüminatdır:



və kalsium hidrosulfokarboksilikat-taumasitdir.



Betonda ettringitin əmələ gəlməsi zamanı sulfat korroziyası məsələləri kifayət qədər ətraflı tədqiq edilmişdir. Bununla belə, korroziyaya davamlılığa dair son tədqiqatlar göstərmişdir ki, ettringitlə yanaşı betonda taumasit də əmələ gəlir.

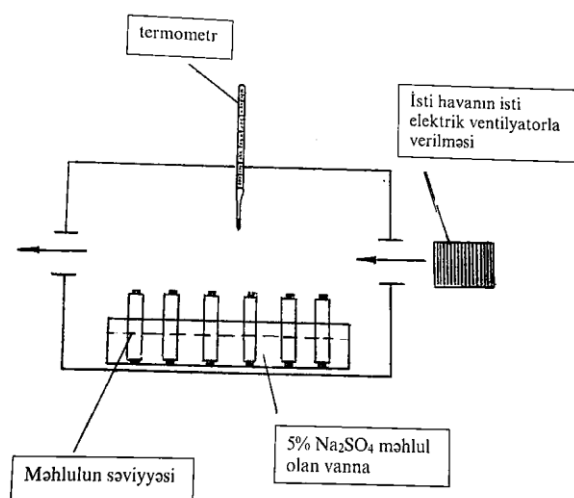
Taumasit nadir, lakin tapılan mineraldır, adətən metamorfik süxurlarda tapılır. İlk dəfə 1874-cü ildə kəşf edilmişdir. Onun struktur formulu ettringitə oxşayır. Hər iki mineral oxşar kristal quruluşa malikdir, lakin taumasit silikat tərkibli, ettringit isə alüminat tərkibli fazadır. Betonda taumasit sementin kalsium silikatları, kalsium karbonat və sulfatlar arasında reaksiyası nəticəsində əmələ gəlir. Oxşar faktlar Böyük Britaniya, Fransa, Belçika, ABŞ, Kanada, İtaliya və Cənubi Afrika kimi bir çox ölkələrdə qeydə alınmışdır.

Ettringitin əmələ gəlməsi zamanı sulfatlar sementin tərkibində olan kalsium hidroalüminatlarla reaksiyaya girir. Taumasit isə betonun dağılmasına səbəb olan kalsium hidrosilikatlardan əmələ gəlir. Taumasit kristallarının əmələ gəlməsi üçün mənbələrin olması lazımdır: kalsium silikatlar, sulfatlar və karbonatlar. Kalsium silikatlarının mənbəyi sement daşıdır. Sulfatların mənbəyi xarici

mühitdir, məsələn, ətrafdakı qrunut və ya dəniz suyu. Doldurucunun tərkibində olan piritin parçalanması nəticəsində də sulfatlar əmələ gələ bilər. Karbonatlar isə sement daşının, iri və ya xırda doldurucunun əhəngli komponentlərində olur.

Tədqiqat işində Beton və Dəmir-Beton Elmi-Tədqiqat İnstitutunun təklif etdiyi metodikadan istifadə olunmuşdur.

Məhlul nümunələrinin kapilyar sorulma şəraitində tədqiqat olunması üçün qurğunun prinsipial sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Məhlul nümunələrinin kapilyar sorulma şəraitində sınağı üçün qurğunun prinsipial sxemi

Nümunələr növbə ilə temperaturu $20 \pm 5^\circ\text{C}$ və $40 \pm 5^\circ\text{C}$ olan hava axınına məruz qalmışdır. Qurğu hər gün 8 saat söndürülürdü.

Sement əsasında nümunələr ölçüləri 28×48 sm olan vannalara yerləşdirilmişdir. Vannanın qapağında hazırlanan nümunələri yerləşdirilmək üçün sayı 15 olan özəklər mövcuddur. Aqressiv məhlul kimi istifadə edilən 5% Na_2SO_4 məhlulu hər bir aydan bir dəyişdirilmişdir.

Sınaqlar zamanı $4 \times 4 \times 16$ sm ölçüdə olan nümunələr 5% Na_2SO_4 məhluluna yarıya qədər yerləşdirilir. Açıq qalan hissələri isə dövrü olaraq isti (temperatur $40 \pm 5^\circ\text{C}$) və soyuq (temperatur $20 \pm 5^\circ\text{C}$) havanın təsirinə məruz qalır.

Kapilyar sorulmaya görə sınaqlarda gös-

tərilən rejimlə işləyən üsul işlənmişdir. Belə ki, bu üsul 5% Na_2SO_4 məhluluna qismən salınmış nümunələrin hər gün 8 saat açıq hissələrini hava axınında saxlamaq, 16 saat isə hava axını olmayan bir şəraitdən ibarətdir. Belə şəraitdə sulfat məhluluna qoyulan nümunələrin dağılması açıq hissələrdə baş verir. Bunu vizual olaraq görmək mümkündür.

ƏDƏBİYYAT

1. Строительные нормы и правила 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии. Нормы проектирования. М.; ЦИТП Госстроя СССР. - 1986. 46с.
2. Mather K. Current research in sulfate resistance at the Waterways Experiment Station. Proceedings of the George Verbeck Symposium on sulphate resistance of concrete. ACI SP-77. - 1982. - p.p. 63-77.
3. Li C. Corrosion assessment of reinforced concrete structures exposed to chloride environments in underground tunnels: Theoretical insights and practical data interpretations / C. Li, Q. Chen, R. Wang, M. Wu, Z. Jiang // Cement and Concrete Composites. – 2020. – Vol. 112. – 103652. doi: 10.1016/j.cemconcomp.2020.103652.
4. Николаев Н.И., Лю Х. (2017). Результаты исследования зоны контакта «цементный камень – горная порода». № 4 (226) (2017). <https://doi.org/10.25515/PMI.2017.4.428>.
5. Zhang J., Wang C., & Peng Z. (2021). Corrosion integrity of oil cement modified by environment responsive microspheres for CO_2 geologic sequestration wells. Cement and Concrete Research, 143, 106397. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2021.106397>.
6. Zajac M., Song J., Ullrich P., Skocek J., Haha M. B., Skibsted J. (2024). High early pozzolanic reactivity of alumina-silica gel: A study of the hydration of composite cements with carbonated recycled concrete paste. Cement and Concrete Research, 175, 107345. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2023.107345>.

Əkbərova S.M., Hüseynov N.O.

**Aqressiv sulfat məhlullarında kapilyar
sorulma mühitində sement daşının
dayanıqlılığının tədqiqat metodu**

XÜLASƏ

Tədqiqatlar göstərdi ki, suda olan sulfatlar sement daşı ilə qarşılıqlı təsirdə olanda, bir tərəfdən, sement daşının tərkib hissələrinin həllolma qabiliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa və bununla da birinci tip korroziyanın inkişafını sürətləndirməyə, digər tərəfdən, sulfatdakı kationun sement daşından kalsium ionu ilə əvəzlənməsi ilə mübadilə reaksiyalarının inkişafına, yəni ikinci növ korroziyaya səbəb olur. Sulfatların təsiri üçüncü növ korroziya proseslərinin inkişafına da səbəb ola bilər. Sınaqlar zamanı $4 \times 4 \times 16$ sm ölçüdə olan nümunələr 5% Na_2SO_4 məhluluna yarıya qədər yerləşdirilmişdir. Açıq qalan hissələri isə dövrü olaraq isti (temperatur $40 \pm 5^\circ\text{C}$) və soyuq (temperatur $20 \pm 5^\circ\text{C}$) havanın təsirinə məruz qalmışdır. Kapilyar sorulmaya görə sınaqlarda göstərilən rejimlə işləyən üsul işlənmişdir. Belə ki, bu üsul 5% Na_2SO_4 məhluluna qismən salınmış nümunələrin hər gün 8 saat açıq hissələrini hava axınında saxlamaq, 16 saat isə hava axını olmayan bir şəraitdən ibarətdir. Belə şəraitdə sulfat məhluluna qoyulan nümunələrin dağılması açıq hissələrdə baş verir. Bunu vizual olaraq da görmək mümkündür.

Açar sözlər: *sulfatadavamlı, aqressiv mühit, sement daşı, korroziya, sulfat məhlulu, ettringit*

Акбéroва С.М., Гусейнов Н.О.

**Методика исследования долговечности
цементного камня в условиях капиллярного подсоса в агрессивных
сульфатных растворах**

РЕЗЮМЕ

Исследования показали, что сульфаты, находящиеся в воде, при взаимодействии с цементным камнем, с одной стороны, зна-

чительно увеличивают растворимость компонентов цементного камня, тем самым ускоряя развитие коррозии I типа, а с другой стороны, приводят к развитию обменных процессов. реакции с замещением катиона в сульфате ионами кальция из цементного камня, то есть вызывает коррозию второго типа. Воздействие сульфатов может также привести к развитию коррозионных процессов третьего типа. В ходе испытаний образцы размером $4 \times 4 \times 16$ см помещались наполовину в 5% раствор Na_2SO_4 . Открытые части периодически подвергались воздействию горячего (температура $40 \pm 5^\circ\text{C}$) и холодного (температура $20 \pm 5^\circ\text{C}$) воздуха. Разработан метод, работающий в режиме, показанном в испытаниях, за счет капиллярного подсоса. Таким образом, данный метод заключается в выдерживании открытых частей образцов частично погруженными в 5% раствор Na_2SO_4 в потоке воздуха в течение 8 часов ежедневно и в состоянии без потока воздуха в течение 16 часов. В таких условиях образцы, помещенные в сульфатный раствор, распадаются в открытых частях. Это также можно увидеть визуально.

Ключевые слова: *сульфатостойкий, агрессивная среда, цементный камень, коррозия, сульфатный раствор, этtringит*

Akbarova S.M., Huseynov N.O.

**Research methodology of durability
of cement stone under conditions of
capillary succession in aggressive
sulfate solutions**

SUMMARY

Studies have shown that sulfates present in water, when interacting with cement stone, on the one hand, significantly increase the solubility of the components of the cement stone, thereby accelerating the development of type I corrosion, and on the other hand, lead to the development of exchange processes. reactions with the substitution of the cation in the sulfate by calcium ions from the

cement stone, i.e. causes type II corrosion. The effect of sulfates can also lead to the development of type III corrosion processes. During the tests, 4x4x16 cm samples were half-immersed in a 5% Na₂SO₄ solution. The open parts were periodically exposed to hot (temperature 40±5°C) and cold (temperature 20±5°C) air. A method has been developed that operates in the mode demonstrated in the tests, due to capillary suction. Thus, this method consists of maintaining the open parts of the samples partially immersed in a 5%

Na₂SO₄ solution in an air flow for 8 hours daily and in a state without an air flow for 16 hours. Under such conditions, samples placed in a sulfate solution disintegrate in the exposed parts. This can also be seen visually.

Key words: sulfate-resistant, aggressive environment, cement stone, corrosion, sulfate solution, ettringite

Məqaləyə AzMİU-nun "Materialşünaslıq" kafedrasının baş müəllimi, t.ü.f.d., İ.H. Məmmədova rəy vermişdir.

UOT 691.618.93

¹XƏLİLOV Y.X., ²ƏKBƏROVA S.M., ²ƏLİYEV F.İ.

¹Bakı Mühəndislik Universiteti

²Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

y.halilov@mail.ru, sevinjakbarova16@gmail.com, farhadaliyev1995@gmail.com

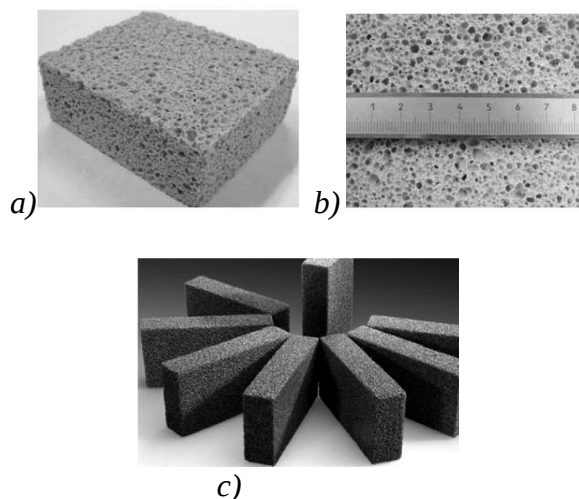
ÖZƏKLİ ŞÜŞƏNİN TƏRKİBİNİN VƏ TEXNOLOGİYASININ İŞLƏNMƏSİ

Giriş. İstilik izolyasiyasının ilk və çox vacib ekoloji aspekti onun enerji sərfinin azaldılmasına yönəlməsidir. İstilik izolyasiya materiallarının istifadəsi istilik itkisini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa imkan verir. Bu da öz növbəsində ənənəvi istilik mənbələrinin, məsələn, istilik sistemlərinin istifadəsinin azaldılmasına gətirib çıxarır. Bu, atmosfərə karbon qazı emissiyalarını azaltmağa və qlobal istiləşmə ilə mübarizə aparmağa kömək edir. İstilik izolyasiya materialının seçimi obyektin xarakteri, onun mühafizə metodunun məqsədə uyğunluğu, materialın istehsal qabiliyyəti və mövcudluğu ilə müəyyən edilir. Seçimin vacib bir xüsusiyyəti də izolyasiyanın uzunömürlülüüyü ilə əsas tikinti materialı arasındakı uyğunluqdur [1]. Enerjinin ötürülməsi baxımından, mühafizə konstruksiyaların istilik izolyasiyası üçün istifadə olunan materialın əsas xüsusiyyəti istilikkeçiriciliyi əmsalı ilə xarakterizə olunan istilik ötürmə müqavimətidir. İstilik izolyasiya materiallarının istilikkeçiricilik əmsalının qiymətinə məsələlərin sıxlığı, temperaturu, nəmliyi, tərkibi, ölçüsü və yerləşməsi təsir edir [2, 3]. İstilik izolyasiya konstruksiyalarını layihələndirərkən, materi-

alların istilikkeçiriciliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırmaqla bilən ətraf mühitin temperaturunu və nəmliyini də nəzərə almaq lazımdır [4].

Özəkli qeyri-üzvi istilik izolyasiya materialları arasında köpüklü şüşə daha çox yayılmışdır. Material ekoloji cəhətdən təmiz hesab olunur və ən çox istifadə edilən tikinti materiallarının (kərpic və beton) xidmət müddətinə təxminən bərabər olan istismar müddətinə malikdir. Bu uzunömürlülük onun qeyri-üzvi tərkibi və qapalı məsaməli strukturu ilə bağlıdır. Bu da ona buxarın təsirinə qarşı dayanıqlıq və yüksək şaxtayadavamlılıq verir [5]. Köpüklü şüşənin əsas çatışmamazlığı onun yüksək qiyməti və köpüklü polistirol və ya mineral liflərlə müqayisədə təxminən 20% olan daha yüksək istilikkeçiriciliyidir [6]. Köpüklü şüşənin sənaye istehsalı tullantıların utilizasiyası problemini həll etməyə kömək edir və təbii ehtiyatlara toxunmadan yeni effektiv və uzunömürlü istilik izolyasiya materialı ilə təmin edir. Köpüklü şüşə (özəkli şüşə, qazlı şüşə) özəkli quruluşa malik yüksək məsaməli bir materialdır, bərabər paylanmış özəklər nazik divarlarla ayrılır (şəkil 1). Ma-

terial adını qatılaşmış köpüyə bənzəyən görünüşünə görə almışdır (CTB EN 13167, ГОСТ EN 13167). O müxtəlif üsullarla əldə edilir: tozsəkilli şüşə ilə qazəmələgətirici qarışığın bişməsi ilə (toz üsulu); vakuum altında yumşaldılmış şüşənin köpüklənməsi ilə; şüşənin bişirilməsi prosesində yaxşı köpüklənməyə səbəb olan maddələrin daxil edilməsi ilə və s. İnşaat məqsədləri üçün köpüklü şüşə, şüşə tozunun qazəmələgətirici əlavələrlə (karbon, əhəngdaşı, mərmər) laxtalaşması yolu ilə əldə edilir. Material 800...900 °C-ə qədər qızdırılma zamanı şüşə hissəcikləri özlü maye vəziyyətinə qədər yumşalır, karbon isə oksidləşərək şüşə kütləsini köpükləndirən qaz halında olan məhsullar (CO₂ və CO) əmələ gətirir. Soyuduqdan sonra ölçüsü 0,1...2–3 mm olan, hermetik qapalı heksaqonal və sferik şüşə özləklərdən ibarət yüngül məsaməli material (məsaməlilik 80...95%) əmələ gəlir. Materialın bu quruluşu özləklərin qaz mühitinin atmosferlə qarşılıqlı təsirini aradan qaldırır və vaxt keçdikcə onun fiziki və texniki xüsusiyyətlərinin sabitliyini təmin edir.



Şəkil 1. Köpüklü şüşə nümunələri (a, b, c)

Aparığımız tədqiqatların məqsədi yerli vulkan külləri və süni şüşə tərkibli əlavələrin (pəncərə şüşəsi tullantısı və xüsusi bişirilmiş borsilikat frit) köməyi ilə özəkli şüşə tərkibinin və texnologiyasının işlənməsidir. Borsilikat tərkibli fritin tədqiqatlarda istifadəsi onunla əsaslandırılmışdır ki, pəncərə şüşəsi daha yüksək temperaturda bişir (1500-1600°C), istehsal tullantılarının həcmi çox

azdır (müasir texnologiyalarda 10%-i aşmır) və şüşənin müasir float qəlibləmə texnologiyasında yaranan tullantıları şüşəbişirməni intensivləşdirmək üçün çox vaxt zəruri komponent kimi şüşə şixtasına əlavə olunur. Borsilikat fritlər daha aşağı temperaturda alınır (1300-1350°C), xammal tərkibinin keyfiyyətinə tələblər rəngləyici qarışıqların mövcudluğu baxımından sərt deyil, üyütmə prosesinə enerji xərcləri xeyli azdır.

Məlumdur ki, ölkəmizdə vulkan küllərinin böyük ehtiyatları mövcuddur. Bəzi hesablamalara görə bu süxurların ümumi ehtiyatı 80 milyon tonu aşır [7]. Vulkan külləri maqmanın püskürmə məhsullarının yer üzündə sürətlə soyuması nəticəsində yaranır və onların strukturu amorf şüşəvari təbiətə, kifayət qədər yüksək dispersliyə malikdir. Bu, küllərin üyüdülməsinə çəkilən xərcləri xeyli azalda bilər. Bəzi hallarda vulkan küllərində şüşə fazanın miqdarı 80-90%-ə çatır. Ona görə onların özəkli şüşə istehsalında istifadəsinin mümkünlüyünün tədqiqi kifayət qədər mühüm, aktual elmi-praktiki məsələdir.

Molladağ vulkan külü Ceyrançöl vulkan külü yatağının bir hissəsi olmaqla böyük sənaye əhəmiyyətinə malikdir, yataq ilk baxışdan bircinslidir, makroskopik müşahidəsi şüşəvari hissəciklərin kifayət qədər çox olduğuna dəlalət edir. Bununla belə Molladağ vulkan külünün istifadə sahələrinin müəyyən edilməsi üçün onun ilk öncə kimyəvi-mineraloji tərkibinin öyrənilməsi məqsədəuyğun hesab edilmişdir.

Vulkan külünün mineraloji tərkibi Yaponiyanın Riqako şirkətinin Miniflex 600 rentgen difraktometrində (mis anodlu), kimyəvi tərkibi isə Almaniyanın Bruker şirkətinin S8 TIGER rentgen spektrometrində tədqiq edilmişdir. Vulkan külünün kimyəvi-mineraloji tərkibi keyfiyyət və kəmiyyət baxımından qiymətləndirilmişdir (cədvəl 1-2, şəkl. 2). Tədqiqat işində şüşə tullantıları və ya borsilikat friti əsas xammallar kimi götürülərək onların bir hissəsi vulkan külü ilə əvəz edilmişdir. Təcrübələr üçün istifadə olunan vulkan külü öncədən №063 ələkdə (163 deşik/sm²) su şırnağı altında yuyulmuş və gözlə görünən iri yad qarışıqlardan təmizlənmişdir.

Çoxsaylı ədəbiyyatların [8-17] araşdırılması göstərir ki, 700-900°C temperatur intervalında yumşalan sistemlərdə karbonat tərkibli (CaCO_3 , MgCO_3 və s.), 800-1000°C temperatur intervalında yumşalan sistemlərdə isə karbon (his, qrafit) qazəmələgətiriciləri daha effektivdir. Fikrimizcə, şüşə tullantısı (və ya borsilikat friti) ilə vulkan külü qarışımının qızdırılması zamanı maye şüşə fazanın yaranması 3 mərhələdə baş verir. Əvvəlcə 600-700°C intervalında qarışımın baza şüşə komponenti (şüşə tullantısı və ya frit) yumşalır, 700-900°C-də yaranmış şüşə ərintisində vulkan külünün bir hissəsinin həll olması ilə nisbətən özülü yeni tərkibli ərinti və nəhayət, 800-1000°C-də vulkan külü ilə zəngin qalıq şüşə ərintisinin əmələ gəlməsi prosesi baş verir. Bişirmə sürətinin yüksək olduğunu nəzərə alsaq hər temperatur üçün müvafiq qazəmələgətiricinin istifadə olunması nəzəri baxımdan effektiv ola bilər. Bunun üçün tədqiqatlarımızda 600-700°C temperatur oblastında məsaməliliyi təmin etmək üçün natrium metilsilikonatdan, 700-900°C temperatur üçün mərmər tozundan və 800-1000°C temperatur intervalında son məsamələşməni təmin etmək üçün qrafit tozundan ibarət kompleks məsaməmələgətiricidən (KM) istifadə edilmişdir. KM-in tərkibi 1:1:1 nisbətində götürülmüş natrium metilsilikonatdan, mərmər tozu və qrafitdən ibarət olmuşdur. Qazəmələgətiricinin şıxta tərkibində miqdarı 100 k.h. şıxtaya 3 k.h. təşkil etmişdir. Kalium metilsilikonatın qazəmələgətirici kimi seçilməsi üzvi tərkibli olması ilə həm qazəmələgətmə prosesinə və-rə biləcəyi töhfə, həm də natriumlu-silisiumlu birləşmə olmaqla silikat mineraləmələgəlmədə intensivlik rolunu oynaya biləcəyi ilə əsaslandırılmışdır. Məlumdur ki, şıxtanın narınlığı nə qədər çoxdursa, məsamələr bircinsli və bərabər paylanmış, materialın möhkəmliyi isə yüksək olur. Nümunələrin hazırlanması üçün vulkan külü, şüşə (və ya frit) tozu və KM kürəli çini dəyirməndə üyüdülmüş və silindrik metal qəlibə ($d=5$ sm, $h=5$ sm) tökülərək qəliblənmişdir. Bu zaman narınlıq, dəyişinin ölçüləri 008 №-li ələkdə (5476 deş/sm^2) qalıqın miqdarının 10%-dən az olması şərti ilə nəzərdə saxlanılmışdır.

Cədvəl 1.

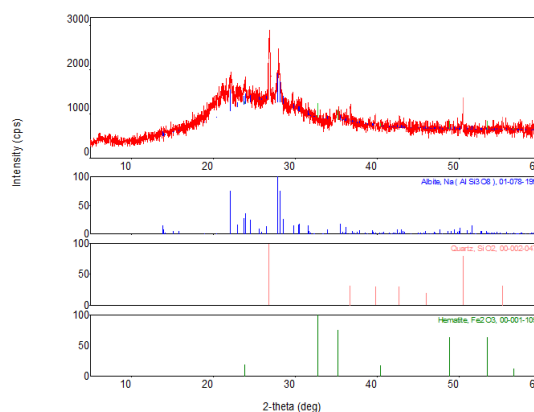
Molladağ vulkan külünün kimyəvi tərkibi

Oksidlər və onların miqdarı, %	
3,67	Na_2O
1,05	MgO
13,92	Al_2O_3
70,70	SiO_2
0,10	P_2O_5
0,15	SO_3
3,93	K_2O
2,33	CaO
0,31	TiO_2
0,13	MnO
3,25	Fe_2O_3
0,0205	SrO
0,0198	Rb_2O
0,07	Cl^-
0,35	YTi

Cədvəl 2.

Molladağ vulkan külünün mineralolji tərkibi

Molladağ vulkan külü	Vulkan külünün mineralolji tərkibi, kütlə %				
	Kvars	Çöl şpatı	Hematit	Vulkan şüşə	Cəmi
	11	12	3	74	100



Şəkil 2. Vulkan külünün difraktoqramması.

Qəlibləmədən əvvəl nümunələrin qəlibdən daha asan çıxması üçün onun divarları kaolin, asbest və sudan ibarət (k.h. ilə 2:1:1) qarışıqla yağlanmışdır. Qəliblənmiş nümunələr bir pilləli bişirmə texnologiyası ilə həyata keçirilmişdir. Bu texnologiyaya əsasən nümunələr mufel sobasında maksimal sürətlə (~3 saat ərzində) nəzərdə tutulan temperatura

qədər qızdırılır, bu temperaturda 1 saat saxlanıldıqdan və 650⁰C-yə qədər sürətlə (sobanın üst qapağı açıq vəziyyətə keçirilir) soyudulduqdan sonra yavaş soyutma rejiminə keçirilərək (sobanın qapağı yenidən bağlanır) tabı alınmışdır. Ümumi termiki emal müddəti 9-11 saat çəkmişdir. Nümunələr mufel sobasında bişirilib soyudulduqdan sonra onların orta sıxlığı (ГОСТ EN 1602-2011) və (ГОСТ 2409-95) təyin edilmişdir.

Analizin nəticələrindən görüldüyü kimi vulkan külü əsasən amorf faza ilə təmsil olunmuşdur (74%). Digər çöl şpatı, kvarts və s. ilə təmsil olunan fazaların miqdarı ümumilikdə 26% həddindədir. Yüksək miqdarda amorf fazanın və çöl şpatının mövcudluğu Molladağ vulkan külünün özəkli şüşə istehsalında istifadə edilə biləcəyinin mümkünlüyünü göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Лотов В.А. Перспективные теплоизоляционные материалы с жесткой структурой //Строительные материалы. №11. 2004., с. 8-9; EDN: <https://elibrary.ru/IBEKUL>
2. F. D'Alessandro, S. Schiavoni, F. Bianchi, F. Asdrubali Insulation materials for the building sector: a review and comparative analysis Renew. Sustain. Energy Rev., 62 (2016), pp. 988-1011
3. Т.Н. Михайлузова, Е.А. Огольцова, А.А. Шульгин, Ю.Э. Сон. Физические свойства теплоизоляционных материалов и конструктивные способы теплоизоляции помещений //Вестник Псковского государственного университета №8 (2016) с. 159-163.
4. Y. Wang, K. Liu, Y. Liu, D. Wang, J. Liu. The impact of temperature and relative humidity dependent thermal conductivity of insulation materials on heat transfer through the building envelope, J. of Building Engineering 46 (2022)
5. J.König, R.R.Petersen, N.Iversen, Y.Yue. Suppressing the effect of cullet composition on the formation and properties of foamed glass //Ceramics International 44 (2018).
6. J. König, R. R. Petersen, Y. Yue, D. Suvorov. Gas-releasing reactions in foam-glass formation using carbon and Mn_xO_y as the foaming agents // Ceramics International 43 (2017).
7. Papadopoulos, A.M. State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments. Energy Build. – 2005. No. 37. – pp. 77–86.
8. Natsievsky S.Yu., Alekseeva L.V. Heat-efficient building materials based on perlite //Building materials. – 2011. – №6. – P. 52–54.
9. Shill F. Foam glass. M.: Publishing house of literature. by design 1965.-307 p. The influence of raw materials on the properties of foam glass and development prospects.
10. Latyntseva E.A., Podoinikova Ya, R., Bezrukova T.A., Murtazina A.A. Construction materials and products, 2020. - p. 44-48.
12. Study on Factors Affecting Properties of Foam Glass Made from Waste Glass. Yang Liu, Jianjun Xie, Peng Hao. Journal of Renewable Materials 9(2):237-253. 10.32604/jrm.2021.012228
13. Demidovich B.K., Sadchenko N.P. Foam glass-technology and application //Industrial construction materials. Series: Glass industry. - M.: VNIIESM, 1990. -Issue 9.- 45 p.
14. Anchiloev N.N., Damdinova D.R., Pavlov V.E. Foam glass based on local clay raw materials and cullet: structure and properties. Bulletin of the Buryat State University. Chemistry. Physics. 2017. Issue 2-3.
15. Damdinova D.R. Foam glass with improved structural properties based on effusive rocks. //News of Universities. Construction. - 2006. -№11-12.-p.35-42.
16. Damdinova D.R., Pavlov V.E., Anchiloev N.N. Foam glass of the "cullet-clay-sodium hydroxide" system: compositions, structure and properties. //Construction materials. -2014.- №8.-P. 38-40.

18. Patent. Foam glass. RU124905U1Patent.
Composition for producing foam glass.
RU2164898

¹Xəlilov Y.X., ²Əkbərova S.M., ²Əliyev F.İ.

¹Bakı Mühəndislik Universiteti, ²Az.MİU

**Özəkli şüşənin tərkibinin və
texnologiyasının işlənməsi**

XÜLASƏ

Tədqiqat işində vulkan külünün istifadəsi ilə özəkli şüşənin alınmasının mümkünlüyü öyrənilmişdir. Molladağ vulkan külünün kimyəvi-mineraloji tərkibinin öyrənilməsi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, o alyumosilikat tərkibli olub əsasən kvars, çöl şpatı və amorf faza ilə təmsil olunmuşdur. Aparılmış eksperimentlərlə vulkan külü - pəncərə şüşəsi qırıntısı və vulkan külü - borsilikat frit qarışıqlarının qazəmələgətici ilə birlikdə məsamələşdirilməsinin optimal tərkibi və termiki emalının əsas texnoloji parametrləri müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: *Vulkan külü, özəkli şüşə, istilik izolyasiya materialı, amorf faza.*

¹Халилов Ю.Х., ²Акберова С.М.,
²Алиев Ф.И.

¹Бакинский Инженерный Университет
²Азербайджанский Архитектурно-
Строительный Университет

**Разработка состава и технологии
ячеистого стекла**

РЕЗЮМЕ

В ходе исследования изучалась возможность получения пеностекла с использованием вулканического пепла. В результате изучения химического и минералогического состава вулканического пепла месторождения Молладаг было установ-

лено, что он содержит алюмосиликаты и представлен в основном кварцем, полевым шпатом и аморфной фазой. В результате проведенных экспериментов определены оптимальный состав и основные технологические параметры термообработки смесей вулканического пепла - отходов производства оконного стекла и вулканического пепла – боросиликатной фритты в сочетании с пенообразователем.

Ключевые слова: *вулканический пепел, пеностекло, теплоизоляционный материал, аморфная фаза*

¹Khalilov Ya.Kh., ²Akbarova S.M.,
²Aliyev F.I.

¹Baku Engineering University
²Azerbaijan Architecture and
Construction University

**Development of composition and
technology of cellular glass**

SUMMARY

The study examined the possibility of producing cellular glass using volcanic ash. As a result of studying the chemical and mineralogical composition of volcanic ash from the Molladag deposit, it was found that it contains aluminosilicates and is represented mainly by quartz, feldspar and an amorphous phase. As a result of the experiments, the optimal composition and main technological parameters of heat treatment of mixtures of volcanic ash - window glass production waste and volcanic ash - borosilicate frit together with a blowing agent were determined.

Key words: *volcanic ash, cellular glass, thermal insulation material, amorphous phase*

Məqaləyə

*AzMIU-nun "Materialşünaslıq"
kafedrasının baş müəllimi, t.ü.f.d.,
İ. H. Məmmədova rəy vermişdir*

UOT: 631.6

MƏMMƏDOVA V.V., QULİYEV T.Q., EYVAZOV S. S.

**AĞILLI TƏSƏRRÜFATLARDA XÜSUSİ BITKİLƏR ÜÇÜN
EVAPOTRANSPIRASIYANIN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

Giriş. Su çatışmazlığı və iqlim dəyişkənliyi səbəbindən, kənd təsərrüfatı bitkilərinə xas olan məlumatlara əsaslanan metodlara empirik evapotranspirasiya (ET) modelləri - nin paradiqmasında (müəyyən tarixi dövr ərzində elmdə mövcud konseptual sxem, problemin qoyuluşu, həlli və öyrənilməsi modeli, tədqiqat metodunu bildirən əsas elmi baxış) dəyişiklik tələb olunur. Penman-Monteyt FAO-56 tənliyi hələ də ET qiymətləndirmək üçün xüsusi standart olsa da, onun dəqiqliyi statik məhsul əmsallarından (K_c) və kobud meteoroloji məlumatlardan asılılığı səbəbindən müxtəlif çeşidlər və artım mərhələləri üçün məhduddur. Bu boşluqlar, torpaq növləri və mikroiqlim üçün real vaxt ET proqnozlaşdırmağa imkan verən dərin tədqiqat sensorları (DL) və İnternet (IoT) şəbəkələrində yaranmış son inkişaflarla doldurulur [1]. Tullantı neyron şəbəkələrinin (CNN) suya aid olan problemləri aşkar etmək üçün peyk görüntülərini və torpaq-bitki-atmosfer dinamikasında müvəqqəti asılılıqların (RNN) modelini necə işlədiyini göstərmək üçün bu tədqiqat ənənəvi ET modellərini (Hargreaves və Priestley-Taylor kimi) müqayisə edir DL alternativləri əsasında. Biz soya təsərrüfatında 35% su istehlakını minimuma endirmək üçün torpaq rütubət göstəriciləri və NDVI (normallaşdırılmış bitki fərq indeksi) məlumatlarını birləşdirən DL hibrid quruluşunun bir nümunəsini təqdim edirik [2].

Harqriivs-Samani kimi temperatur tənlikləri tez-tez ənənəvi evapotranspirasiya hesablamasında (ET) istifadə olunur. Düstur 1 (ənənəvi baza xətti) [3]:

$$ET_0 = 0.0023 \times (T_{\text{mean}} + 17.8) \times (T_{\text{max}} - T_{\text{min}})^{0.5} \times R_a$$

Harada: T_{mean} , T_{max} , T_{min} - gündüz temperaturu ($^{\circ}\text{C}$); R_a - Yerdənkənar şüalanma ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{gün}$)
Hesablama sadəliyinə baxmayaraq, bu

üsul rütubət, külək və günəş şüalanmasına məhəl qoymadan 20-30% $\pm$ qeyri-dəqiqliklər təqdim edir. Sahə tədqiqatlarına görə, rütubətli bölgələrdə su istehlakını 25-40% artırır və daha quru bölgələrdə 15-25% aşağı qiymətləndirir.

Müasir sistemlər ASCE-Penman-Monteyt tənliyindən istifadə edir, mikroiqlim dəyişənləri inteqrasiya edir:

Düstur 2 (qabaqcıl fizika əsasında) [4]:

$$ET_0 = (0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma T + u_2 (e_s - e_a)) / (\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2))$$

Harada: R_n – Təmiz radiasiya ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{gün}$); G – torpağın istilik axını sıxlığı ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{gün}$); u_2 – 2 m (m/s) hündürlükdə külək sürəti; $e_s - e_a$ – buxar təzyiq çatışmazlığı (kPa).

Bu, $\pm$ səhvlərini 5-8% -ə qədər azaldır, lakin kiçik təsərrüfatlar üçün bahalı olan geniş sensor məlumatları tələb edir.

Dərin öyrənmə (DL) dinamik olaraq fizikaya əsaslanan modellərin çatışmazlıqlarını aradan qaldırmaq üçün bir neçə mənbədən alınan bitkilər və su arasındakı qarşılıqlı əlaqəni öyrənir:

Düstur 3 (DL əsasında ET qiymətləndirilməsi) [5]:

$$ET_{\text{crop}} = f_{\text{CNN}}(\text{NDVI}, \theta_{\text{soil}}) + f_{\text{LSTM}}(T, RH, u_2, R_s)$$

Harada: f_{CNN} : NDVI peykindən alınan və torpaq rütubətini əməl edən sinir şəbəkəsi (torpaq θ); f_{LSTM} : Müvəqqəti iqlim məlumatlarını simulyasiya edən uzunmüddətli yaddaş şəbəkəsi (temperatur T , rütubət RH , külək u_2 , günəş radiasiyası R_s)

Ənənəvi metodlardan üstünlükləri:

1. Kənd təsərrüfatı bitkiləri üçün spesifikasiylik: DL modelləri 3-5% $\pm$ qeyri-dəqiqliyə nail olmaq üçün kənd təsərrüfatı bitkilərinin fenologiyasını (məsələn, qarğıdalı və soya ET ayrılması) qeyd edir.

2. Məlumat birləşməsi: Peyk görüntülərini əşyaların İnternetinin ucuz sensorları ilə birləşdirir (məsələn, torpaq rütubət sensorları).
3. Yerləşdirilməsi: Raspberry Pi kvant DL modelləri gecikməni iki saniyədən az azaldır. Ənənəvi planlaşdırma sabit məhsul əmsallarından (K_c) istifadə edir:
Düstur 4 (statik planlaşdırma) [6]:

$$D_{irr} = ET_{crop} \times K_c \times A$$

Məhdudiyyət: Torpaq – bitki - atmosfer (SPAC) kontinuumuna məhəl qoymamaq dinamikası səbəbindən 30-50% artıq suvarma.

DL əsaslı adaptiv planlaşdırma:
Düstur 5 (dinamik modelləşdirmə SPAC) [7]:

$$t_{irr} = \int ((\psi_{leaf} - \psi_{soil}) / (R_{plant})) dt$$

Harada: ψ torpaq: torpağa aid olan su potensialı (hiperspektral sensorlar); R_{plant} - Hidravlik quraşdırma müqaviməti (DL ilə qiymətləndirilir)

Məhsuldarlıq: 85-92% tətbiq səmərəliliyinə nail olur, hava proqnozları ilə torpaq və bitki məlumatları birləşdirir. DL proqnozlaşdırıcı idarəetmə ilə nasosların işini optimallaşdırır:

Düstur 6 (enerji optimallaşdırılması) [8]:

$$E_{saved} = ((Q_{dl}) / (Q_{static}))^3 + E_{static}$$

Harada: QDL: DL proqnozlaşdırılan axın

Nəticə: tezlik tənzimlənən sürücülər sayında 35-65% enerjiyə qənaət.

Düstur 7 (suya aid olan səmərəliliyin indeksi - DL) [9]:

$$WEIDL = ((ET_{crop} \cdot ET_{DL}) / (Y \cdot ET_{crop}))$$

DL və ənənəvi müqayisə:

- Ənənəvi: 0.55-0.65
- DL: 0,85-0,92

Düstur 8 (investisiyaların iqtisadi gəlirliliyi) [10]:

$$ROI = ((Y \cdot P_{crop}) - (E_{irr} \cdot C_{energy})) / (C_{dl})$$

NƏTİCƏ

Empirik tənliklərdən (düstur 1) DL (düstur 3) idarə olunan ET modellərinə qədər olan təkamül üç dəyişməni əks etdirir:

1. Multimodal məlumat integrasiyası: DL üç standart modeldən fərqli olaraq yeddindən çox dəyişəni birləşdirir.
2. Real vaxt adaptasiyası: Edge AI sahə və-
3. ziyyətlərinə beş dəqiqədən az müddətdə cavab verməyə imkan verir.
4. Dəqiqlik: $\pm 25\% \pm 3\%$ -ə qədər səhvləri azaltmaqla resurslardan istifadə səmərəliliyi maksimuma çatdırılır.

RESULT

From empirical equations (formula 1) to ET models governed by DL (formula 3), evolution reflects three paradigm changes:

1. Multimodal data integration: DL combines more than seven variables, as opposed to three standard models.
2. Real-time adaptation: Edge AI allows you to respond to field situations in less than five minutes.
3. Accuracy: Resource efficiency is maximized by reducing errors to $25\% \pm 3\% \pm$.

РЕЗУЛЬТАТ

От эмпирических уравнений (формула 1) до моделей ET, управляемых DL (формула 3), эволюция отражает три изменения парадигмы:

1. Мультимодальная интеграция данных: DL объединяет более семи переменных, в отличие от трех стандартных моделей.
2. Адаптация в реальном времени: Edge AI позволяет реагировать на полевые ситуации менее чем за пять минут.
3. Точность: эффективность использования ресурсов максимизируется за счет снижения погрешностей до $25\% \pm 3\% \pm$

ƏDƏBİYYAT

1. Karbasi M., Jamei M., Ali M., Attention-based neural networks for accurate evapotranspiration prediction under partial data availability. *Expert Systems with Applications*, 2023, 213, 119284.
2. Elbeltagi A., Srivastava A., Pandey M., Coupling meteorological and satellite data with deep learning for improved ET0 estimation in data-scarce regions. *Journal of Hydrology*, 2022, 615, 128634.
3. Garcia L., Rodríguez A., Reyes J., A deep neural network approach for daily reference ET prediction using limited climatic data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2020, 175, 105516.
4. Wang H., Zhang L., Dawes W.R., Improving daily ET0 estimation using hybrid deep learning models with limited input variables. *Hydrological Processes*, 2020, 34(4), c. 998-1012.
5. Huang J., Gómez-Dans J.L., Lewis P.E., A multi-task learning approach for simultaneous crop classification and ET estimation using Sentinel-2 imagery. *Remote Sensing of Environment*, 2019, 231, 111240.
6. Yamaç S.S., Todorovic M., Transformer-based deep learning models for multi-step ahead reference ET prediction. *Journal of Hydrology*, 2023, 617, 128996.
7. Li W., Awais M., Ru C., Spatiotemporal hybrid CNN-GRU model for regional ET0 estimation using public weather station data. *Agricultural Water Management*, 2021, 245, 106575.
8. Patil A.P., Deka P.C., Extreme gradient boosting (XGBoost) model for prediction of daily ET0 in different agro-climatic zones. *Theoretical and Applied Climatology*, 2022, 148(3-4), c. 723-741.
9. Saggi M.K., Jain S., A survey on deep learning approaches for evapotranspiration estimation in precision agriculture. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 2022, 6, 146-163.
10. Feng Y., Cui N., Gong D., Zhang K., Evaluation of random forests and long short-

11. term memory networks for reference ET prediction. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2021, 298-299, 108286.

**Ağıllı təsərrüfatlarda xüsusi bitkilər
üçün evapotranspirasiyanın
qiymətləndirilməsi**

XÜLASƏ

Dəqiq kənd təsərrüfatı suyun maksimum istifadəsi üçün evapotranspirasiyanın (ET) dəqiq hesablanması əsaslanır. Penman-Monteith kimi ənənəvi ET modelləri, onlar ümumiləşdirilmiş meteoroloji məlumatlara əsaslandığından, spesifik mədəniyyətlər üçün dəyişkənliyi tez-tez gözədən qaçırlar. Bu araşdırma, əvvəllər görünməmiş dəqiqliklə xüsusi mədəniyyətlər üçün real vaxt ETH hesablamasının Əşyaların İnterneti (IoT) əsaslı sensor şəbəkələri ilə birlikdə dərin öyrənmə (DL) yanaşmaları sayəsində mümkün olduğunu araşdırır. DL modelləri (CNN və LSTM kimi) multispektral görüntüləri, torpaq rütubət sensorlarını və mikroiqlim məlumatlarını birləşdirərək suvarma qrafiklərini dinamik şəkildə dəyişir. Bu, məhsuldarlığı qoruyarkən kənd su tullantılarını 20-40% azaltmağa imkan verir.

Belə yüksək emal tələbləri və böyük təlim məlumat dəsti tələbləri kimi maneələrə baxmayaraq, federal təlim və sərhəd AI dəyişikliklər qəbul maneələri azaldır. Ağıllı kənd təsərrüfatı sistemlərinin miqyasını və inamını artırmaq üçün hesabatda ən müasir variantlar, o cümlədən blokçeyn dəstəklili suyun yoxlanışı və ET modelləşdirilməsi üçün rəqəmsal əkizlər də nəzərdən keçirilir. DL əsaslı ET hesablanması, iqlim dəyişikliyi su məhdudiyyətlərini artırdığından, xüsusilə quraq yerlərdə davamlı kənd təsərrüfatı üçün vacib olacaq.

Açar sözlər: *Evapotranspirasiyanın modelləşdirilməsi, kənd təsərrüfatında dərin təlim, dəqiq suvarma, IoT sensorları, kənd təsərrüfatı bitkiləri üçün su ehtiyacı, su ehtiyatlarının davamlı idarə edilməsi.*

SUMMARY

Deep learning for crop-specific evapotranspiration estimation in Smart Farms

Precision agriculture relies on precise evapotranspiration (ET) calculation to maximize water use. Conventional ET models, like Penman-Monteith, frequently overlook crop-specific variability since they are based on generalized meteorological data. This study investigates how real-time, crop-specific ET calculation with previously unheard-of precision is made possible by deep learning (DL) approaches in conjunction with Internet of Things (IoT)-based sensor networks. DL models (such as CNNs and LSTMs) dynamically modify irrigation schedules by combining multispectral imaging, soil moisture sensors, and microclimate data. This reduces water waste by 20–40% while preserving crop output.

Despite obstacles, such as high processing requirements and the requirement for big training datasets, developments in federated learning and edge AI are reducing adoption hurdles. In order to improve scalability and confidence in smart agricultural systems, the report also explores cutting-edge options including blockchain-enabled water audits and digital twins for ET simulation. DL-driven ET calculation will be essential for sustainable agriculture, especially in arid places, as climate change intensifies water constraint.

Keywords: *Evapotranspiration modeling, deep learning in agriculture, precision irrigation, IoT sensors, crop water demand, sustainable water management.*

РЕЗЮМЕ

Глубокое обучение оценке эвапотранспирации для конкретных культур на интеллектуальных фермах

Точное сельское хозяйство опирается на точный расчет эвапотранспирации (ET)

для максимального использования воды. Традиционные модели ET, такие как Пенман-Монтеит, часто упускают из виду изменчивость для конкретных культур, поскольку они основаны на обобщенных метеорологических данных. В этом исследовании исследуется, как вычисление ET в реальном времени для конкретных культур с ранее неслыханной точностью стало возможным благодаря подходам глубокого обучения (DL) в сочетании с сенсорными сетями на основе Интернета вещей (IoT). Модели DL (такие как CNN и LSTM) динамически изменяют графики орошения, комбинируя мультиспектральные изображения, датчики влажности почвы и данные о микроклимате. Это позволяет сократить водные отходы на 20–40% при сохранении урожайности.

Несмотря на препятствия, такие как высокие требования к обработке и требования к большим наборам обучающих данных, изменения в федеративном обучении и пограничном ИИ снижают препятствия для принятия. Чтобы повысить масштабируемость и уверенность в интеллектуальных сельскохозяйственных системах, в отчете также рассматриваются самые современные варианты, включая аудиты воды с поддержкой блокчейна и цифровые близнецы для моделирования ET. Расчет ET на основе DL будет иметь важное значение для устойчивого сельского хозяйства, особенно в засушливых местах, поскольку изменение климата усиливает водные ограничения.

Ключевые слова: *Моделирование эвапотранспирации, точное орошение, датчики IoT, потребность в воде для сельскохозяйственных культур, устойчивое управление водными ресурсами.*

*Məqaləyə AzMIU-nun
“Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi”
kafedrasının dosenti, a.ü.f.d.
V.H. Səlimova rəy vermişdir.*

УДК 628.3; 004.8

ЗАРБАЛИЕВА Ш.М. MAMEDOVA T.T.

*Строительный Колледж при Азербайджанском
Университете Архитектуры и Строительства*

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМАХ ВОДООЧИСТКИ

В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) получили широкое распространение в самых разных сферах, включая очистку сточных вод. Глобальный рост населения, развитие промышленности и изменение климата создают дополнительные вызовы для систем водоочистки, требующих инновационных решений. Искусственный интеллект помогает оптимизировать процессы очистки, снижать затраты и минимизировать воздействие на окружающую среду.

Традиционные методы очистки сточных вод имеют ряд ограничений: они требуют значительных затрат на эксплуатацию, зависят от человеческого фактора и порой неэффективны при изменении состава загрязнений. Внедрение ИИ позволяет повысить точность анализа, автоматизировать процессы и прогнозировать потенциальные риски, что делает водоочистку более надежной и экономичной.

Искусственный интеллект применяется на всех этапах очистки сточных вод: от мониторинга состава загрязнений до управления оборудованием и профилактического обслуживания. Ключевые технологии, используемые в данной сфере, включают машинное обучение позволяющий анализировать данные, собранные датчиками в очистных сооружениях, и выявлять закономерности. Например:

- Регрессионные модели прогнозируют уровень загрязнений в воде;
- Классификационные алгоритмы идентифицируют типы загрязняющих веществ;
- Глубокие нейросети анализируют изображения воды для автоматического определения степени загрязнения.

Нейросетевые модели способны обрабатывать огромные массивы данных и предсказывать поведение систем водоочистки. Они используются в:

- Управлении биологическими реакторами (контроль микроорганизмов, участвующих в очистке);
- Оптимизации процессов фильтрации;
- Предсказательном обслуживании оборудования.

Цифровые двойники (Digital Twins) в системах представляют собой виртуальные копии очистных сооружений, позволяя тестировать различные сценарии работы и прогнозировать возможные сбои.

Одним из ключевых преимуществ ИИ является способность анализировать огромные объемы данных в режиме реального времени. Современные системы водоочистки оснащены датчиками, собирающими информацию о составе воды, температуре, уровне pH и концентрации вредных веществ.

Датчики IoT передают данные в облачные платформы, где алгоритмы ИИ обрабатывают информацию и принимают решения о необходимых корректировках в очистных процессах.

ИИ может прогнозировать изменения состава воды, основываясь на исторических данных и климатических условиях. Это особенно важно для сезонных изменений качества воды. ИИ играет решающую роль в автоматизации очистных сооружений, уменьшая потребность в ручном управлении и повышая надежность процессов. Современные ИИ-системы способны автоматически регулировать дозировку реагентов, изменять параметры фильтрации и управлять работой насосов, минимизи-

руя энергозатраты.

Машинное обучение анализирует данные о работе насосов и фильтров, прогнозируя возможные сбои. Это помогает провести профилактическое обслуживание до появления проблем, что снижает эксплуатационные расходы.

ИИ оптимизирует потребление электроэнергии, регулируя работу аэротенков и биореакторов в зависимости от состава сточных вод. Это делает процессы очистки более экологичными и экономичными.

Например, Компания Thames Water (Великобритания) использует нейросети для прогнозирования загрязнений и регулирования параметров очистки, что позволяет значительно снизить расход химических реагентов.

Сингапурские очистные станции интегрируют ИИ и датчики IoT, чтобы в реальном времени отслеживать уровень загрязнений и адаптировать методы очистки.

В ряде американских городов внедрены ИИ-системы для прогнозирования выхода оборудования из строя, что помогает избежать аварийных ситуаций и экономить ресурсы.

ИИ продолжает развиваться, предлагая все более совершенные решения для водоочистки. В перспективе можно ожидать:

- Полностью автономных очистных сооружений;
- Интеграции ИИ с системами управления городским водоснабжением;
- Использования квантового машинного обучения для более точных прогнозов загрязнений;
- Повышения эффективности биологической очистки.

Исследование, проведенное Университетом Калифорнии в 2023 году, показало, что применение предиктивных моделей на основе машинного обучения позволяет сократить затраты на очистку воды на до 25% за счет оптимизации дозирования химических реагентов. В рамках проекта

были протестированы регрессионные модели, которые предсказывают изменения состава воды на основе исторических данных.

Предиктивная аналитика в очистных сооружениях играет ключевую роль в повышении эффективности процессов водоочистки, снижении затрат и предотвращении аварийных ситуаций. Вот детальное раскрытие ее применения:

1. Сбор и обработка данных в режиме реального времени. Современные очистные сооружения оснащены датчиками IoT, которые непрерывно собирают данные о составе воды, температуре, уровне pH, концентрации вредных веществ и других параметрах. Эти данные передаются в облачные платформы, где алгоритмы машинного обучения анализируют информацию и выявляют закономерности.

2. Прогнозирование изменений состава воды. Модели машинного обучения используют исторические данные о составе воды, а также учитывают внешние факторы, такие как сезонные колебания, осадки и температура окружающей среды. Например, регрессионные модели могут предсказывать уровень загрязнений на основе погодных условий, снижая риск превышения предельно допустимых норм.

3. Оптимизация дозирования реагентов. Одним из важных применений предиктивной аналитики является автоматическая корректировка дозирования химических реагентов. Например, компании, использующие алгоритмы машинного обучения, сократили потребление коагулянтов и дезинфицирующих средств на 15–25%, без потери качества очистки.

4. Предсказательное обслуживание оборудования. Очистные станции используют предиктивную аналитику для прогнозирования выхода из строя насосов, фильтров и других элементов. Анализ временных рядов данных о вибрации, нагрузке и температуре оборудования позволяет за 2–3 недели до сбоя выявлять потенциальные

неисправности и проводить профилактическое обслуживание.

5. *Адаптивное управление биологическими реакторами.* Некоторые станции интегрируют нейросетевые модели для контроля за биологическими процессами очистки. Алгоритмы ИИ анализируют состав сточных вод и адаптируют условия для микроорганизмов, участвующих в очистке. Это позволяет увеличить эффективность биологической очистки на 30%, снижая потребление энергии.

Предиктивная аналитика - это революционный подход к управлению водоочистными процессами. Она не только позволяет предсказывать загрязнения и сбои в работе оборудования, но и обеспечивает гибкое и эффективное управление ресурсами. С развитием технологий можно ожидать еще более точных прогнозов и полной автоматизации очистных станций.

В Нидерландах очистная станция Waternet внедрила цифровые двойники, позволяющие моделировать работу очистных сооружений и прогнозировать возможные сбои. По данным отчета компании, использование технологии позволило сократить время реагирования на аварийные ситуации на 35% и снизить расходы на ремонт оборудования.

Исследователи из Технологического института Джорджии разработали нейросетевую модель, контролирующую работу биореакторов, использующих микроорганизмы для удаления органических загрязнений. Автоматизированное регулирование параметров позволило увеличить эффективность биологической очистки на 30%, снижая потребление энергии.

В 2024 году Лаборатория IBM провела эксперимент, в котором квантовые нейросети анализировали состав воды в реальном времени. В отличие от классических методов, квантовый анализ позволил увеличить точность классификации загрязняющих веществ на до 40%, открывая новые воз-

можности для прогнозирования и контроля качества воды.

Успешные кейсы интеграции блокчейн-нашли применение в Сингапуре. Платформа PUB Smart Water Grid использует блокчейн и ИИ для мониторинга качества воды и автоматического обновления данных. Это позволяет минимизировать риск подделки данных и обеспечивает прозрачность контроля очистки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Миргисов М.И., Насимов Х.А. Инновационные подходы в очистке воды: роль искусственного интеллекта и современных технологий // Молодой ученый. – 2024. – №47 (546). – С. 323-325. Источник
2. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений // Финансы и статистика, 2004.
3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы // Горячая Линия - Телеком, 2006.
4. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей // Информатика и вычислительная техника, 2003.
5. Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях // ДМК пресс, 2006.

УДК 628.3; 004.8

Зарбалиева Ш.М., Мамедова Т.Т.

*Азербайджанский Университет
Архитектуры и Строительства
Колледж «Строительство» в составе
публичного юридического лица*

АННОТАЦИЯ

Использование искусственного интеллекта в очистке сточных вод открывает новые возможности для устойчивого уп-

равления водными ресурсами. ИИ позволяет повысить точность очистки, снизить затраты и минимизировать воздействие на окружающую среду. В будущем развитие этих технологий может привести к появлению полностью автономных очистных станций, способных эффективно регулировать процессы без участия человека.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, качество воды, окружающая среда, очистка сточных вод, автоматизация процессов, уровень загрязнения.

USD 628.3; 004.8

Zarbalieva Sh.M., Mammadova T.T.

Construction College under the Azerbaijan University of Architecture and Construction is a public legal entity

Analysis of the application of artificial intelligence in water purification systems

SUMMARY

Successful blockchain integration cases have found application in Singapore. The PUB Smart Water Grid platform uses blockchain and AI to monitor water quality and automatically update data. This minimizes the risk of data falsification and ensures transparency in cleaning control. Thus, the use of artificial intelligence in wastewater treatment opens up new opportunities for sustainable water management. AI allows for increased precision of treatment, reduced costs, and minimized environmental impact. In the future, the development of these technologies may lead to the emergence of fully autonomous treatment plants capable of effectively regulating processes without human intervention.

Keywords: Artificial intelligence, water quality, environment, wastewater treatment, process automation, pollution level.

UOT 628.3; 004.8

Zərbəlieva Ş.M., Məmmədova T.T.

AzMIU-nun Nəzdində İnşaat Kolleci, PHŞ

Su təmizləmə sistemlərində suni intelaktin tətbiqinin təhlili

XÜLASƏ

Uğurlu blokçeyn (blockchain texnologiyası) biznes şəbəkəsi daxilində şəffaf məlumat mübadiləsinə imkan verən inkişaf etmiş verilənlər bazası mexanizmidir) integrasiyası halları artıq Singapurda öz tətbiqini tapdı. PUB Smart Water Grid platforması suyun keyfiyyətinə nəzarət etmək və məlumatları avtomatik yeniləmək üçün blokçeyn və Süni İntellektdən (Sİ) istifadə edir. Bu, məlumatların saxtalaşdırılması riskini minimuma endirməyə kömək edir və məlumatların təmizlənməsinə nəzarətin şəffaflığını təmin edir. Sİ suyun təmizlənməsinin dəqiqliyini artırmağa, xərcləri azaltmağa və ətraf mühitə təsirləri minimuma endirməyə imkan verir. Gələcəkdə bu texnologiyaların inkişafı insan müdaxiləsi olmadan prosesləri effektiv şəkildə tənzimləyə bilən tam avtonom təmizləyici qurğuların yaranmasına səbəb ola bilər.

Açar sözlər: Süni intellekt, suyun keyfiyyəti, ətraf mühit, işlənmiş suların təmizlənməsi, proseslərin avtomatlaşdırılması, çirklənmənin dərəcəsi.

*На статью отзыв дала доцент
Кызылординский Университета имени
Коркыт Ата г. Кызылорда, Республика
Казахстан Ш.М. Умбетова*

УДК 663.1

МЕХТИЕВА Л.Н.

Бакинский Государственный Университет

**РЖАВЧИННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ,
РАСТУЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ГУБИНСКОГО РАЙОНА**

Грибные заболевания наносят огромный урон лесу. Гибель деревьев и кустарников ведет к резкой перестройке всего растительного сообщества, изменению защитных свойств леса: нарушаются обогащение атмосферы кислородом, водорегулирующая, водоохранная и почвозащитная функции леса. Следовательно при болезни наблюдается тот или иной патологический процесс.

В лесах Губинского района имеются уникальные экосистемы с большим разнообразием древесных и кустарниковых растений. Основные виды почвы характеризуются лугово-лесной, каштановой. На территории имеются альпийская и субальпийская луговая растительности. Дендрофлора района представлена различными видами дуба (*Quercus* sp.), кавказского граба (*Carpinus caucasica*). В основных лесных формациях представлены: дубово-грабовые и дубово-буковые леса. В нижнем травянистом ярусе этих лесных массивов обильно присутствует разнотравие и злаки. В нижнем древесно-кустарниковом ярусе произрастают: барбарис (*Berberis* sp.), айва (*Cydonia oblonga*), боярышник (*Crataegus* sp.), яблоня (*Malus* L.), груша (*Pyrus* L.), шиповник (*Rosaceae*), встречаются деревья из семейства буковых (*Fagaceae*).

Деревья и кустарники растущие на территории Губинского района подвержены воздействию грибных заболеваний. Одно из них-ржавчина. Ржавчина на деревьях-это распространенная грибная болезнь, которая поражает деревья и кустарники. Болезнь проявляется на растениях и серьезно снижает их иммунитет, в результате те становятся восприимчивые к холоду и воздействию окружающей среды. Изначально

гриб поражает побеги, потом переходит на листья. На нижней поверхности листьев появляются характерные ржавые наросты, которые увеличиваются.

Наросты, которые еще называют пустулами, сухие на ощупь, при повреждении рассыпаются: внутри содержатся споры гриба, который и вызывает болезнь. Из-за поражения листьев страдает обмен веществ внутри растения, начинаются сбои в процессе фотосинтеза, останавливается рост, поврежденные листья и побеги отмирают и опадают, новые перестают появляться. В качестве основного хозяина ржавчинные грибы нередко выбирают хвойные растения, в качестве промежуточного листовенные. Материалом для исследований служили листья с характерными пятнами оранжевого цвета, ветви деревьев и кустарников пораженные ржавчинными грибами, которые были собраны в процессе маршрутного обследования в период с 2024-2025 года. Отбирали образцы древесных и кустарниковых растений с характерными признаками поражения грибами. Основное внимание при отборе обращали на вегетативные и генеративные органы растений, имеющие симптомы поражения грибами.

Ржавчинные грибы-облигатные паразиты растений, в природе не способные к сапротрофному существованию. Все стадии их развития проходят на живых растениях. На первых этапах заражения растений ржавчинные грибы не убивают ткани, в которые они проникли. Только в конце вегетации растений, когда гриб переходит к спороношению, появляются участки отмирающей ткани. Гриб извлекает из растений нужные ему питательные вещества, ослабляя и снижая их продуктивность. Из-

вестно, локальное поражение растений ржавчинными грибами, когда их мицелий распространяется на небольшое расстояние от места проникновения ростков тех или иных спор гриба.

Некоторые виды ржавчинных грибов в тканях зараженных растений развивают многолетний мицелий, на котором каждую весну появляются спороношения. Например, при поражении можжевельника возбудитель грушевой ржавчины образует мицелий, проникающей в древесину и вызывающей небольшую припухлость ветвей в месте заражения. Эти места весной ослизняются и на них ежегодно в течение ряда лет развиваются телейтоспоры гриба. Виды ржавчинных грибов обычно заражают одни или несколько близкородственных видов растений. Например, возбудитель ржавчины груш паразитирует только на этом растении, возбудитель ржавчины яблони-только на яблоне. На смородине паразитирует ржавчинный гриб-*Cronartium ribicola*, местами сильно поражающей листья и вызывающий преждевременный листопад. На смородине развиваются уредо-, телейтоспоры, эцидии. Эцидии первоначально дифференцируется на две части: обращенную к нижнему эпидермису-стерильную, сложенную из крупных, бедных содержимым пузыревидных клеток, и плодущую, сложенную из гиф, богатых цитоплазмой. В цитоплазме появляются двухъядерные клетки, возникающие от слияния двух одно - ядерных, происходящих в свою очередь от соединения гаплоидных гиф разных половых знаков. Материнская клетка эцидиоспор делится на две двухъядерные неравные по объему клетки. У верхней, более крупной, вырабатывается толстая оболочка, и она превращается в эцидиоспору, нижняя – промежу - точная клетка-остается тонкостенной и позднее разрушается. Эцидиоспоры прорастают, и ростки их через устьица проникают в ткани, где формируется межклеточный дикариотичный мицелий с гаусториями. На таком двухъядерном мицелии развивается летнее спороношение гриба-уредоспоры.

Каждая уредоспора сидит на клетке-ножке. Под давлением уредоспороношений эпидермис листа или стебля разрывается, обнажая желтые, бурые, кирпично-красные или оранжевые подушечки уредоспор -то, что называется ржавчинной. Уредоспоры отрываются от своих ножек, рассеиваются в воздухе и могут снова заражать растения. Прорастая, они развивают диплоидный мицелий, проникающий через устьица в ткани растений. Через несколько дней снова образуются уредоспоры, вызывающие новые заражения растений. Таких новых поколений уредоспор за лето может быть до десяти. Чем быстрее проходит период от заражения до возникновения нового поколения уредоспор, тем сильнее развивается на растениях ржавчина [6].

По мере истощения питательного субстрата (растения) возникают новые спороношения-телейтоспоры или зимние споры. Оболочки телейтоспор толстые, темно-бурые. При поражении растений к концу вегетации подушечки телейтоспор покрывают стебли и листовые пластинки черными продольными полосами. Поэтому этот вид ржавчины называют черной и линейной. Телейтоспоры возбудителя стеблевой ржавчины служат для перезимовки гриба, прорастая после периода покоя. Зимуют они на диких злаках, на зимующих стеблях. Телейтоспоры к весне почти всегда погибают от воздействия почвенных микроорганизмов [5, 6].

Ржавчина дуба-возбудитель, гриб-*Cronartium conigenum*. При заболевании появляются оранжево-коричневые пузырьки на нижней стороне листьев, их пожелтение, досрочное опадание листьев и общее замедление роста.

Ржавчина бука-возбудитель гриб-*Cronartium quercum*. Эта болезнь распространена во всем мире. У пораженных растений на одной стороне ствола появляются небольшие полусферическое вздутие, которое увеличиваясь, превращается в сферическое, а затем удлиняются. Заражение приводит к задержке роста или быстрой гибели растения.

Ржавчина шиповника - возбудитель гриб - *Phragmidium disciflorum* и *P.tuberculatum*. В мае на побегах и на верхней стороне листа появляются желто-ржавые бугорки: на нижней-яркие оранжевые пузырьки-подушечки, которые распыляют споры. Листья засыхают, опадают. На неопавших листьях на нижней стороне к осени подушечки буреют, потом становятся черными. Ветви могут покрываться язвами, растрескиваться, затем усыхают. Распространению болезни способствует теплая погода и высокая влажность.

Ржавчина груши, яблони-возбудитель гриб-*Сymnosporangium sabinae*. Гриб зимнюю стадию жизненного цикла проходит на можжевельнике в стадии телеитоспор. При прорастании телеитоспоры образуются базидии с базидиоспорами. При помощи базидиоспор происходит первичное заражение молодых листьев. Недостаточное количество осадков или понижение среднедекадной температуры в течении двух декад апреля задерживают сроки появления заболевания. Наблюдения за динамикой вылета и рассеивания спор показали, что в марте-апреле встречаются в основном перезимовавшие телеитоспоры, рассеивание эцидиоспор начинается с конца апреля-начала мая и продолжается в течении всего вегетационного периода.

Ржавчина боярышника-возбудитель гриб-*Сymnosporangium tremelloides*. Гриб поражает листья и побеги на, которых появляется ржавчинный налет состоящий из спор гриба. Побеги сильно изгибаются, приостанавливаются в росте, часто засыхают. Листья растений также покрываются ржавыми пятнами усыхают и опадают. Инфекция сохраняется в растительных остатках и в коре пораженных молодых побегов. Если обнаружена ржавчина на деревьях и кустарниках, то проводится сбор всех растительных остатков, обрезка и сжигание засохших и деформированных побегов. При проявлении первых ржавых пятен производят опрыскивание кустов определенными препаратами.

Отметим, что грибными болезнями деревьев и кустарники наиболее часто заражаются в нижнем и среднем горном поясе. Активному развитию ржавчинных грибов, способствует температура и высокая влажность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аведжанова Г.П. Ржавчинные болезни томатов. Методика территориального многолетнего прогноза болезней растений ВАСХНИЛ, ВИЗР. Л. 1971. с. 46
2. Акундинов А.М. Болезни сосны и дуба и борьба с ними в питомниках и культурах: М: - Гослесбумиздат, 1951-137с.
3. Басова С.В. Листовая ржавчина тополя. - М, 1990. -44с.
4. Власова Э.А. Проблемы контроля за патогеном мучнистой росы томата //Тезисы докладов координационного совещания ВНИИФ, г. Большие Вязьмы, 6-8 июля, 1993 г. с. 45-48.
5. Горленко М.В. Порядок-Эризифовые или мучнисторосые грибы (*Erysiphales*)/Жизнь растений. т.2 Грибы под ред. проф. М.В. Горленко М, Просвящение, 1976.с.132-144.
6. Горленко М. "Курс низших растений" М,1981,504с.
7. Гамалицкая Н.А. Микромицеты юго-западной части Центрального Тянь-Шаня. Фрунзе. АН Кирг. ССР, 1964, 173 с.
8. Домашова А.А. Микофлора хребта Терской Ала-Тоо Киргизской ССР. Фрунзе: Илим, 1960. 241 с.
9. Дьяков Ю.Т. Общая и молекулярная фитопатология М: Общество фитопатологии 2001, 302 с.
10. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной Интенсификации растениеводства в XXI веке. /НТИНИИСХ Юго-востока. Саратов 2000, 276с.
11. Козлова В.И. Черная пятнистость роз в ГБС АН СССР –В кн. Защиты растений от вредителей и болезней. М т.3, 1974. с. 72-79.

12. Пидопличенко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель, т. 2 1995, 87с.
13. Müseyibov M.A. Azərbaycanın fiziki coğrafiyası. Bakı: Maarif, 1998, s.396
14. Məmmədov Q., Kərimov V., Yusifov E., Xəlilov M., Azərbaycanın ekoturizm potensialı. Bakı, cild 1, 2012, 358s.
15. Salmanov E.H. Azərbaycanın rayonlarında tərəvəz bitkilərini yoluxdurən göbələklərin növ tərkibi. Azərbaycan florası. Bitkilərin istifadəsi və qorunması. Bakı: Elm, 1999, s. 41-42.
16. Скворцова Р.В., Гуркина Л.К. Селекция на биотическую и абиотическую устойчивость как составная часть общей адаптивности растений//тезисы докладов I всероссийской конференции по иммунитету растений к болезням и вредителям. - СПб, 2002, с. 230.
17. Успенская Г.Д., Дьяков Ю.Т., Семенкова И.Г. Общая фитопатология с основами иммунитета. М., Колос, 1976. 239 с.
18. Черемисинов Н.А., Негруцкий С.Ф., Лешковцева И.И. Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников. М, 1970
19. Шлякова Е.В. Определитель сорно-полевых растений Нечернозёмной зоны. Л: Колос. Ленингр. Отд-ние, 1982, 208 с.
20. Шмальц Х. Селекция растений» Колос», 1973, 295с.
21. Шевченко С.В. Лесная фитопатология. пер. с укр. К, 1979.
22. Ячевский А.А. Определитель грибов. департамент земледелия, II издание, С-Петербург. 1913, с.128.
23. Ячевский А.А. Карманный определитель грибов, выпуск второй, ржавчинные грибы, Л., 1927.

Mehdiyeva L.N.

**Quba rayonu ərazisində bitən ağac
və kol bitkilərində pas xəstəliyi**

XÜLASƏ

Məqalədə Quba rayonu administrativ ərazisində bitən ağac və kol bitkilərində pas

xəstəliyi barəsində mövcud məlumatlar ümümləşdirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, xəstəliyə yoluxmuş ağac və kolların yarpaqlarında pas göbələkləri ləkə yaradır və bir müddətdən sonra orada parazitın sporları əmələ gəlir. Bitkilər quruyur və məhf olur.

Müşaidələr zamanı məlum olmuşdur ki, aşağı və orta dağ qurşaqlarında bitkilərin pas xəstəliyinə yoluxması daha yüksəkdir.

Açar sözlər: spor, basidiospor, etsidi, basidi, teliospor

Мехтиева Л.Н.

Ржавчинные заболевания деревьев и кустарников, растущих на территории Губинского района

РЕЗЮМЕ

Одной из болезней поражающие деревья и кустарники, растущие на территории Губинского района, является ржавчина. В связи с этим рассмотрены различные виды растений, пораженные этой болезнью. Установлено, что ржавчинные грибы поражают деревья и кустарники, вызывая у них различные пятна на листьях. Пораженные растения высыхают и погибают. Выявлено, что в нижнем и среднем горном поясе растения больше подвержены ржавчинным болезням.

Ключевые слова: споры, базидиоспоры, эцидии, телиоспоры, базидии

Mehdiyeva L.N.

Rust diseases of trees and shrubs growing in the Gubinsky region

SUMMARY

One of the diseases affecting trees and shrubs growing in the Guba region is rust. In this regard, various plant species affected by this disease are considered. It has been established that rust fungi affect trees and shrubs, causing various spots on their leaves. Affected plants dry out and die. It was found that

in the lower and middle mountain zones, plants are more susceptible to rust diseases.

Key words: spores, basidiospores, aecidia, teliospores, basidia

Məqaləyə AMEA-nın Botanika İnstitutunun "Fitososioloji ekosistem" şöbəsinin aparıcı elmi işçisi biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, R.T. Abdiyeva rəy vermişdir.

UOT: 663

ZEYNALOVA Z. A.

Bakı Dövlət Universiteti

ABŞERON ZONASINDA BECƏRİLƏN KƏLƏM VƏ BADIMCAN BİTKİLƏRİNİN MİKOBİOTASI

Abşeron zonasında əkilən kələm və badımcın bitkilərinin kökətrafi mikroflorası öyrənilmişdir. Müəyyən olunub ki, tərəvəz bitkilərinin kökətrafi mikroflorası vegetasiya dövrlərindən asılı olaraq dəyişir. Mikroskopik göbələklərin inkişafı üçün uyğun olan dövr – bitkilərin çiçəklənmə dövrüdür.

Abşeron tərəvəzçilik təsərrüfatının açıq sahəsində kələm və badımcın bitkilərinin kökətrafi mikroflorası öyrənilmişdir. Bu bitkilərin kökətrafında geniş yayılmış *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Cladosporium* göbələkləridir: bunlardan əlavə az miqdarda *Stemphylium* və *Dematiaceae*-a rast gəlinir.

Tədqiqat aparılan bu bitkilərin kökətrafi mikroflorası dərinlikdən asılı olaraq müxtəlifdir ki, 0,5-15 sm-dərinlikdə bu miqdar daha çox, aşağı dərinliklərdə (25-40) isə miqdar getdikcə azalır. Torpağın qatlarından və vegetasiya dövrlərindən asılı olaraq mikroskopik göbələklərin miqdarı və cins müxtəlifliyi dəyişir.

Torpaqda külli miqdarda müxtəlif bakteriyalar, şüalı göbələklər, ibtidailər, yosunlar, mikroskopik göbələklər və başqa mikroorqanizmlər qrupları vardır.

Mikroorqanizmlərin sayı hər hansı tip torpaqda 1 qr-da milyarddan artıq olur. Bu mikroorqanizmlər qrupları torpaqda gedən proseslərdə fəal iştirak edib, bitkilər tərəfindən mənimsənilən bəzi şəkllə düşür.

Digər tərəfdən torpaqda yaşayan bu canlıların böyük kütləsi yüksək biokimyəvi fəallığa malikdir. Bu mikroorqanizmlər qrupları üzvi və mineral birləşmələri arasındakı kəsilmədən parçalayaraq sintez edirlər.

Mikroorqanizmlər bir tərəfdən torpağı humus maddəsi ilə, digər tərəfdən bitkilərin mənimsəyə bildiyi qida elementləri ilə təchiz edirlər, hazırda adi bitkilər ilə mikroorqanizmlərin qarşılıqlı əlaqəsinin öyrənilməsinə dair bir çox işlər həsr edilmişdir.

Tədqiqatlar sübut etmişdir ki, bitki köklərinin böyüməsi prosesində torpağa bəzi üzvi mineral birləşmələr ifraz edirlər. Bu maddələr, torpaq mikroorqanizmlərinin qida mənbəyini, kökətrafındakı mikroorqanizmlərin fəallığını artırır. Mikroorqanizmlər də öz növbəsində bitkilərin əsas və əlavə qida maddələri ilə təchiz olunmasında əhəmiyyətli rol oynayır.

Beləliklə, torpaqda bu orqanizmlər bir sıra üzvi və mineral maddələrin parçalanmasını və sintez olunması prosesində əmələ gələn əsas biogen elementlərin (N, P, S, Fe) dövr etməsi üçün şərait yaradırlar.

Kök ətrafında bitkilərə ilk təsir göstərən fermentlər, vitaminlər, hormonlar, amin turşuları, pigmentlər və başqaları mikroorqanizmlər tərəfindən əmələ gələn biotik qrup maddələridir. Bu maddələrin torpaqda olmalarını və onların bitkilərə təsirini alimlər öz işlərində (6, 7, 8) göstərmişlər. Bu birləşmələri torpaqda çoxaltıqda mikroorqanizmlər bitkilərin qidalanma şəraitini yaxşılaşdırır.

Mikrobioloji təcrübələr göstərir ki, torpaq növü və üzərində əkilən bitkilər torpaq biodinamikasına kəskin təsir edir.

Alınan nəticələr və onların müzakirəsi. Tədqiqat üçün götürülmüş torpaq nümunələrinin analizi nəticəsində aşağıdakı göbələk cins və növləri öyrənilmişdir.

1. cins. *Aspergillus* Mich; növ: *Aspergillus flavipes* Bain, *Aspergillus candidus* Zink, *Aspergillus glaucus* Var.
2. cins *Penicillium* Zink; növ: *Penicillium Sartorv thom*, *Penicillium impilicatum* Bi-
ourge; *Penicillium artum* Gil et Abb.
3. cins *Trichoderma* Resoon ex Hries; növ: *Trichoderma viride* Persoon ex Fries.
4. cins. *Cladosporium* /ink ex Fries; növ: *Clad. Herbarilum* Zink ex Fries,
5. cins. *Alternaria* Nocs ex Üallroth; növ: *Alt.grisca Sziivineji*.
6. cins. *Stemphillium* Üallroth; növ: *stem ilicus*
7. cins. *Torula*. Persoon ex Fnes; növ: *Tonila herbarum* Zink ex Trie

Öyrənilən tərəvəz bitkilərinin kökətrafında təsadüf olunan mikroskopik göbələr yayılmışdır. Bu göbələklərin yayılması bitkilərin növ müxtəlifliyindən və müxtəlif vegetasiya dövrlərindən asılıdır (Вилай В.И., Герасимов Б.А.).

Mikroskopik göbələklərin ən yüksək miqdarı çiçəklənmə fazasında nəzərə çarpır. Bu da bitki köklərinin böyüməsi ilə əlaqədardır. Belə ki, bitki köklərinin böyüməsi prosesində torpağa bəzi üzvi və mineral birləşmələr ifraz olunur.

Üzvi və mineral maddələr torpaq mikroorqanizmlərinin və kök ətrafı mikroskopik göbəkəklərin fəallığını artırır.

Tədqiq olunan torpaqların 0-5, 5-15, 25-40 sm dərinliklərdən götürülmüş nümunələrində mikroskopik göbələklərin yayılması dərəcəsi müxtəlif olmuşdur. Belə ki, kələm

bitkisinin kök ətrafında 0,5 sm dərinlikdən götürülmüş 1 qr torpaqda göbələklərin miqdarı 2644 olduğu halda, badımcan bitkisinin kök ətrafında bu miqdar 1200 olmuşdur.

Kələm bitkisinin kök ətrafında mikroskopik göbələklərin yayılmasına diqqət yetirdikdə başqa qanunauyğunluqlar da diqqəti cəlb edir. Belə ki, 0-5 sm dərinlikdən götürülmüş 1 qr torpaqda *Aspergillus* olmadığı halda, 1686 *Penicillium* 120 *Alternariyaya*, 126 *Mucora*, 125 *Fusariuma* təsadüf olunmuşdur; 0-5 sm dərinlikdə *Aspergillus* göbələyi olmadığı halda, 5-15 sm dərinlikdən götürülmüş torpağını 1 qr-da 250 *Asperillus* təsadüf olunmuşdur. Cədvəldən göründüyü kimi 0-5 sm, 5-15 sm dərinliklərə nisbətən 15-25 sm dərinlikdə mikroskopik göbələklərin çox az qisminə torpağın aşağı dərinliyində (24-40 sm) təsadüf olunur. Belə göbələklərin çox az qisminə torpağın aşağı dörinliyində (24-40 sm) təsadüf olunur. Belə göbələklərə *Aspergillus*, *Trichoderma* və *Mucoru* göstərmək olar. Bu göbələklər torpağın aşağı dərinlikdə təsadüf olunsalar da azlıq təşkil edirlər.

Tədqiq olunan tərəvəz bitkilərinin kök ətrafında yayılan mikroskopik göbələklərin ümumi miqdarı və növ müxtəlifliyinin müqayisəsi göstərir ki, yuxarı qatlardan aşağı qatlara endikcə mikroskopik göbələklərin miqdarı və növ müxtəlifliyi azalır. Belə ki, kələm və badımcan bitkisinin kök ətrafında göbələklərin miqdarının az olmasına baxmayaraq, növ müxtəlifliyinə isə ən çox kələm bitkisiində an azı isə badımcanda təsadüf olunur.

Tədqiq edilən kələm və badımcan bitkilərinin kökətrafında təsadüf edilən müxtəlif cins göbələklər (1 qr mütləq quru torpaq hesabı ilə)

Bitkilərin növü	Nümunə götürülən dərinliklə, sm-lə	SN	Göbərin ümumi miqdarı	Göbələklərin cins tərkibi						Mucor
				Aspergillus	Penicillium	Trichoderma	Cladoiporium	Altemaria	Fusarium	
Kələm	0-5	1	*2644		1686			126	125	126
	5-15	2	1413		870					109
	15-25	3	1364	250	870		226	114		
	25-40	4	327	113	795					109
Badımcan	0-5	5	1200	109		109		210		
	5-15	6	930		610	244	222			
	15-25	7	347	697	233	347				
	25-40	8	327							

Mikroskopik göbələklərin ümumi miqdarının və növ tərkibinin dəyişməsi artıbaşması bizim fikrimizcə bitkilərin vegetasiya dövrü ilə əlaqədardır. Torpaqda bitkilərə təsir göstərən fermentlər, vitaminlər, hormonlar, amin turşuları, pigmentlər və başqaları mikroorqanizmlər tərəfindən əmələ gələn biotik qrup maddələrdir. Bu birləşmələri torpaqda çoxaltmaqla mikroorqanizmlər bitkilərin qidalanma şəraitini yaxşılaşdırır. (İbrahimov A.Ş., Abdulova Z.A.)

ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Sovet Ensiklopediyası. X cild, Bakı, 1981 C.208
2. İbrahimov A.Ş., Abdulova Z.A., Mehdiyev L.N. Mikologiya Bakı, BDU, 2008 s.5
3. Вилай В.И.-Фузарии Академия Наук Украинской СССР, Киев 1955, С.101
4. Герасимов Б.А.-Вредители и болезни овощных культур и меры борьбы с ними. Сельхозгиз Москва 1958. С.201
5. Доброзракова Т.К. Руководство практическими занятиями по фитаратологии. Москва 1958. С.205
6. Доброзракова Т. К. Определение болезней растений. Сельхозгиз 1962. С.112
7. Красильников Н. А. Определение болезней растений. Москва 1960. С.211
8. Наумов Н.А. Болезни сельскохозяйственных растений. Сельхозгиз 1962. С.112

Z. A. Zeynalova

Abşeron zonasında becərilən kələm və badımcan bitkilərinin mikobiotası

XÜLASƏ

Abşeron zonasında becərilən kələm və badımcan bitkilərinin mikobiotası öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, kələm və badımcan bitkilərinin çiçəkləməsi dövründə, kök ətrafında həm mikroskopik göbələklərin,

həm də mikroorqanizmlərin miqdarı artır, bu da bitkilərinin köklərinin böyüməsi dövründə, fizioloji aktiv maddələr sintez etməsi ilə əlaqədardır.

Açar sözlər: mikroflora, torpaq biodinamikası, göbələklər, torpaq nümunələri.

Зейналова З.А.

Микрофлора прикорневых растений-капусты и баклажана выращенных в зонах Абшерона

РЕЗЮМЕ

Была изучена микрофлора прикорневых растений капусты и баклажана в зонах Абшерона того, установлено, что для развития микроскопических грибов подходящее время-период цветения цветений.

Ключевые слова: овощные растения, микрофлора, почвенные образцы

Z. A. Zeynalova

The Microflora of Resosphere of some vegetative plants in Absheron

SUMMARY

The Microflora of resosphere of same vegetative plants was studied in Absheron. It was determined that resosphere of microflora of plants changes depending on the period and variations. So, the most important period for the development of microscopic fungus is the period.

Key words: vegetable plant, microflora, fungus, soil sample.

Məqaləyə AR Elm və Təhsil Nazirliyinin

Botanika İnstitutunun Alqologiya və

Lixenobriologiya laboratoriyasının müdiri:

b.e n.dos. Ş.Muxtarova rəy vermişdir.

UOT627.8

E.P.PAŞAYEV, A.İ.ƏHMƏDLİ

AZMİU

ÇAYLARIN YERLİ YUMALARINA DAİR HESABLAMA METODİKALARI

Çayların məcrasında baş verən yerli yuma proseslərinin hesablanması əsasən bir neçə vacib və ilkin göstərici əsas götürülür. Bu göstəricilərin sırasında çay axınının uzun illər ərzində müşahidə olunmuş çoxillik sərf dəyərləri, yəni çaydan keçən suyun orta və maksimum miqdarları mühüm rol oynayır. Eyni zamanda, çayın məcrasında hərəkət edən suyun sürəti, yəni saniyədə neçə metr məsafə qət etməsi və bu sürətin illər üzrə dəyişkənliyi də nəzərə alınır. Bundan əlavə, çay məcrasının yerləşdiyi ərazidəki geoloji şərait – torpaq qatlarının növü, layların dərinliyi, mexaniki xüsusiyyətləri və eroziyaya qarşı davamlılığı kimi parametrlər də hesabat üçün vacib şərtlərdəndir.

Belə hesablamalarda istifadə olunan mühüm yanaşmalardan biri də mühafizə divarlarının layihələndirilməsidir. Bu divarlar çayın sel sularının yaratdığı güclü axın nəticəsində sahilboyu ərazilərdə torpağın yuyulmasının və sahil eroziyasının qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulmuş möhkəmləndirici konstruksiyalardır. Hesabat zamanı model kimi həmin mühafizə divarının məcrada yerləşən ən dərin və ən təhlükəli hissəsi seçilir. Bu seçim, çayda baş verə biləcək ən əlverişsiz və ekstremal şəraitə qarşı layihənin davamlılığını təmin etmək məqsədilə edilir [2].

Sadalanan bütün bu parametrlər – yəni çayın sərfi, suyun sürəti və məcranın geoloji xüsusiyyətləri müəyyən olunduqdan sonra, çayın məcrasının sabitliyini və axının bu məcrada yaratdığı təsirlərə qarşı dayanıqlılığını qiymətləndirmək mümkündür. Bunun üçün məcranın dayanıqlı maililik bucağı hesablanır. Bu maililik, çay məcrasının nə dərəcədə dik və ya ensiz olması barədə informasiya verir və bu dərəcənin hesablanması üçün xüsusi olaraq qəbul edilmiş (1) nömrəli düsturda istifadə olunur [1].

$$i_d = \left[\frac{AV_y^5 n^5}{V_{Q2\%}} \right]^{10/22} \quad (1)$$

(1) düsturunda istifadə olunan A - əmsali effektiv məcrə əmslidir və (2) düsturu ilə hesablanır.

$$A = \frac{1,5}{(d_{30} + i)} \quad (2)$$

Bu kontekstdə “d” göstəricisi çayın məcrasında yerləşən torpaq və çınqıl qatlarının tərkibini, daha dəqiq desək, bu qatların qranulometrik – yəni zərrəcik ölçülərinə görə fraksiyalara bölünmüş tərkibini ifadə edir. Bu parametr çayın dibində və sahillərində yerləşən materialların dənəcik ölçüləri üzrə paylanmasını göstərir və məcrada baş verə biləcək yuyulma və eroziya hallarını modelləşdirmək üçün çox vacib göstəricilərdən biridir. Fraksiya nə qədər iri və ya xırda olarsa, axının həmin materiala təsiri də fərqli olur.

Axının sahilə nəzərən effektiv bucağı isə çayın su kütləsinin məcraya, daha dəqiq desək, sahil xəttinə hansı bucaq altında çırpılması və ya yaxınlaşması ilə bağlı olan mühüm hidravliki göstəricidir. Bu bucaq, axının sahilə olan hücum istiqamətini və bu istiqamətdə nə qədər güclü eroziya və yuyulma baş verəcəyini müəyyənləşdirir. Belə ki, əgər axın sahilə dik və ya kəskin bucaq altında yaxınlaşarsa, həmin hissədə torpaq laylarının yuyulması riski əhəmiyyətli dərəcədə artır. Bu səbəbdən də bu bucağın hesablanması yerli yuma risklərinin dəyərləndirilməsində mühüm rol oynayır [3].

Bununla yanaşı, hesabat zamanı iki mühüm maililik parametri də nəzərə alınır. Bunlardan biri məcranın dayanıqlıq mailiyyəti adlanır və bu, çayın axarının öz sabitliyini qoruyub saxlaya biləcəyi ən dik maililik dərəcəsi

dir. Digəri isə tipik layihə mailliyidir və bu, çayın süni şəkildə formalaşdırılan və ya layihə üzrə nəzərdə tutulan maililik dərəcəsini ifadə edir. Hər iki göstərici, layihə zamanı suyun hərəkət istiqaməti və yuma potensialını düzgün qiymətləndirmək üçün nəzərə alınır. Sonda, axının sahilə nəzərən effektiv bucağının dəyəri konkret olaraq (3) nömrəli düstur vasitəsilə hesablanır. Bu düstur çay mühəndisliyi və hidravlik hesablama sahəsində tanınmış nəzəriyyələrə əsaslanır və axının dinamik təsirini riyazi şəkildə ifadə etməyə imkan verir [4]. Bu bucaq əsasında sahilə baş verə biləcək potensial yuma zonaları və mühafizə tədbirlərinin zəruriliyi qiymətləndirilir.

$$\beta = \arccos(I_{di}) \quad (4)$$

Çaylarda yerli yuma zamanı hesablamalarda orta dərinlik çayın yuma sürəti kəlkövtürlük əmsalı və məcranın dayanıqlıqlı mailliyindən asılıdır. Çayın orta dərinliyi (5) düsturu ilə hesablanır.

$$H_0 = H_{or} = \left[\frac{n * V_y}{\sqrt{I_d}} \right]^3 \quad (5)$$

Yuma dərinliklərinin hesablama metodikalarının tədqiqi zamanı ən vacib və yuma dərinliyinin təyində birbaşa təsir göstərən parametr orta yuma süətidir hansı ki, orta yuma sürətindən və orta dərinlikdən asılıdır.

$$V_{or} = V_y H_0^{1/3} \quad (6)$$

Yuxarıda göstərilən parametrləri təyin etdikdən sonra ilkin və son yuma dərinliklərini təyin edə bilərik [5]. Bunlar aşağıda (7) və (8) düsturlarında göstərilmişdir.

$$H_y = H_0 \left[\frac{6 * (V_y^* \sin \beta)^{3/4} + \sin \beta * (m-6)}{\sqrt{1+mi}} + 1 \right] \quad (7)$$

$$H_y = H_0 + \frac{\pi}{6 * K * \sum \frac{g_e}{d_e}} - d_{max} \quad (8)$$

NƏTİCƏ

Çayların məcrasında baş verən yerli yuma proseslərinin dəqiq və elmi əsaslarla qiymətləndirilməsi üçün bir sıra hidravliki və geoloji parametrlər müəyyən olunmalıdır. Bu parametrlərə çayın çoxillik sərfi, suyun axın sürəti, məcranın geoloji quruluşu və mühafizə konstruksiyalarının yerləşdiyi sahələrin xüsusiyyətləri daxildir. Hesablamalarda əsas məqsəd çay axarının dayanıqlılığını və sahil eroziyasının qarşısının alınması üçün optimal texniki həlləri müəyyən etməkdir. Məcranın dayanıqlıqlı mailliyi və axının sahilə təsir bucağı mühüm göstəricilərdir və xüsusi düsturlarla hesablanaraq eroziya risklərinin qiymətləndirilməsinə imkan verir. Axının məcraya bucaqlı daxil olması yuma ehtimalını artırır və bu baxımdan effektiv bucağın hesablanması mühüm rol oynayır. Orta dərinlik, yuma sürəti və bu parametrlər əsasında təyin olunan ilkin və son yuma dərinlikləri çay mühəndisliyi layihələrində sahilbərkitmə tədbirlərinin düzgün planlaşdırılmasına şərait yaradır. Beləliklə, yerli yuma hesablamaları çay mühitində mühəndis müdaxilələrinin davamlı və təhlükəsiz həyata keçirilməsi üçün əsaslı mühəndis-texniki baza rolunu oynayır.

РЕЗУЛЬТАТ

Для точной и научно обоснованной оценки процессов локального размыва в руслах рек необходимо определить ряд гидравлических и геологических параметров. К этим параметрам относятся многолетние значения расхода реки, скорость потока, геологическое строение русла и особенности участков, где размещаются защитные конструкции. Основная цель расчётов – оценить устойчивость русла реки и определить оптимальные технические решения для предотвращения береговой эрозии. Устойчивый уклон русла и эффективный угол воздействия потока на берег являются важными показателями, которые рассчитываются с помощью специальных формул и позволяют оценить риск эрозии. В случае, если поток под острым углом

ударяет о берег, вероятность размыва существенно возрастает, поэтому вычисление этого угла имеет важное значение. Средняя глубина, скорость размыва и на их основе определяемые начальная и конечная глубины размыва создают инженерно-техническую основу для правильного планирования берегозащитных мероприятий. Таким образом, расчёты локального размыва играют ключевую роль в обеспечении надёжности и безопасности инженерных вмешательств в речной среде.

RESULT

For an accurate and scientifically grounded assessment of local scour processes in riverbeds, it is necessary to determine several key hydraulic and geological parameters. These include the river's multi-year discharge values, flow velocity, the geological structure of the riverbed, and characteristics of the areas where protective structures are placed. The primary purpose of these calculations is to evaluate the riverbed's stability and to determine optimal technical solutions to prevent bank erosion. The stable slope of the riverbed and the effective angle of flow impact on the bank are important indicators, calculated using specific formulas, which help assess the erosion risk. When the flow strikes the bank at a sharp angle, the likelihood of erosion significantly increases; therefore, calculating this angle is essential. The average depth, scouring velocity, and the initial and final scour depths determined based on these factors provide an engineering foundation for effective riverbank protection planning. Thus, local scour calculations play a key role in ensuring the reliability and safety of engineering interventions within the river environment.

ƏDƏBİYYAT

1. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., İsmayilov F.M., Zərbəliyev M.S., Daşdəmirov X.Y. Hidravlika. Bakı: "Çaşıoğlu", 2001

2. Paşayev E.P. Həsənov F.H. "Azdövsütəslayihə" institunun tarixi və inkişaf yolu. Bakı, 2010.
3. Məmmədov K.M., Musayev Z.S. Hidrotexniki qurğular. Bakı «Təhsil» NPM, 2006, 405 s.
4. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., Mahmudov T.M., İsmayilov F.M., Zərbəliyev M.S. Hidrotexniki Qurğular (III nəşr), Bakı, «Təhsil» NPM, 2009 684 s.
5. Волков И.В. и др. Гидротехнических сооружения. Москва: «Колос», 1968.

Çayların yerli yumalarına dair hesablama metodikaları

XÜLASƏ

Məqalədə çay məcralarında baş verən yerli yuma proseslərinin hesablanması üçün istifadə olunan əsas metodikalar izah olunur. Hesablama zamanı çayın sərfi, axın sürəti, məcranın geoloji quruluşu və torpaq qatlarının xüsusiyyətləri nəzərə alınır. Yuma risklərini qiymətləndirmək üçün müxtəlif düsturlarla məcranın mailliyi, axının sahilə dəymə bucağı, orta dərinlik və yuma sürəti hesablanır. Bu parametrlər əsasında ilkin və son yuma dərinlikləri müəyyən edilir və mühafizə tədbirləri layihələndirilir.

Açar sözlər: Çay axını, yerli yuma, mühafizə divarları, məcranın mailliyi, eroziya və yuyulma

Метод расчета локального подмывания рек

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются основные методики расчета местных процессов вымывания в руслах рек. Для расчетов учитываются такие параметры, как расход реки, скорость течения, геологические особенности русла и характеристики почвенных слоев. Для оценки рисков вымывания рассчитываются различные параметры, такие как наклон русла, угол нападения

потока на берег, средняя глубина и скорость вымывания. На основе этих параметров определяются начальная и конечная глубина вымывания, а также проектируются мероприятия по защите.

Ключевые слова: Поток реки, местная стирка, оборонительные стены, наклон русла, эрозия и вымывание

Calculation methods of local washing of rivers

SUMMARY

The article discusses the main methodologies for calculating local erosion processes in riverbeds. Key parameters for calculations

include river discharge, flow velocity, geological characteristics of the riverbed, and the properties of soil layers. To assess erosion risks, various factors such as the slope of the riverbed, the angle of flow impact on the bank, average depth, and erosion rate are calculated. Based on these parameters, initial and final erosion depths are determined, and protection measures are designed.

Keywords: Stream flow, local washing, protective walls, channel slope, erosion and washout.

На статью отзыв дала доцент кафедры "Мелиорации и водохозяйственного строительства" Аз.АСУ, С.А. Велыева.

HYDROTECHNICS AND AMENITIES HİDROTEXNİKA VƏ MELİORASIYA

UOT 627.8

MUSAYEV Z.S., MƏMMƏDOV Ə.C., ƏLİQULİYEV Ş.A.

AzMIU

zakirsamed1946@mail.ru; ahad.mammadov1966@mail.ru; shadilikhuliyeff@gmail.com

DRENAJSIZ VƏ DRENAJLI BİRCİNSLİ TORPAQ BƏNDLƏRİN Y.A. ZAMARİN ÜSULU İLƏ SIZMAYA HESABLANMA METODİKASI

Giriş. Bircinsli torpaq bəndlərin gövdəsi zəif susuzdıran qruntlardan ibarət olduqda, onlardan alçaq və orta basqılı hidroqovşaqlarda səviyyəqaldıran qurğu kimi istifadə etmək olar. Su anbarı hidrodüyünlərinin aşağı biyefində su olmadıqda, yaxud depressiya əyrisinin torpaq bəndin aşağı yamacından çıxışında sızma axını bu yamacı yuyulmaya məruz qoymadığı halda həmin yamacın daban hissəsində banket prizmalı drenajdan istifadə edilmir. Yəni, torpaq bəndin aşağı biyefdəki quru yamacında sızma axını bu yamacı suffoziyaya məruz qoymursa, drenajın yerləşdirilməsinə ehtiyac qalmır. Torpaq bəndin aşağı yamacı daimi olaraq su mühitinin təsiri altında qaldıqda, bənd gövdəsindən basqılı sızma axınının təhlükəsiz vəziyyətdə aşağı biyefə xaric olması üçün yamaca söykənən, yaxud banket prizmalı drenajlar bu məsələnin həllində mühüm rol oynayır.

Bircinsli torpaq bəndin aşağı yamacından çıxan sızma axınının bu yamacın daban hissəsini yuyub dağıtma halında mühəndisi tədbir olaraq, bənd gövdəsi daxilində perforasiyalı boru (plastmasdan) daxilində yerləşdirmiş üçqat süzgəclə əhatələnmiş drenajın tətbiqi təklif olunmuşdur. Bu hal aşağı biyefdə suyun olmadığı vəziyyətlər üçün əlverişli hesab edilmişdir [1]. Belə konstruksiyalı drenajın perforasiyalı borusunun üfüqi mərkəzi xətti üzrə daxildən ön divarının daban nöqtəsindən yerləşmə məsafəsi, baxılan bu variantda bəndin aşağı yamacının bənd oturacağına proyeksiyasının 1/3-i qədər götürülmüşdür.

Qeyd edilən en kəsik konstruksiyalı bir-

cinsli torpaq bəndlərin gövdəsinin Y.A. Zamarin metodu ilə sızmaya hesablanması rast gəlinən məsələlərin həllini asanlaşdırır. Bənd gövdəsinin sızma hesablamalarının asanlaşması isə onun aşağı yamacının silindrik səth üzrə sürüşməyə görə dayanıqlığa hesablanma prosesini nəzəri baxımdan həm dəqiqləşdirir, həm də əldə olunmuş nəticələrin etibarlılığını artırır.

Problemin qoyuluşu. Bircinsli torpaq bəndlərin aşağı biyefində suyun olmadığı və olduğu hallarda sızma axınının bənd gövdəsindən çıxış ordinatının qrafiki yolla təyini məsələlərin həm çətinliklə, həm də qeyri-dəqiq həll olmasına gətirib, çıxarır. Bu məsələlərin asanlıqla və dəqiq həll edilməsi üçün Y.A. Zamarin metodundan istifadə etmək olar.

Respublikamızın Cəlilabad rayonundakı Mişarçay üzərindəki su anbarı hidroqovşağının torpaq bəndinin suffoziya hadisəsinin təsiri nəticəsində yuyularaq uçması, belə bəndlərin konstruksiyalarının seçilməsində, sızmaya və dayanıqlığa hesablamalarının aparılmasında yol verilmiş ciddi səhvlər səbəbindən olmuşdur. Belə hadisələrə və torpaq sürüşmələrinə dünyada tez-tez rast gəlinir [4]. Bu fəsadların baş vermə səbəbini düzgün aydınlaşdırmaq üçün qurğu konstruksiyalarının texniki göstəricilərinə, onların hesablamalarda oynadığı roluna və ilkin olaraq sızma axını təsirlərinin nəzəri metodlarla müəyyənləşdirilməsinə diqqət yetirilməlidir.

Problemin həlli. Aşağı biyefində su olmayan drenajsız bircinsli torpaq bəndlərin sızmaya hesablanmasında əsas çətinlik yuxa-

rı biyefdən sızma axınının depressiya əyrisinin bəndin orta hissəsində olan zonası daxilində ordinatlarının tapılmasıdır. Bu məsələnin həllini asanlaşdırmaq üçün Y.A. Zamarin, bəndin orta hissəsinin yuxarı biyefə tərəf olan kənar sərhəddində parabolik tənliklə ifadə olunan depressiya əyrisinin su anbarındakı normal boğulmuş səviyyədə (NBS-ə) həmin qanunla davam etməsinə təklif edibdir. Depressiya əyrisinin başlanğıc nöqtəsindən torpaq bəndin yuxarı biyef yamacınadək olan dərinlik εH qəbul olunmuşdur, burada da $\varepsilon=0,4$ qəbul edilən əmsaldır, H isə NBS-dən bəndin oturacaq səviyyəsində olan dərinlikdir [2].

Bənd gövdəsindən sızma axınının hidravliki və həndəsi parametrlərini tapmaq üçün əsasən Darsi və Dyupi düsturlarından istifadə etmək olar. Depressiya əyrisinin ixtiyari kəsiyində ordinatının y , sızma axınının sürətinin v olduğunu nəzərə alaraq sızma əmsalı k_b olan bənd gövdəsindən həmin kəsikdən keçən (sızan) xüsusi sərfi (şəkil 1) Darsi düsturu ilə tapmaq olar [3]:

$$q = v y = k_b J_y = k_b \cdot \frac{h-y}{x} \cdot y, \quad (1)$$

burada: h – depressiya əyrisinin bənd qaşının yuxarı biyefə tərəf olan kənar kəsiyindəki ordinatıdır.

Şəkil 1-də göstərilən hesablama sxeminə əsasən depressiya əyrisinin xarakterik və ixtiyari kəsiklərdəki ordinatları tapmaq üçün dörd ədəd Dyupi və bir ədəd Darsi düsturundan istifadə etmək olar. Dyupi düsturlarını aşağıdakı kimi yazı bilərik:

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - h^2}{2m_1(\varepsilon H + d)}, \quad (2)$$

$$k_b = 2 \frac{H^2 - a_o^2}{\left[m_1(\varepsilon H + d) + b + m_2(H_b - a_o) \right]}, \quad (3)$$

$$\frac{q}{k_b} = \frac{h^2 - a_o^2}{2 \left[b + m_2(H_b - a_o) \right]}, \quad (4)$$

$$\frac{q}{k_b} = \frac{h^2 - y^2}{2x}. \quad (5)$$

Darsi düsturu isə torpaq bəndin aşağı yamacından çıxış zonası üçün yazılır:

$$\begin{aligned} q &= v_{\text{çix}} \cdot a_o = k_b J_{\text{çix}} \cdot a_o = k_b \cdot \frac{a_o}{m_2 a_o} \cdot a_o = \\ &= k_b \cdot \frac{a_o}{m_2}; \quad \frac{q}{k_b} = \frac{a_o}{m_2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Depressiya əyrisinin bəndin aşağı yamacından çıxış ordinatını (a_o) tapmaq üçün (3) və (6) ifadələrinin sağ tərəflərinin bərabərliyi tənliyindən istifadə edirik:

$$\frac{H^2 - a_o^2}{2 \left[m_1(\varepsilon H + d) + b + m_2(H_b - a_o) \right]} = \frac{a_o}{m_2}; \quad (7)$$

$$a_o = L_p - \sqrt{L_p^2 - H^2},$$

harada ki,

$$L_p = \frac{1}{m_2} \left[b + m_2 H_b + m_1(\varepsilon H + d) \right]. \quad (8)$$

Depressiya əyrisinin h ordinatını bəndin hər iki yamaclıq əmsalına (m_1 və m_2), çıxışındakı a_o ordinatına; aşağı yamaclıq əmsalına (m_2) və a_o ordinatına görə tapmaq olar. Məsələni qeyd edilən birinci halda həll etmək üçün (2) və (6) ifadələrinin sağ tərəflərinin bərabərliyi şərtindən istifadə etmək lazımdır:

$$\frac{H^2 - h^2}{2m_1(\varepsilon H + d)} = \frac{a_o}{m_2}; \quad (9)$$

$$m_2 h^2 = m_2 H^2 - 2m_1(\varepsilon H + d)a_o;$$

Məsələni ikinci halda həll etdikdə, (4) və (6) düsturlarının sağ tərəflərinin bərabərliyindən alınan tənlikdən h ordinatını tapırıq:

$$\begin{aligned} \frac{h^2 - a_o^2}{2 \left[b + m_2(H_b - a_o) \right]} &= \frac{a_o}{m_2}; \\ h^2 - a_o^2 &= 2 \cdot \frac{a_o}{m_2} \cdot \left[b + m_2(H_b - a_o) \right]; \end{aligned} \quad (10)$$

$$h = \sqrt{a_o^2 + 2 \cdot \frac{a_o}{m_2} \cdot \left[b + m_2(H_b - a_o) \right]}.$$

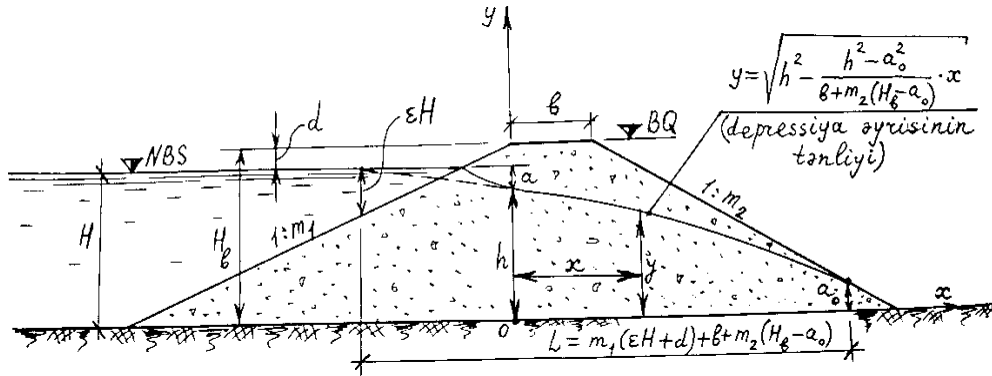
(7) və (9), yaxud (7) və (10) düsturlarından istifadə etməklə depressiya əyrisinin vacib və axtarılan xarakterik ordinatları ilkin verilənlər əsasında asanlıqla tapıla bilər. Bu metodika depressiya əyrisinin a_0 çıxış ordinatını tapmaq üçün cədvəl tərtib etməkdən və qrafiklər qurmaqdan azad edir.

Depressiya əyrisinin ixtiyari kəsikdə ordinatını tapmaq üçün (4) və (5) ifadələrini y -ə görə həll etməklə aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$\frac{h^2 - y^2}{2x} = \frac{h^2 - a_0^2}{2 \left[b + m_2 (H_b - a_0) \right]};$$

$$h^2 - y^2 = \frac{(h^2 - a_0^2) x}{b + m_2 (H_b - a_0)};$$

$$y = \sqrt{h^2 - \frac{h^2 - a_0^2}{b + m_2 (H_b - a_0)} \cdot x}. \quad (11)$$



Şəkil 1. Bircinsli drenajsız torpaq bəndin Y.A. Zamarin metodu ilə sızmaya hesablanma sxemi.

Y.A. Zamarinin təklif etdiyi hesablama metodikasının mahiyyəti ondan ibarətdir ki, banket prizma formasına malik drenajlı torpaq bəndlərin aşağı biyefində suyun olmadığı və olduğu halların hər birində bənd gövdəsindən sızma axınının depressiya əyrisinin xarakterik ordinatlarını və ixtiyari kəsikdə olan ordinatını yuxarıda qeyd edilən nəzəri yolla tapmaq mümkündür [6]. Belə en kəsik formalı drenajın üstdən eninin $b_{dr.}$, hündürlüyünün $H_{dr.}$, daxili və xarici yamaclıq əmsallarının müvafiq m_3 və m_4 qiymətlərini (şəkil 2, a, b) nəzərə almaqla, depressiya əyrisinin aşağı biyefdə su olmadıqda drenaja daxil olma məsafəsi (şəkil 2, a), bənd qarşısındakı suyun dərinliyinin (H) təxminən 5÷6%-i qədər olur [5, s. 248]: $\ell \approx (0,05 \div 0,06)H$. Onda bircinsli torpaq bəndlər üçün depressiya əyrisinin başlanğıc nöqtəsindən h_1 ordinatınadək və son nöqtəsində olan uzunluqları (şəkil 2, a) aşağıdakı ifadələrlə tapılır:

$$L_1 = m_1(\epsilon H + d) + b + m_2(H_b - a_0) - m_3 H_{dr.} \quad (12)$$

$$L = L_1 + \ell. \quad (13)$$

(11) düsturunun alındığı analogi yolla depressiya əyrisinin tənliyini aşağıdakı kimi əldə etmək olar:

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H^2}{2L}; \quad \frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - y^2}{2(L - x)};$$

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - y^2}{2(L - x)} = \frac{H^2}{2L}; \quad (14)$$

$$y = \sqrt{H^2 - \frac{H^2}{L} \cdot (L - x)}.$$

$x = \ell$ qiymətini (14)-də yerinə yazıb, (13)-ü də nəzərə alsaq, $y = h_1$ ordinatını aşağıdakı kimi təyin edə bilərik (şəkil 2, a):

$$h_1 = \sqrt{H^2 - \frac{H^2}{L} \cdot (L - \ell)} = \sqrt{H^2 - \frac{H^2}{L} \cdot L_1}. \quad (15)$$

$x = b + m_2 (H_b - H_{dr.}) - m_3 H_{dr.} + \ell$ qiymətini, (12) və (13) ifadələrini (14) tənliyində yerinə yazdıqda $y=h$ ordinatının hesablanma düsturunu alırıq:

$$h = \sqrt{H^2 - \frac{H^2}{L} \cdot m_1 (\varepsilon H + d)}. \quad (16)$$

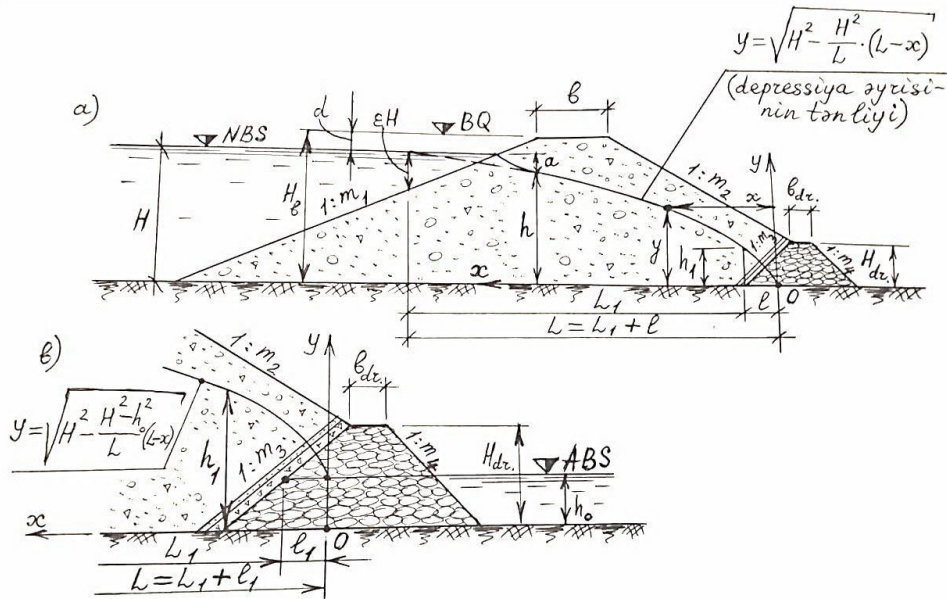
Bircinsli drenajlı torpaq bəndin aşağı biyefində h_o dərinliyində su olduqda (şəkil 2,b),

depressiya əyrisinin drenaja daxil olma məsafəsi aşağıdakı düsturla hesablanır [5,s. 249]:

$$\ell_1 = 0,5 \left[\sqrt{L_1^2 + (H - h_o)^2} - L_1 \right] \quad (17)$$

burada:

$$L_1 = m_1 (\varepsilon H + d) + b + m_2 (H_b - H_{dr.}) - m_3 (H_{dr.} - h_o). \quad (18)$$



Şəkil 2. Drenajlı bircinsli torpaq bəndlərin Y.A. Zamarin metodu ilə sızmaya hesablanma sxemiləri:
a) aşağı biyefdə su olmadıqda; b) aşağı biyefdə su olduqda.

Depressiya əyrisinin tam uzunluğu isə olar:

$$L = L_1 + \ell_1; \quad (19)$$

Belə torpaq bəndlərdə depressiya əyrisini qurmaq üçün Dyupinin iki düsturundan istifadə edə bilərik:

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - h^2}{2L}; \quad (20)$$

$$\frac{q}{k_b} = \frac{H^2 - y^2}{2(L - x)}. \quad (21)$$

(20) və (21) düsturlarından depressiya əyrisini qurmaq üçün aşağıdakı tənliyi alırıq:

(22) tənliyində $x = m_3 h_o + \ell_1$ qiymətini nəzərə alaraq, $y = h_1$ ordinatını tapırıq:

$$h_1 = \sqrt{H^2 - \frac{H^2 - h_o^2}{L} \cdot (L - m_3 h_o - \ell_1)}. \quad (23)$$

$x = b + m_2 (H_b - H_{dr.}) - m_3 (H_{dr.} - h_o) + \ell_1$ absisini (məsafəsini) depressiya əyrisinin (22) tənliyində nəzərə almaqla, L-in (18) və (19) düsturlarını yerinə yazmaqla $y = h$ ordinatını aşağıdakı düsturla hesablaya bilərik:

$$h = \sqrt{H^2 - \frac{H^2 - h_0^2}{L} \cdot m_1 (\varepsilon H + d)}. \quad (24)$$

Beləliklə, (1)÷(24) düsturların hər bir variantlarda layihələndirilən bircinsli torpaq bəndləri sızmaya tam olaraq hesablamağa imkan verir. Bu hesablama metodikası dəqiqliyinə və vaxt etibarilə qısa müddətdə başa çatma bilməsinə görə tələbələr, layihəçilər və elmi-tədqiqat işləri aparan mütəxəssislər üçün olduqca əlverişlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Mürsəlov A.Ə., Musayev Z.S., Beydaqdar M. Sukeçirməyən bünövrəli, yeni drenaj konstruksiyalı, yuxarı biyefə tərəf sürüşdürülmüş şaquli özəkli torpaq bəndlərin sızmaya hesablanma metodikası // "Ekologiya və su təsərrüfatı" Elmi texniki və istehsalat jurnalı, №5, Bakı, 2010.
2. Məmmədov K.M., Musayev Z.S. Hidrotexniki qurğular. Bakı: "Təhsil" NPM, 2006, 406 s.
3. Musayev Z.S., Məmmədov K.M., Mahmudov T.M., İsmayilov F.M., Zərbəliyev M.S. Hidrotexniki qurğular. Bakı: "Təhsil" NPM, 2009, 682 s.
4. Məmmədov K.M., Musayev Z.S., Mahmudov T.M., Mürsəlov A.Ə. Yamacların dayanıqlıq məsələlərinin tədqiqi. Bakı: "Təhsil" NPM, 2006, 188 s.
5. Замарин Е.А., Фандеев В.В. Гидротехнические сооружения. Москва: «Колос», 1965, 624 с.
6. Гидротехнические сооружения /Под общей редакции В.П. Недриги. Москва: «Стройиздат», 1983, 544 с.

XÜLASƏ

Elmi məqalədə drenajsız və drenajlı bircinsli torpaq bəndlərin Y.A. Zamarin üsulu ilə sızmaya hesablanma metodikasına baxılmışdır. Bu hesablama metodikasında depressiya əyrisinin bütün uzunluğu boyu tənliyi parabolik qanunla dəyişir. Bu metodikanın üstünlüyü depressiya əyrisinin torpaq bəndin

aşağı yamacından çıxış ordinatını qrafiki yolla tapılmasından azad edib, dəqiq düsturla tapılmasındadır.

Açar sözlər: depressiya əyrisi, yamaclıq əmsali, basqılı sızma, bircinsli torpaq bənd, banket prizmalı drenaj.

РЕЗИЮМЕ

В научной статье рассмотрена методика фильтрационного расчета без дренажными и дренажными устройствами однородной земляной плотины по методу Е.А. Замарина. По этой расчетной методике уравнение изменяется по параболическому закону на всей длине кривой депрессии. Преимущество этого метода в том, что он освобождает от графического похождение ординаты выхода кривой депрессии из низкого откоса земляной плотины и определяется по другой точной формуле.

Ключевые слова: кривая депрессии, коэффициент откоса напорная фильтрация, однородная земляная плотина, дренаж с банкетной призмаей.

SUMMARY

The scientific article examines the methodology for calculating the seepage of undrained and drained homogeneous earth dams using the Y.A. Zamarin method. In this calculation methodology, the equation of the depression curve along the entire length changes according to a parabolic law. The advantage of this methodology is that the ordinate of the depression curve exiting the lower slope of the earth dam is freed from the need to find it graphically and is found by an exact formula.

Keywords: depression curve, slope coefficient, pressure seepage, homogeneous earth dam, banked prismatic drainage.

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

**MUGAN DÜZÜNDƏ SUVARILAN ÇƏMƏN-BOZ TORPAQLARIN
ƏSASDİAQNOSTİK ƏLAMƏTLƏRİ**

Mugan düzündə yerləşən suvarılan çəmən-boz torpaq sahələri uzun illər ərzində kənd təsərrüfatı fəaliyyəti ilə intensiv şəkildə istifadə olunmuşdur. Bu ərazilərdə aparılan kənd təsərrüfatı fəaliyyəti, xüsusilə də suvarma tədbirləri nəticəsində torpaqlar müxtəlif dərəcələrdə şorlaşmaya məruz qalmışdır. Şorlaşma, torpağın tərkibində həll olunmuş duzların yığılması ilə bağlı olan və torpağın kənd təsərrüfatı məhsuldarlığını azaldan ciddi bir problemdir. Bu baxımdan, qarşıya qoyulmuş konkret elmi məqsədlərə uyğun olaraq, müxtəlif illərdə və fərqli dövrlərdə bir çox torpaqşünas alimlər və sahə üzrə ixtisaslaşmış tədqiqatçılar tərəfindən bu torpaq sahələri ətraflı şəkildə öyrənilmişdir. Hər bir tədqiqat dövründə torpağın fiziki, kimyəvi və bioloji xüsusiyyətləri nəzərə alınaraq, onların aqrar istifadəyə yararlılığı təhlil edilmiş və müxtəlif parametrlər üzrə qiymətləndirmələr aparılmışdır [1].

Aparılmış torpaq meliorativ tədqiqatların nəticələrinə əsasən, xüsusilə taxıl bitkilərinin əkildiyi sahələrdə torpaq keyfiyyətinin monitorinqi məqsədilə ümumilikdə 24 kəsim qoyulmuşdur. Hər bir kəsim torpaq qatlarının vəziyyətini təyin etmək üçün strateji olaraq seçilmiş və yerli relyefə, torpaq tiplərinə və suvarma rejimlərinə uyğunlaşdırılmışdır [2]. Bu kəsirlərin yerləşdiyi ərazilərdə sahəvi işlər aparılaraq, torpaq nümunələri toplanmış və laboratoriya şəraitində müasir elmi metodikalar əsasında təhlillərdən keçirilmişdir. Xüsusilə, torpağın şorlaşma səviyyəsini və kimyəvi tərkibini daha yaxşı anlamaq üçün nümunələr 0–50 sm və 0–100 sm dərinliklərdən götürülmüş və bu qatlar üzrə nəticələr sistemləşdirilərək ümumiləşdirilmişdir.

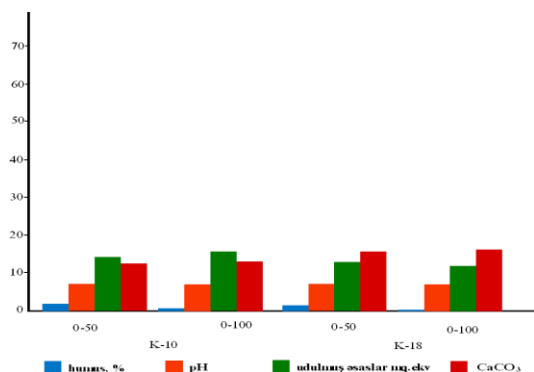
Bu araşdırmaların davamı olaraq, taxıl bitkiləri altında yerləşən və 3 nömrəli kəsim

kimi qeyd edilən sahə relyefin daha hamar və düz hissəsində yerləşdiyi üçün seçilmişdir. Bu ərazi torpaqəmələgətirici süxurlar baxımından əsasən allüvial çöküntülərlə formalaşmışdır. Allüvial mənşəli süxurlar, çay və axar suların gətirdiyi mineral və orqanik materialların çökməsi nəticəsində yaranan torpaq tipləridir və adətən yaxşı məhsuldarlığa malik olurlar. Lakin intensiv suvarma və qeyri-effektiv meliorasiya tədbirləri nəticəsində belə sahələrdə də şorlaşma problemi meydana çıxı bilər.

Araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, bu sahədə kalsium karbonat (CaCO_3) birləşməsinin torpaq profilindəki ehtiyatı əsasən suvarma sularının tərkibindəki karbonatlı maddələrdən asılı olaraq formalaşmışdır. Başqa sözlə desək, suvarma üçün istifadə olunan suların kimyəvi tərkibi torpaqda karbonat birləşmələrinin miqdarına bilavasitə təsir göstərmişdir. Müvafiq analizlərin nəticələrinə görə, torpaq profilində CaCO_3 -un paylanması nisbətən bircins olmuş, yalnız cüzi fərqlərlə dəyişmişdir. Belə ki, 0–50 sm dərinlikdə bu maddənin miqdarı 16,3%, 0–100 sm dərinlikdə isə 17,66% səviyyəsində qeydə alınmışdır ki, bu da torpağın karbonatlılıq dərəcəsinin yüksək olduğunu göstərir.

Karbonatların torpaqda yüksək miqdarda olması, torpaq strukturu və su rejimi baxımından mənfi nəticələr doğurur [3]. Xüsusilə, karbonatların çoxluğu torpağın şorakətləşməsi prosesini sürətləndirir. Şorakətləşmiş torpaqlar isə öz su-fiziki xüsusiyyətlərinə görə normal torpaqlardan xeyli dərəcədə fərqlənir və adətən kənd təsərrüfatında istifadəsi zamanı ciddi çətinliklər yaradır. Belə torpaqlar islanma zamanı struktur xüsusiyyətlərini itirərək yapışqan və keçirməz hala gəlir, nəticədə suyun torpaq profili boyunca hərəkəti

lənqiyr. Torpaq quruduqda isə onun səthində qalın qaysaq təbəqəsi və dərin çatlar əmələ gəlir. Bu cür fiziki dəyişikliklər torpağın mexaniki becərməsini çətinləşdirir və aqrotexniki tədbirlərin effektivliyini azaldır. Nəticədə, bu torpaqlarda kənd təsərrüfatı fəaliyyətləri, xüsusilə də texnika ilə əkin və suvarma işləri daha çox resurs və zəhmət tələb edir.



Şəkil 1. Suvarılan çəmən boz torpaqların bəzi kimyəvi və fiziki-kimyəvi göstəriciləri (taxıl bitkisi)

Lazımi meliorativ tədbirlər həyata keçirməklə karbonatlığı azaltmaq, şorakətliliyin qarşısını almaq və münbitliyi bərpa etmək mümkündür. Meliorasiya olunan suvarılan

torpaqlarda karbonatlıq, humusun təsirindən və bitki örtüyündən asılıdır. Belə ki, pambıq və taxıl əkinlərinin intensiv suvarılması nəticəsində torpaqda karbonatların miqdarı azalır. Son illərdə qrunut sularının yer səthinə yaxınlaşması karbonatlığın çoxalması ilə əlaqədardır. Bildiyimiz kimi, bu proseslər həmin torpaqlarda şorlaşma və şorakətləşmənin yaranmasına səbəb olmuşdur. Şorakət torpaqların meliorativ vəziyyətini yaxşılaşdırmaq üçün kimyəvi meliorantlardan istifadə olunur. Kimyəvi meliorant kimi gips, kalium xlor, sulfat turşusu, kükürd, sintetik polimerlərdən və s. istifadə edilir. Bunların içərisində ən geniş yayılanı kimyəvi meliorant gipsdir ki, bu da torpağın həm kimyəvi və həm də su-fiziki xassələrini yaxşılaşdırır.

Torpağa verilən kimyəvi meliorantın miqdarı 20-30t/ha qədər ola bilər. Kimyəvi meliorant kimi tərkibində çoxlu miqdarda gips olan dağ süxurlarından və kimya sənayesi tullantılarından istifadə olunur [4]. Kimyəvi meliorantın verilməsi və torpaqların yuyulması dərin şum və dərin yumşaltma fonunda aparılarsa, daha yaxşı nəticələr əldə edilir.

Cədvəl 1.

Muğan düzündə təcrübə sahəsində taxıl bitikisi altında suvarılan çəmən-boz torpaqlarının əsas kimyəvi xassələri

Kəsim-lərin, №-si	Dərinlik, sm	Humus, %		CaCO ₃ %	CaSO ₄ ×2H ₂ O %	Udulmuş əsaslar						
						mq.ekv				%		
						Ca	Mg	Na	Cəmi	Ca	Mg	Na
3	0-50	1,3	7,7	16,09	2,595	10,29	4,62	1,0	15,91	64,67	29,04	6,29
	0-100	1,03	7,6	17,66	2,163	10,35	4,23	1,06	15,84	66,17	27,04	6,79
5	0-50	1,16	7,5	19,66	0,634	15,5	10,63	1,8	27,92	55,51	38,07	6,42
	0-100	0,9	7,5	17,09	0,529	16,23	10,53	1,84	28,60	56,74	36,82	6,44
12	0-50	1,7	7,6	21,51	0,247	11,79	6,87	1,30	19,96	59,06	34,42	6,52
	0-100	1,32	7,7	21,87	0,263	12,62	6,06	1,35	20,03	63,00	30,25	6,75

NƏTİCƏ

Muğan düzündə yerləşən suvarılan çəmən-boz torpaqlar uzunmüddətli kənd təsərrüfatı fəaliyyəti və suvarma nəticəsində müxtəlif dərəcədə şorlaşmaya və şorakətləşməyə

məruz qalmışdır. Araşdırmalar göstərir ki, torpaqlarda CaCO₃-un yüksək miqdarda olması torpaq strukturu və su rejiminə mənfi təsir göstərərək kənd təsərrüfatı işlərini çətinləşdirir. Profil üzrə analizlər bu torpaqların karbonatlılıq səviyyəsinin yüksək olduğunu

təsdiqləyir. Effektiv meliorasiya dərin şum və suvarma ilə birgə aparıldıqda məhsuldarlığın artırılmasına imkan verir.

РЕЗУЛЬТАТ

Орошаемые лугово-серые почвы Муганской равнины в результате длительной сельскохозяйственной деятельности и ирригации подверглись различным степеням засоления и солонцевания. Исследования показали, что высокое содержание CaCO_3 в почвенном профиле отрицательно влияет на структуру и водный режим почвы, затрудняя проведение аграрных работ. Анализ почв подтверждает высокий уровень карбонатности. Для улучшения агрофизических свойств почв и предотвращения солонцевания применяются химические мелиоранты, преимущественно гипс. Наилучшие результаты достигаются при внесении мелиорантов в сочетании с глубоким рыхлением и промывкой почв, что способствует повышению урожайности.

RESULT

The irrigated meadow-gray soils of the Mughan plain have been exposed to varying degrees of salinization and solonetz formation as a result of long-term agricultural activity and irrigation. Research has shown that the high content of CaCO_3 in the soil profile negatively affects soil structure and water regime, making agricultural operations more difficult. Soil analysis confirms a high level of carbonates. The best results are achieved when ameliorants are applied alongside deep plowing and leaching, which contribute to increased crop productivity.

ƏDƏBİYYAT

1. Əhmədov V.A. - Qarabağ düzü ağır gilli şoranların uyuulmasında torpaqların fiziki-kimyəvi və su-fiziki xassələrinin dəyişməsi. K.t.e.n. alimlik dərəcəsi diss. avto-referatı. Bakı, 1971, 24s.

2. Məmmədova S.Z., Cəfərov A.B. Torpağın münbitlik xassəsi. Bakı, "Elm" 2005, 194 s.
3. Мамедов Р.Г. – Агрофизическая характеристика почв Приараксинской полосы. Изд. «ЭЛМ», Баку, 1970, с. 6-35.
4. Məmmədov Q.Ş. Torpaqşünaslıq və torpaq coğrafiyasının əsasları. Bakı, «Elm», 2007, 661 s.

Muğan düzündə suvarılan çəmən-boz torpaqların əsasdiagnostik əlamətləri

XÜLASƏ

Muğan düzündə yerləşən suvarılan çəmən-boz torpaqlar uzunmüddətli kənd təsərrüfatı fəaliyyəti nəticəsində müxtəlif dərəcədə şorlaşmaya və karbonatlaşmaya məruz qalmışdır. Tədqiqatlar bu torpaqlarda CaCO_3 -un yüksək miqdarda toplandığını və bu səbəbdən onların su-fiziki xüsusiyyətlərinin pisləşdiyini göstərmişdir. Şorakətləşmənin qarşısını almaq və məhsuldarlığı artırmaq məqsədilə kimyəvi mелиорantlardan, xüsusilə gipsdən istifadə tövsiyə olunur.

Açar sözlər: Şorlaşma, karbonatlaşma, çəmən-boz torpaqlar, kimyəvi mелиорant, Muğan düzənliyi.

Основные диагностические признаки орошаемых серо-каштановых почв муганской равнины

PEZİOME

Орошаемые серо-каштановые почвы Муганской равнины подверглись различной степени засоления и карбонатирования в результате длительной сельскохозяйственной деятельности. Исследования показали, что в этих почвах накоплено высокое количество CaCO_3 , что ухудшает их водно-физические свойства. Для предотвращения засоления и повышения продуктивности рекомендуется использование химических мелиорантов, особенно гипса.

Ключевые слова: Засоление, карбонатирование, серо-каштановые почвы, химический мелиорант, Муганская равнина.

Main diagnostic features of irrigated chernozem-gray soil of the mugan plain

SUMMARY

Irrigated chernozem - gray soils of the Mugan Plain have been subject to various degrees of salinization and carbonatization due to long-term agricultural activities. Research has shown that these soils have accumulated high levels of CaCO_3 , which negatively

affects their water-physical properties. To prevent salinization and increase productivity, the use of chemical ameliorants, especially gypsum, is recommended.

Keywords: Salinization, carbonatization, chernozem-gray soils, chemical ameliorant, Mugan Plain.

Məqaləyə Su və Meliorasiya Elmi-Tədqiqat İnstitutu PHŞ-nin "Su ehtiyatlarının integrasiyalı idarə olunması" şöbəsinin müdiri E.S. Qənbərov rəy vermişdir.

УДК 999

¹УМБЕТОВА Ш.М., ²ЗАРБАЛИЕВ М.С., ²НАСИРЛИ Э.А..

¹Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г.Кызылорда, Республика Казахстан

²Азербайджанский архитектурно-строительный университет, г.Баку, Азербайджанская Республика

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МЕЛИОРАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ КУРА-АРАЗСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Засоление почв в Кура-Аразской низменности является серьезной проблемой, ограничивающей развитие сельского хозяйства и снижением плодородия земель. Этот процесс обусловлен рядом факторов, среди которых можно выделить географические, гидрогеологические и антропогенные причины.

Во-первых, географические и климатические условия региона способствуют накоплению солей в почве. Высокая испаряемость в сочетании с недостаточным количеством осадков приводит к интенсивному засолению верхних слоев грунта.

Во-вторых, гидрогеологические факторы также играют ключевую роль. Грунтовые воды, содержащие повышенное количество солей, постепенно поднимаются к поверхности, усугубляя проблему.

Кроме того, антропогенное воздействие значительно ускоряет процессы деградации почв. Неправильное орошение, использование минерализованных вод и отсутствие эффективных дренажных систем приводят к дальнейшему увеличению концентрации солей в почве, снижая ее при-

годность для сельскохозяйственного использования.

Для эффективного решения проблемы требуется комплексный подход, включающий проведение мелиоративных мероприятий, улучшение системы дренажа и внедрение устойчивых сельскохозяйственных технологий, способных минимизировать негативное воздействие засоления.

Кура - Аразская представляет собой обширную депрессионную территорию, расположенную между хребтами Большого и Малого Кавказа, имеющая открытый выход к Каспийскому морю на востоке. Физико-географические характеристики региона делают его одним из наиболее сложных объектов для проведения мелиоративных мероприятий. Аридный климат и высокая испаряемость (850-1150 мм в год) значительно превышают объем атмосферных осадков (200-450 мм), что способствует интенсивному накоплению солей в почве. Рельеф местности отличается высокой степенью разнообразия и включает несколько геоморфологических комплексов и форм. Современные рельефные образования пре-

имущественно представлены аккумулятивно-делювиальными и аллювиально-пролювиальными равнинами, а также подгорными речными конусами выносов, низменными речными долинами, дельтовыми образованиями, древними и современными лагунами, а также контактными депрессиями (по данным В.Р. Волобуева и др.).

Реки Кура и Араз, сыгравшие ключевую роль в формировании поверхности низменности, делят ее на пять крупных природных зон – так называемых степей:

- Ширванская степь (7300 кв. км)
- Карабахская степь (3248 кв. км)
- Мильская степь (3570 кв. км)
- Муганская степь (5096 кв. км)
- Сальянская степь (936 кв. км)

При Аразская долина также является частью низменности и занимает 110 кв. км.

Каждая из этих зон отличается особенностями почвенного состава и степени засоленности. Почвы низменности характеризуются различными типами засоления:

- Хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление (Муганская и Сальянская степи) – характеризуется высокой подвижностью солей, что облегчает их вымывание.
- Хлоридно-сульфатное и сульфатное засоление (Ширванская и Карабахская степи, Южная Мугань) – наблюдается смешанный тип засоления, требующий комплексного подхода к мелиорации.
- Содово-сульфатное засоление (Карабахская и Мильская степи) – приводит к значительному ухудшению агрофизических свойств почвы.
- Содовое засоление (конус выноса реки Тертер в Карабахской степи) – вызывает щелочную реакцию среды, требующую специфических методов обработки.

Различия в фильтрационных свойствах почв создают сложность при выборе системы дренажа. В некоторых районах коэффициент фильтрации достигает 5-10 м/сут, тогда как в других он составляет менее 1 м/сут, что затрудняет отвод соленых вод и требует индивидуального подхода в

мелиоративных работах. По результатам исследований АзНИИГиМ (К.Г.Теймуров) почвы Кура-Аразской низменности можно условно разделить на две основные группы:

Первая группа – хорошо промываемые почвы. Почвы аллювиального происхождения с хлоридно-натриевым засолением имеют высокую фильтрационную способность. При промывке потоки воды равномерно проникают в почвогрунты, растворяя и вынося вглубь токсичные соли (хлориды). Эти почвы быстро освобождаются от солей без ухудшения агрофизических свойств.

К данной группе относятся:

- Хлоридные почвы с содержанием хлора 40-60% (Северная Мугань, Сальянская равнина)
- Сульфатно-хлоридные почвы с содержанием хлора 25-30% (юго-восточная Ширвань, Северная Мугань, узкие приморские полосы вдоль Каспийского моря)

Вторая группа – трудно промываемые почвы. Почвы подгорных равнин с делювиально-пролювиальным происхождением, содержащие сульфатно-магниево-натриевые соли, имеют затрудненную солеотдачу. В исходном состоянии они обладают неблагоприятными агрофизическими свойствами и склонны к осолонцеванию. Промывочные воды двигаются по трещинам, а не равномерным потоком, что приводит к частичному удалению токсичных солей и ухудшению агрофизических характеристик почв.

К этой группе относятся:

- Хлоридно-сульфатные почвы (Западно-Ширванская равнина, Южная Мугань, Карабахская равнина)
- Сульфатные почвы (Ширванская равнина, Южная Мугань, Карабахская равнина)
- Сульфатные почвы с гипсом (Ширванская равнина, Южная Мугань)

Особая группа – содовые почвы. Выделяется отдельная группа почв, содержащих соли содового ряда, обладающих вы-

сокой щелочной реакцией. Эти почвы требуют специфических методов промывки и нейтрализации щелочности.

Мелиорация засоленных почв Кура-Аразской низменности должна учитывать их особенности. В частности, промывка почв второй группы (трудномелиорируемых) требует применения специальных технологий, поскольку традиционные методы неэффективны. В результате многолетних исследований специалисты АзНИИГиМ разработали новые технологии промывки, адаптированные к особенностям почвогрунтов региона.

Таким образом, для эффективной мелиорации засоленных земель Кура-Аразской низменности необходимо использовать дифференцированный подход, учитывающий особенности засоления, фильтрационные свойства почв и их способность к солеотдаче. Это позволит обеспечить рациональное использование сельскохозяйственных угодий и повысить их продуктивность.

В последние годы методы мелиорации засоленных земель значительно эволюционировали. Вместо традиционных способов, таких как поверхностное промывание, активно внедряются технологии с учетом особенностей почвогрунтов и минимального воздействия на окружающую среду. Ключевые современные подходы включают:

Глубинное дренирование – Позволяет эффективно удалять соли, не нарушая структуру почвы. Применение современных дренажных систем, таких как горизонтальные капиллярные дренажи и биофильтрационные слои, повышает эффективность промывки и предотвращает повторное засоление.

Капельное орошение с контролем солевого баланса – Технология дозированной подачи воды с возможностью мониторинга электропроводности почвы помогает избежать локального засоления и снижает расход промывных вод.

Применение специальных мелиорантов – внесение гипса, фосфогипса и орга-

нических добавок улучшает структуру почвы, снижает щелочность и увеличивает ее проницаемость. В частности, гипс способствует замещению натрия кальцием, что улучшает физико-химические свойства почвы.

Биологическая мелиорация – использование растений-галофитов (например, солянки и лебеды) способствует естественному удалению солей из грунта. Их корневые системы активно поглощают натрий, улучшая почвенный состав. Умные системы управления водными ресурсами – новейшие разработки в области цифрового мониторинга позволяют контролировать уровень грунтовых вод в реальном времени, предотвращая процессы вторичного засоления.

Современные методы мелиорации направлены не только на восстановление почв, но и на минимизацию ущерба экосистеме. Ключевые направления экологически безопасных подходов включают:

Снижение использования химических реагентов – Органические улучшители и биологические методы позволяют минимизировать применение агрессивных химических веществ. Агролесомелиорация – Закладка защитных лесных полос вдоль сельскохозяйственных угодий способствует регулированию грунтовых вод и снижению испарения, что уменьшает соленакопление.

Рациональное управление дренажными водами – Внедрение систем вторичного использования промывных вод позволяет снижать водозатраты и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Для эффективного решения проблемы засоления полезно учитывать успешные практики мелиорации, реализованные в других регионах с аналогичными условиями. Например, применение мультифункциональных дренажных систем в Австралии, сочетающих естественное осушение с биофильтрацией, позволило значительно снизить уровень засоленности сельскохозяйственных земель. В США ис-

пользование сенсорных технологий для мониторинга влажности и засоления позволяет фермерам в реальном времени корректировать стратегии полива. В степных районах Казахстана активно внедряются методы гидромелиорации, включая регулирование режима грунтовых вод и биологическое восстановление почв.

На территории Кура-Аразской низменности реализованы масштабные проекты по созданию коллекторно-дренажных систем, которые играют ключевую роль в улучшении состояния засоленных почв. Эти инженерные сооружения способствуют расширению площади орошаемых земель, обеспечивая эффективное регулирование водно-солевого баланса и предотвращая дальнейшее засоление. Одним из важнейших аспектов функционирования данных систем является отвод минерализованных дренажных вод, который осуществляется посредством Главноширванских и Главномуганских коллекторов. Эти гидротехнические сооружения обеспечивают транспортировку избыточных солей и минерализованных вод, направляя их в Каспийское море, что позволяет поддерживать экологическую стабильность региона и предотвращать деградацию почв.

Экспериментальные работы проводились на участках площадью 1,5 и 2,0 га, где временные дрены располагались с междренными расстояниями 25 и 50 метров.

Промывочная норма составила 11800 м³/га, а продолжительность промывки – 5 месяцев. В ходе эксперимента катоды устанавливались в нижних частях временных дрен, а аноды – в средних частях.

Результаты эксперимента показали, что на участках с междренным расстоянием 25 метров суточные, декадные и месячные дренажные модули при обычной промывке составили соответственно 1,49; 1,20; 1,06 л/сек/га, а при применении электромелиорации – 2,49; 1,99; 1,60 л/сек/га. Это свидетельствует о значительном увеличении дренажных модулей в 1,67; 1,66 и 1,50 раза. На участках с междренным расстоянием 50 метров увеличение дренажных модулей было менее выраженным и составило 1,28; 1,13 и 1,08 л/сек/га.

Кроме того, анализ данных показал, что на участках с расстоянием между временными дренами 25 метров в слое 0–1,0 м при обычной промывке содержание солей снизилось: плотный остаток на 41,5%, хлор на 62,3%. При применении электромелиорации эти показатели улучшились: плотный остаток снизился на 74,5%, а хлор – на 82,5%.

Таким образом, электромелиорация в сочетании с другими методами промывки почв демонстрирует высокую эффективность в борьбе с засолением, способствуя улучшению водно-солевого режима и повышению продуктивности сельскохозяйственных земель.

Таблица 1

Влияние промывок на дренажный модуль временных дрен

Вариант опыта	Дренажные модули, л/сек.га		
	суточный	декада	месячный
Междренное расстояние 25 м			
Промывка водой (вариант проверки)	1,49	1,20	1,06
Промывка водой с применением электрического тока	2,49	1,99	1,60
Соотношение дренажных модулей по вариантам	1,67	1,66	1,50
Междренное расстояние 50 м			
Промывка водой (вариант проверки)	0,74	0,60	0,56
Промывка водой с применением электрического тока	0,95	0,68	0,60
Соотношение дренажных модулей по вариантам	1,28	1,13	1,08

Таблица 2

Изменение засоления в результате промывки

Горизонт, см	Междреннее расстояние 25 метров				Междреннее расстояние 50 метров			
	вариант проверки		электромелиорация		вариант проверки		электромелиорация	
	до промывки	после промывки	до промывки	после промывки	до промывки	после промывки	до промывки	после промывки
Плотный остаток								
0-20	2,255	1,136	2,487	0,906	2,873	1,167	2,697	1,060
20-40	2,266	1,198	2,118	0,960	2,414	1,525	2,472	0,030
40-60	1,908	1,232	1,974	0,784	2,302	1,457	2,408	0,933
60-80	1,900	1,290	1,968	0,874	2,201	1,173	2,401	0,982
80-100	1,677	0,998	1,883	0,830	1,868	1,003	2,239	0,783
100-125	1,409	0,883	2,130	0,788	1,821	0,682	1,953	0,933
125-150	1,272	0,858	2,145	0,754	1,702	0,750	2,284	0,972
Хлор								
0-20	0,202	0,066	0,214	0,025	0,279	0,033	0,279	0,034
20-40	1,185	0,042	0,173	0,021	0,186	0,071	0,228	0,037
40-60	1,159	0,066	0,157	0,035	0,168	0,111	0,223	0,041
60-80	0,155	0,079	0,162	0,039	0,180	0,065	0,214	0,037
80-100	0,148	0,065	0,179	0,035	0,160	0,053	0,185	0,039
100-125	0,126	0,046	0,206	0,048	0,152	0,039	0,174	0,057
125-150	0,124	0,048	0,219	0,045	0,168	0,042	0,249	0,053

На участках, где расстояние между временными дренами составляло 50 метров, содержание солей в почве при обычной промывке снизился: 45,8% плотный остаток, 65,6% хлора, в то время как при использовании электромелиорации эти значения соответственно составили 69,5% и 83,1%. Результаты свидетельствуют о том, что внедрение электромелиорации привело к увеличению снижения содержания солей в промываемых почвах соответственно в 1,80 и 1,32 раза на участках с междренним расстоянием 25 метров и в 1,52 и 1,26 раза на участках 50 метров.

Как отмечено ранее, для повышения эффективности процесса выщелачивания рассоления засоленных почв с тяжелым механическим составом, и улучшения солонцовых и содовозасоленных почв на Ширванской и Карабахской равнинах, широко использовался метод химической мелиорации. Количество химических мелиорантов, применяемых при рассоления, как правило, следует рассчитывать на основе суммы вредных ионов в почве. Методика расчета количества химических мелиорантов, предложенная В.М.Агаевым,

может быть определена следующими зависимостями [5, 7].

1. Для гипса

$$Q = \left[Na_n - (S_k \cdot 0,1) + (S_{CO_3 + HCO_3} - 1,0) \right] \cdot 0,86 \cdot h \cdot 10000 d_s$$

2. Для серной кислоты

$$C_k = \left[Na_n - (S_k \cdot 0,1) + (S_{CO_3} + H_{CO_3} - 1,0) \right] \cdot 0,49 \cdot h \cdot 10000 d_s$$

Здесь: Q – количество гипса, кг/га; C_к – количество серной кислоты, кг/га; Na_п – количество поглощенного натрия, мг/экв. в 100 г почвы; S_к – сумма поглощенных катионов, мг/экв. в 100 г почвы; 0,1 – коэффициент, выражающий безвредное количество натрия, равный 10 % суммы оснований, поглощенных в 100 граммах почвы, в мг/экв.; 1,0 – количество щелочи, безвредное для растений, мг/экв. в 100 г почвы; S_{CO₃} + H_{CO₃} – сумма общих щелочей (CO₃+HCO₃) в весовом анализе воды, мг/экв. на 100 г почвы; 0,86 – эквивалентная масса гипса (CaSO₄), мг/экв.; 0,49 – эквивалентная масса серной кислоты (H₂SO₄), мг/экв.; h – толщина расчетного

слоя грунта, m ; d_s – объемный вес грунта, $г/см^3$; 10000 – площадь одного гектара, m^2 .

Вывод: Адаптация современных подходов к мелиорации засоленных земель Кура-Аразской низменности требует комплексного подхода, включающего инновационные технологии, экологически безопасные методы и передовой международный опыт. Внедрение умных систем контроля, оптимизация дренажа и использование природных механизмов восстановления позволит значительно повысить продуктивность сельскохозяйственных угодий и обеспечить их долгосрочную устойчивость.

Благодарность: Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования по научным, научно-техническим программам на 2023-2025 годы МНиВО РК BR21882415 «Разработка технологии безопасной утилизации сточных вод для полива кормовых культур и древесных насаждений в условиях дефицита воды в Кызылординской области».

ЛИТЕРАТУРА

1. Джафаров Х.Ф. «Приемы мелиорации тяжелых слабопроницаемых засоленных земель» автореф. Диссер. Ташкент, 1991
2. Həşimov A.C. “Çətin meliorasiya olunan şorlaşmış torpaqların yuma prosesini sürətləndirən mühəndisi aqromeliorativ tədbirlərin elmi praktiki əsasları”, doktorluq disser-nın avtoreferatı, Bakı-2005, 41 səh.
3. Qəhrəmanlı Y.V. “Mühəndis meliorasiyası” Dərslik, Bakı-2004, “Təhsil”NPM, 310 səh.
4. Абдуллаев А.Б., Вадюнина А.Ф., Джафаров Х.Ф. «Исследование эффективности электромелиорации солончаков в полевых условиях» Сборник мелиорация земель в условиях Азерб.ССР, Москва-1979, ВНИИГиМ, стр. 23-46
5. İsgəndərov M.Y. “Şorlaşmış torpaqların meliorasiyası və ətraf mühit” Bakı2018, 370 səh
6. Qəhrəmanlı Y.V., Xəlilova A.Ə., Vəliyeva S.A., Hacıyev A.İ. “Qismən şorlaşmış

torpaqların meliorasiyasında drenajın və yumanın layihələndirilməsi” dərs vəsaiti, Bakı-2015, 102 səh.

7. Агаев В.М., Кулиева Т.С. «Руководство по мелиорации содовозасоленных земель Азербайджанской ССР» Баку, 1986.

**Умбетова Ш.М., М Зарбалиев.С.,
Насирли Э.А.**

Современные подходы к мелиорации засоленных почв Кура-Аразской низменности

РЕЗЮМЕ

Засоление почв является одной из серьезных проблем, влияющих на плодородие сельскохозяйственных земель. Особенно остро эта проблема стоит в Кура-Аразской низменности, где климатические условия и особенности гидрогеологии способствуют интенсивному засолению. В данной статье рассматриваются современные методы и технологии мелиорации таких почв, направленные на повышение их продуктивности и устойчивости к дальнейшему деградированию.

Ключевые слова: засоление почв, сельское хозяйство, испарение, осадки, гидрогеологические факторы, грунтовые воды.

**Ümbetova Ş.M., Zərbəliyev M.S.,
Nəsirli E.Ə.**

Kura-Araz ovalığının şorlanmasına müasir yanaşmalar

XÜLASƏ

Torpağın şoranlaşması kənd təsərrüfatı torpaqlarının münbitliyinə təsir edən ciddi problemlərdən biridir. İqlim şəraiti və hidrogeoloji xüsusiyyətləri intensiv şoranlaşmaya səbəb olan Kür-Araz ovalığında bu problem xüsusilə aktualdır. Bu məqalədə belə torpaqların məhsuldarlığını və gələcək deqradasiyaya qarşı müqavimətini artırmağa yönəlmiş

meliorasiyanın müasir üsulları və texnologiyaları araşdırılır.

Açar sözlər: torpağın şoranlaşması, kənd təsərrüfatı, buxarlanma, yağıntının miqdarı, hidrogeoloji faktorlar, qrunut suları.

**Umbetova Sh.M., Zarbahev M.S.,
Nasırli E.A.**

Modern approaches to reclamation of saline soils in the Kura-Araks lowland

SUMMARY

Soil salinization is one of the serious problems affecting the fertility of agricultural

UOT: 631.6.

V.V. MƏMMƏDOVA, Ə.C. MƏMMƏDOV, K.Q. ABDULLAYEVA, EYVAZOV S. S.

SU EHTİYATLARININ İDARƏ EDİLMƏSİNDƏ Aİ VƏ İOT AĞILLI SUVARMA SİSTEMLƏRİNİN ROLU

Giriş. Kənd təsərrüfatı su ehtiyatlarının idarə olunması sahəsində mühüm hadisə ənənəvi suvarma üsullarından ağıllı suvarma üsullarına keçiddir. Bu araşdırma müasir hesablama metodları və rəqəmsal sensor texnologiyaların iki yanaşmanın vacib düsturlarını qarşı-qarşıya qoyaraq artan dəqiqlik və səmərəlilik təmin etdiyini göstərir. Az sayda dəyişən və empirik qiymətləndirmələrdən asılı olan ənənəvi yanaşmalar çox vaxt böyük miqdarda enerji və su sərf edir [1]. Digər tərəfdən, ağıllı suvarma sistemləri resurslardan maksimum istifadə etmək üçün adaptiv idarəetmə alqoritmlərindən, real vaxt məlumatlarının inteqrasiyasından və mürəkkəb fiziki modellərdən istifadə edir [2].

Temperatur əsaslı sadə qiymətləndirmələrdən tutmuş mürəkkəb diferensial tənliklərə və polinomial optimallaşdırmalara qədər, böyük riyazi mürəkkəbliyin suvarma səmərəliliyinin artımını kəmiyyətə qiymətləndirməyə imkan verdiyini göstərmək üçün səkkiz illüstrasiya düsturundan istifadə edərək aşağıda bu metodoloji variasiyaları nəzərdən keçirəcəyik. Aparıcı mühəndislik və kənd təsərrü-

lands. This problem is especially acute in the Kura-Araks Lowland, where climatic conditions and hydrogeological features contribute to intensive salinization. This article examines modern methods and technologies for reclamation of such soils, aimed at increasing their productivity and resistance to further degradation.

Keywords: soil salinization, agriculture, evaporation, precipitation, hydrogeological factors, groundwater.

*На статью отзыв дал
заведующий кафедрой "Мелиорации и
водохозяйственного строительства"
Аз.АКУ, профессор З.С. Мусаев.*

üfatı universitetlərinin rəy edilən tədqiqatları və texniki sənədləri bu mövzunu tədiqləyən etibarlı mənbələrdən biridir [3].

Etalon evapotranspirasiyanın (ET₀) sadələşdirilmiş qiymətləndirilməsi üçün yalnız temperatur məlumatlarından istifadə edən Hargreva tənliyi tez-tez adi suvarma üsullarında istifadə olunur:

Düstur 1 (əsas ənənəvi) [4]:

$$ET_0 = 0.0023 \times (T_{\text{mean}} + 17.8) \times (T_{\text{max}} - T_{\text{min}})^{0.5} \cdot R_a$$

Harada: T_{mean}, T_{max}, T_{min} = gündüz temperaturu (° C); R_a-yerdənkənar şüalanma (MJ/m²/gün)

Bu yanaşma hesablama baxımından sadədir, lakin rütubət, külək və günəş radiasiyası kimi amillərə məhəl qoymadığından, 20-30% ± xəta həddi var. Sahə tədqiqatlarına görə, quraq bölgələrdə su tələbatını 15-25% azaldır və rütubətli iqlimdə 25-40% artırır.

Müasir sistemlərdə istifadə olunan standartlaşdırılmış Penman-Monteit ASCE tənliyi dəqiqlik üçün bir neçə mikroiqlim dəyi-

şəninə ehtiva edir:

Düstur 2 (Müasir) [5]:

$$ET_0 = [0.408\Delta(R_n - G) + \gamma(900/(T + 273))u_2(e_s - e_a)] / [\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)]$$

Harada: R_n - təmiz şüalanma ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{gün}$); G - torpağın istilik axını sıxlığı ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{gün}$; u_2 - küləyin sürəti 2 m/s ; $e_s - e_a$ - buxar təzyiq çatışmazlığı (kPa)

Amerika İnşaat Mühəndisləri Cəmiyyəti təsdiq etdi ki, aerodinamik və enerji balansının komponentləri daxil edildikdə $\pm 5-8\%$ -ə qədər azalır. Bu düstur, real vaxt rejimində sensorların məlumatlarına dinamik uyğunlaşan IoT əsaslı suvarma nəzarətçilərini qurur.

Suvarma planının optimallaşdırılması. Ənənəvi planlaşdırma sabit intervalda suya ayrılan büdcəyə əsaslanır:

Formula 3 (ənənəvi planlaşdırma) [6]:

$$D_{irr} = ET_{crop} \times K_d \times A$$

Harada: ET_{crop} - kənd təsərrüfatı bitkilərinin hesablanmış evapotranspirasiyası ($\text{mm}/\text{gün}$); K_d - empirik «sığorta amili» (adətən $1.2-1.5$); A - suvarma sahəsi (ha)

Bu xətti üsul tez-tez torpağın nəm saxlayan xüsusiyyətlərinə məhəl qoymadığı üçün $30-50\%$ drenaj itkisinə səbəb olur.

Torpaq-bitki və atmosfer modelləşdirilməsi (SPAC) ağıllı sistemlərdə istifadə olunur:

Düstur 4 (Müasir planlaşdırma) [7]:

$$t_{irr} = \int [\theta_{FC} - \theta(t)] / [K(\psi) \times \nabla H] dt$$

Harada: θ_{FC} - sahədə rütubət; $\theta(t)$ - dəyişən torpaq rütubəti; $K(\psi)$ = torpağın hidro keçiricilik funksiyası; ∇H = hidravlik qradiyent

Sensor məlumatları ilə diferensial tənliklər əsasında bu metodun iterativ həlli $85-92\%$ tətbiq səmərəliliyi verir. $K(\psi)$ funksiyasının proqnozları torpaq toxumasının təsnifatı vasitəsilə maşın öyrənməsini daxil etməklə daha da təkmilləşdirilir.

Enerji səmərəliliyi hesablamaları. Adi sistemlər statik nasos enerji ehtiyacını hesablayır:

Düstur 5 (Ənənəvi enerji) [8]:

$$E = (Q \times H \times \rho \times g) / (3.6 \times 10^6 \times \eta)$$

Harada: Q = axın (m^3/saat); H = ümumi dinamik təzyiq (m); η = nasos səmərəliliyi ($0.6-0.7$ tipik kəmiyyət).

Bu, qismən yükləmə şəraitində $20-40\%$ enerji sərf edərək hesablama nöqtəsində daimi işləməyi nəzərdə tutur. Müasir sistemlər real vaxt düzəlişləri ilə qohumluq qanunlarının istifadəsini optimallaşdırır:

Düstur 6 (Müasir enerji) [9]:

$$E_{opt} = (Q_{act}/Q_{des})^3 \times E_{des}$$

Harada: Q_{act} - faktiki tələb olunan xərc; Q_{des} - hesablama xərcləri; E_{des} - hesablama enerjisi T . Bu $35-65\%$ enerjiyə qənaət edir.

Müqayisəli performans göstəriciləri müasir metodların nəzəri üstünlüyü ölçsüz performans göstəriciləri vasitəsilə kəmiyyətə qiymətləndirilə bilər:

Düstur 7 (suya aid olan səmərəliliyi indeksi) [10]:

$$WEI = (Y/ET_a) / (Y_{max}/ET_c)$$

Harada: Y – faktiki gəlir; ET_a – faktiki buxarlanma; Y_{max} – maksimum qeydə alınmış çıxış; ET_c - ET hesablama tələbi

Ənənəvi yanaşmalarla müqayisədə ağıllı suvarma sistemləri adətən $0.55-0.65$ ilə müqayisədə WEI $0.85-0.92$ qiymətlərinə çatır.

Düstur 8 (Enerji performansı) [11]:

$$EP = (Y \times P_{crop}) / E_{irr}$$

Harada: P_{crop} - məhsulun bazar qiyməti; E_{irr} - suvarma enerjisi (kWh)

Sahə məlumatları göstərir ki, EP təzyiq altında suvarma zamanı $2,1-2,8 \text{ kVt/saat}$ dan (ənənəvi) $2,1-2,8 \text{ kVt/saata}$ (ənənəvi) $4.5-6.2/\text{kWh}$ (ağıllı sistemlərdə) qədər artır.

NƏTİCƏ

Suvarma düsturlarının işlənilib hazırlanması temperatur əsaslı əsas qiymətləndirmələrdən (formula 1) başlayaraq mürəkkəb inteqro-differensial modellərə (düstur 4) və polinomial optimallaşmalara (düstur 6) keçməklə su ehtiyatlarının idarə olunmasının dəqiqliyi və səmərəliliyinin məntiqi yolunu

göstərir. Üç mühüm hadisə bu irəliləyişi müəyyənləyir:

1. Böyük Dəyişən: Suvarma tələblərini daha diqqətlə modelləşdirməyə imkan verən adi üsullarda yalnız üçdən fərqli olaraq, yeddidən çox iqlim və torpaq xüsusiyyətləri müasir düsturlara daxil edilmişdir.
2. Dinamik hesablamalara tələblər: Sensorların məlumatlarına cavab verən həqiqi zamanlı iterativ adaptiv sistemlər hesablamalarda statik uyğunlaşmaları əvəz etdi.
3. Dəqiqliyin artırılması: Fizika əsaslı intellektual sistemlərdə xəta həddi empirik modellərdə $\pm 25\%$ -dən $\pm 5\%$ -ə qədər kəskin şəkildə azalmışdır.

Məlumat göstərir ki, müasir, alqoritmlərə əsaslanan suvarma üsulları kənd təsərrüfatı su ehtiyatlarının idarə edilməsində paradiqmanın dəyişməsinə göstərir və artan su çatışmazlığı zamanı dayanıqlığa doğru sınaqdan keçirilmiş və doğru yolu təmin edir.

RESULT

The development of irrigation formulas shows a logical way to improve the accuracy and efficiency of water management by moving from basic temperature estimates (formula 1) to complex integral-differential models (formula 4) and polynomial optimization (formula 6). Three important developments shape this progress:

1. The larger variable is included: unlike only the three conventional methods, which allow more careful modeling of irrigation requirements, more than seven climatic and soil characteristics are included in modern formulas.
2. Dynamic computing requirements: In real-time, iterative adaptive systems that respond to sensor data have replaced static adaptations in computing.
3. Improving accuracy: In physics-based intelligent systems, the error threshold dropped dramatically from $\pm 25\% \pm 5\%$ in empirical models.

Evidence shows that modern, algorithm-based irrigation methods point to a paradigm shift in agricultural water management and

provide the right path to sustainability when water scarcity increases.

РЕЗУЛЬТАТ

Разработка формул орошения показывает логический путь повышения точности и эффективности управления водными ресурсами путем перехода от основных температурных оценок (формула 1) к сложным интегрально-дифференциальным моделям (формула 4) и полиномиальной оптимизации (формула 6). Три важных события определяют этот прогресс:

1. Большая переменная включена: в отличие только от трех обычных методов, которые позволяют более тщательно моделировать требования к орошению, более семи климатических и почвенных характеристик включены в современные формулы.
2. Требования к динамическим вычислениям: в режиме реального времени итеративные адаптивные системы, отвечающие данным датчиков, заменили статические адаптации в вычислениях.
3. Повышение точности: в интеллектуальных системах на основе физики порог ошибок резко снизился с $\pm 25\% \pm 5\%$ в эмпирических моделях.

Данные показывают, что современные, основанные на алгоритмах методы орошения указывают на изменение парадигмы в управлении сельскохозяйственными водными ресурсами и обеспечивают верный путь к устойчивости при увеличении дефицита воды.

ƏDƏBİYYAT

1. American Society of Civil Engineers (ASCE), Standardized reference evapotranspiration equations. ASCE-EWRI Task Committee Report, 2016.
2. Goap A., Sharma D., Shukla A.K., Rama Krishna C., An IoT-based smart irrigation system using machine learning and open-source technologies. Computers and Electronics in Agriculture, 2018, 155, c. 41-49.

3. Zia H., Rehman A., Harris N.R., Fatima S., Blockchain-based secure data management for IoT-enabled precision agriculture systems. *Sensors*, 2021, 21(9), 3288.
4. Kumar R., Singh M.P., Kumar P., Singh J.P., Crop selection method to maximize crop yield rate using machine learning technique. *International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials*, 2015, c. 138-145.
5. O'Shaughnessy S.A., Evett S.R., Developing wireless sensor networks for monitoring crop water stress. *Transactions of the ASABE*, 2020, 63(3), c. 741-752.
6. Pereira L.S., Cordery I., Iacovides I., Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Springer*, 2021.
7. World Bank, Water in agriculture: Improving resource management for sustainable intensification. *World Bank Group*, 2021.
8. Jensen M.E., Beyond crop per drop: Assessing irrigation efficiency through water productivity indices. *Agricultural Water Management*, 2018, 203, c. 126-134.
9. FAO, The state of food and agriculture: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. *Food and Agriculture Organization*, 2021.
10. Zhang X., Zhang L., He C., Edge computing-enabled smart irrigation systems for precision agriculture. *IEEE Internet of Things Journal*, 2022, 9(4), c. 2714-2725.
11. Bwambale E., Abagale F.K., Anornu G.K., Smart irrigation monitoring and control strategies for improving water use efficiency in precision agriculture: A review. *Agricultural Water Management*, 2022, 260, 107324.

XÜLASƏ

Su ehtiyatlarının dəqiq idarə edilməsində AI və IoT ağıllı suvarma sistemlərinin rolu

Kənd təsərrüfatı suvarma süni intellekt

və IoT tərəfindən su ehtiyatlarının intellektual idarəetmə texnologiyaları ilə inqilab olunur. Real vaxt rejimində hava, əkin ehtiyac-ları və torpaq rütubət sensorlarından istifadə edərək, bu sistemlər məhsuldarlığı və məhsuldarlığı əhəmiyyətli dərəcədə artıraraq suyun istifadəsini optimallaşdırır. IoT cihazları avtomatik idarəetmə və uzaqdan monitoring imkanlarını təklif edir, süni intellektə əsaslanan analitika isə suvarmanın dinamik planlaşdırılmasına imkan verir. Bu sistemlər su istehlakını (30-50%) və enerji istifadəsini dəyişən ətraf mühit parametrləri əsasında suyun paylanmasını dəqiq tənzimləməklə azaldır.

Daha geniş tanınma, tətbiq xərcləri və texniki mürəkkəblik kimi maneələrə baxmayaraq, sensorların dəyərinin azalması və AI modellərinin yaxşılaşdırılması ilə dəstəklənir. Ağıllı suvarma, xüsusilə su ehtiyatları məhdud olan ərazilərdə davamlı kənd təsərrüfatı üçün həyati bir hadisədir. Sistemin performansını və etibarlılığını daha da artırmaq üçün gələcək inkişaf-lar daha sürətli reaksiya müddəti üçün sərhəd hesablamaları və su ehtiyatlarının təhlükəsiz izlənməsi üçün blockchain daxil ola bilər.

***Açar sözlər:** Ağıllı suvarma, kənd təsərrüfatında süni intellekt, IoT sensorları, dəqiq əkinçilik, su qənaəti, davamlı kənd təsərrüfatı.*

SUMMARY

Smart Irrigation Systems AI and IoT for Precision Water Management

Agricultural irrigation is being revolutionized by AI and IoT through intelligent water management technologies. Utilizing weather information, crop needs, and real-time soil moisture sensors, these systems optimize water use, greatly increasing productivity and yields. IoT devices offer automated control and remote monitoring capabilities, while AI-powered analytics allow for dynamic irrigation scheduling. These systems lower water use (by 30–50%) and energy utilization by accurately regulating water distribution based on environmental variables.

Wider acceptance is being fueled by declining sensor costs and better AI models, despite obstacles like implementation costs and technical complexity. Smart irrigation is a vital development for sustainable agriculture, especially in areas with limited water resources. To further improve system performance and dependability, future developments might include edge computing for quicker reaction times and blockchain for safe tracking of water resources.

Keywords: Smart irrigation, AI in agriculture, IoT sensors, precision farming, water conservation, sustainable agriculture.

РЕЗЮМЕ

Интеллектуальные ирригационные системы AI и IoT для точного управления водными ресурсами

Сельскохозяйственное орошение революционизируется ИИ и IoT с помощью интеллектуальных технологий управления водными ресурсами. Используя информацию о погоде, потребности сельскохозяйственных культур и датчики влажности почвы в режиме реального времени, эти системы оптимизируют использование воды, значительно повышая производительность и урожайность. Устройства IoT предлагают возможности автоматического управления и удаленного монито-

ринга, а аналитика на основе искусственного интеллекта позволяет динамически планировать орошение. Эти системы снижают потребление воды (на 30-50%) и использование энергии за счет точного регулирования распределения воды на основе переменных параметров окружающей среды.

Более широкое признание поддерживается снижением стоимости датчиков и улучшением моделей ИИ, несмотря на такие препятствия, как затраты на внедрение и техническая сложность.

Умное орошение является жизненно важным событием для устойчивого сельского хозяйства, особенно в районах с ограниченными водными ресурсами. Для дальнейшего повышения производительности и надежности системы будущие разработки могут включать пограничные вычисления для более быстрого времени реакции и блокчейн для безопасного отслеживания водных ресурсов.

Ключевые слова: Интеллектуальное орошение, ИИ в сельском хозяйстве, датчики IoT, точное земледелие, водосбережение, устойчивое сельское хозяйство.

*Məqaləyə Regional Su Meliorasiya
Xidməti Publik Hüquqi Şəxsin Baş
məsləhətçisi R.V. Məmmədova
rəy vermişdir.*

UOT:330.1

YUSİFOV E.Ə., ALLAHVERDİYEV F.V.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

SU TƏCHİZATI SİSTEMLƏRİNİN AVTOMATLAŞDIRILMASI VƏ AĞILLI İDARƏETMƏ MODELLƏRİNİN QURULMASI

Su təchizatı sistemləri cəmiyyətlərin dayanıqlı inkişafında əsas infrastruktur sahələrindən biridir. Əhalinin artması, urbanizasiyanın sürətlənməsi və iqlim dəyişikliklərinin yaratdığı çağırışlar su ehtiyatlarının daha səmərəli və davamlı idarə edilməsini zəruri edir.

Ənənəvi idarəetmə yanaşmaları isə mürəkkəbləşən tələbat və təbii ehtiyatların məhdudluğu fonunda kifayət qədər effektiv cavab verə bilmir. Bu səbəbdən, su təchizatı şəbəkələrinin avtomatlaşdırılması və ağıllı idarəetmə modellərinin qurulması prioritet sahələrdən

birinə çevrilmişdir. Avtomatlaşdırma texnologiyaları real vaxtda monitoring, operativ idarəetmə və qəza hallarının önəlməsi imkanları yaratmaqla sistemlərin çevikliyini və dayanıqlılığını artırır. Eyni zamanda, ağıllı idarəetmə modelləri süni intellekt, böyük verilənlər analitikası və optimallaşdırma alqoritmləri vasitəsilə su təchizatı sistemlərinin resurs sərfiyyatını azaldır, itkiləri minimuma endirir və xidmət keyfiyyətini yüksəldir. Belə yanaşmalar, həm də enerji istehlakının optimallaşdırılması və ətraf mühitə təsirin azaldılması baxımından strateji əhəmiyyət daşıyır.

Su təchizatı sistemləri insanların həyat keyfiyyətinin və ictimai sağlamlığın təmin olunmasında mühüm rol oynayır. Əhalinin artması, şəhərləşmənin genişlənməsi və sənaye yerləşmə prosesi su təchizatı şəbəkələrinin daha effektiv, etibarlı və çevik idarə olunmasını zəruri etmişdir. Ənənəvi idarəetmə metodları dəyişkən tələbat, qəza riskləri və resursların qeyri-səmərəli istifadəsi kimi problemlər qarşısında məhdud imkanlara malik olduğundan, müasir dövrdə avtomatlaşdırma texnologiyalarının tətbiqi qaçılmaz olmuşdur. Su təchizatı sistemlərinin avtomatlaşdırılması suyun toplanması, təmizlənməsi, ötürülməsi və paylanması proseslərinin real vaxtda izlənməsi və idarə olunması üçün texnoloji həllərin tətbiqini nəzərdə tutur. Avtomatlaşdırılmış sistemlər, operativ məlumat axını, ağıllı qərar qəbulətmə və qəza hallarına sürətli reaksiya imkanları yaradaraq su infrastrukturunun ümumi səmərəliliyini artırır [1].

Müasir texnoloji inkişaf mərhələsində idarəetmə sistemlərinə olan tələblər köklü şəkildə dəyişmişdir. Sadəcə prosesləri nəzarətdə saxlamaq kifayət etmir; dəyişkən şərtlərə uyğunlaşan, proqnozlaşdıran və öz fəaliyyətini optimallaşdıran idarəetmə yanaşmalarına ehtiyac yaranmışdır. Bu kontekstdə ağıllı idarəetmə modelləri ənənəvi sistemlərin məhdudiyyətlərini aşaraq, süni intellekt, böyük verilənlər analitikası, sensor şəbəkələri və optimallaşdırma texnologiyalarının inteqrasiyası əsasında qurulur. Ağıllı idarəetmə modelləri, real vaxt rejimində verilən məlumatları emal edərək qərar qəbulətməni sürətləndirir, sistemlərin çevikliyini və dayanıqlılığını artırır. Bu

modellər dəyişən şərtləri və riskləri öncədən təhlil edərək, əməliyyat xərclərini azaldır, resurslardan səmərəli istifadəni təmin edir və xidmət keyfiyyətini yüksəldir.

Müasir su təchizatı sistemlərinin etibarlı və səmərəli idarə olunması üçün real vaxt rejimində məlumat toplama, təhlil və operativ qərar qəbulətmə imkanlarına ehtiyac vardır. Bu tələbləri qarşılamaq üçün SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemləri mühüm rol oynayır. SCADA texnologiyası su anbarları, nasos stansiyaları, klapanlar və boru kəmərləri kimi infrastruktur elementləri üzərində mərkəzləşdirilmiş monitoring və idarəetməni təmin edir. SCADA sistemləri vasitəsilə su təchizatı şəbəkəsinin müxtəlif nöqtələrindən gələn məlumatlar toplanır, emal edilir və analiz olunur. Beləliklə, istismarçılar şəbəkənin cari vəziyyətinə dair dolğun informasiyaya malik olur, nasazlıqları erkən aşkar edir və sistem parametrlərini optimal rejimdə saxlamaq üçün dərhal müdaxilə edə bilirlər. Su təchizatı sistemlərinin effektiv və fasiləsiz işləməsi üçün çevik monitoring, dəqiq idarəetmə və operativ cavabvermə imkanları mühüm rol oynayır [4]. Bu məqsədlə, müasir avtomatlaşdırma sistemlərində sensorlar, PLC qurğuları və alarm-hadisə idarəetmə mexanizmləri geniş şəkildə tətbiq edilir. Sensorlar və aktuatorlar şəbəkənin müxtəlif nöqtələrində təzyiq, səviyyə, axın sürəti və suyun keyfiyyəti kimi vacib parametrləri ölçərək sistemə real vaxtda məlumat ötürür. Bu məlumatlar su təchizatı şəbəkəsinin vəziyyətini daim izləməyə və anomaliyaları erkən aşkar etməyə imkan verir. PLC (Programmable Logic Controller) qurğuları isə yerli idarəetmə modulları kimi çıxış edərək, nasosların işə salınması, klapanların açılıb-bağlanması və digər mexaniki əməliyyatların avtomatik yerinə yetirilməsini təmin edir. Bu, insan müdaxiləsini azaldır və əməliyyatların sabitliyini artırır. Bundan əlavə, alarm və hadisə idarəetmə sistemləri kritik problemlərin (məsələn, təzyiqin düşməsi, suyun çirkənməsi və ya nasos nasazlıqları) vaxtında aşkarlanmasını və cavab tədbirlərinin avtomatik aktivləşdirilməsini mümkün edir. Bu yanaşma su təchizatında fasilələrin və resurs israfının qarşısını almağa kömək edir [5].

Sənaye, nəqliyyat, enerji və su təchizatı kimi müxtəlif sahələrdə ağıllı idarəetmə modellərinin tətbiqi rəqəmsal transformasiyanın əsas istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir. Bu yanaşmalar yalnız əməliyyatların effektivliyini artırmaqla kifayətlənmir, həm də strateji planlaşdırmanı və davamlı inkişafı dəstəkləyir. Su təchizatı sistemlərinin idarə olunmasında müasir texnologiyaların tətbiqi su resurslarının qorunması, xidmət keyfiyyətinin artırılması və əməliyyat xərclərinin optimallaşdırılması baxımından strateji əhəmiyyət daşıyır. İnkişaf etmiş ölkələrdə bu istiqamətdə aparılan yeniliklər nəticəsində ağıllı su şəbəkələri, avtomatlaşdırılmış nasos stansiyaları və sızma aşkarlama sistemləri kimi qabaqcıl texnoloji həllər geniş tətbiq olunmağa başlamışdır. Ağıllı su şəbəkələri real vaxtda suyun keyfiyyətinin və sərfiyyatının monitorinqinə imkan verərək resursların daha səmərəli idarə olunmasını təmin edir. Avtomatlaşdırılmış nasos stansiyaları isə enerji sərfiyyatını optimallaşdırmaq və suyun təzyiqinə uyğun çevik idarəetməni həyata keçirmək üçün qurulur. Bununla yanaşı, sızma aşkarlama sistemləri geniş su şəbəkələrində itkilərin erkən aşkar edilməsinə və minimum xərcə aradan qaldırılmasına şərait yaradır [3].

Su təchizatı sistemlərinin avtomatlaşdırılması və ağıllı idarəetmə modellərinin qurulması müasir dövrdə sektorun effektivliyini və dayanıqlılığını artırmaq üçün əsas istiqamətlərdən biri hesab edilir. Bu yanaşma su resurslarından daha səmərəli istifadəni təmin etməklə yanaşı, enerji sərfiyyatını azaldır, qəza və nasazlıqların erkən aşkar olunmasına, həmçinin idarəetmədə operativliyin yüksəlməsinə şərait yaradır. Beləliklə, sistemlər daha çevik, təhlükəsiz və davamlı fəaliyyət göstərə bilər. Bununla yanaşı, bu sahədə texnoloji yeniliklərin tətbiqi müəyyən çətinliklərlə də müşayiət olunur. Yüksək ilkin investisiya tələbləri, IT təhlükəsizliyi riskləri və ixtisaslı mütəxəssislərə olan ehtiyac kimi problemlər ağıllı su şəbəkələrinin geniş miqyasda tətbiqinin qarşısında duran əsas maneələrdir.

Su təchizatı sistemlərinin avtomatlaşdırılması və ağıllı idarəetmə modellərinin qurul -

ması müasir dövrdə su resurslarının səmərəli, dayanıqlı və çevik idarə olunması üçün zəruri yanaşma kimi çıxış edir. Avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri real vaxtda monitorinq və operativ qərar qəbulətmə imkanları yaradaraq, resurs istifadəsini optimallaşdırır, enerji xərclərini azaldır və infrastrukturun istismar müddətini uzadır. Ağıllı idarəetmə modelləri isə süni intellekt, böyük verilənlər analitikası və optimallaşdırma texnologiyaları vasitəsilə su təchizat sistemlərini daha proqnozlaşdırıla bilən, adaptiv və qəza hallarına qarşı davamlı hala gətirir. Bu yanaşmalar sayəsində su itkilərinin azaldılması, xidmət keyfiyyətinin yüksəldilməsi və ekoloji təsirin minimuma endirilməsi təmin edilir. Lakin bu sistemlərin uğurla tətbiqi üçün yüksək ilkin investisiyaların cəlb olunması, IT təhlükəsizliyinin təmin edilməsi və ixtisaslı kadr potensialının formalaşdırılması vacib şərtlər kimi qalır. Ümumiyyətlə, su təchizatı sistemlərinin avtomatlaşdırılması və ağıllı idarəetmə modellərinin genişləndirilməsi gələcəkdə su təhlükəsizliyinin qorunmasına, iqtisadi səmərəliliyin artırılmasına və ətraf mühitin dayanıqlı idarə olunmasına mühüm töhfə verəcəkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Romero, M., & Montañez, C. (2019). Smart Water Systems and Intelligent Sensing Technologies: An Overview. *Sensors*, 19(3), 700.
2. Savić, D. A., & Kapelan, Z. (2018). Smart Water Systems: State of the Art and Future Directions. *Water Resources Management*, 32(10), 3071–3090.
3. Bentley Systems (2021). Optimizing Water Distribution Systems Using SCADA and IoT.
4. Gheorghe, G., & Bologa, A. (2016). The Role of PLC in Automation Systems. *Procedia Engineering*, 100, 891–899.
5. Clark, R. M., & Hakim, S. (2017). *Cyber-Physical Security for Smart Water Networks*. Springer.

Yusifov E.A., Allahverdiyev F.V.

SUMMARY

In modern times, the application of automation and intelligent control models is of great importance for the effective and sustainable operation of water supply systems. Since traditional control methods cannot respond promptly to problems such as variable demand, losses and energy consumption, there is a need for innovative technologies in the field of water supply. Automation technologies – SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems, PLC (Programmable Logic Controller) devices and sensor networks – provide real-time monitoring and control of reservoirs, pumping stations and pipeline networks. This approach increases the flexibility of systems, minimizes accidents and reduces the need for human intervention. Intelligent control models are built by integrating sensors, artificial intelligence algorithms, optimization methods and machine learning technologies. These models optimize functions such as leak detection in water supply systems, energy-efficient management of pumps, continuous monitoring of water quality and demand forecasting. Thanks to intelligent analysis and decision support systems, adaptation and sustainability of water networks to dynamically changing conditions are ensured. As a result, the automation of water supply systems and the implementation of intelligent management models make a significant contribution to improving water security in urban and rural communities, ensuring the efficient use of resources, reducing energy costs and minimizing environmental impact.

Keywords: *water supply, management, models, automation.*

Юсифов Э.А., Аллахвердиев Ф.В.

РЕЗЮМЕ

В наше время применение моделей автоматизации и интеллектуального управ-

ления имеет большое значение для эффективной и устойчивой работы систем водоснабжения. Поскольку традиционные методы управления не позволяют оперативно реагировать на такие проблемы, как переменный спрос, потери и потребление энергии, возникает необходимость в инновационных технологиях в области водоснабжения. Технологии автоматизации – системы SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), устройства PLC (Programmable Logic Controller) и сенсорные сети – обеспечивают мониторинг и управление в режиме реального времени резервуарами, насосными станциями и сетями трубопроводов. Такой подход повышает гибкость систем, минимизирует аварии и снижает необходимость вмешательства человека. Модели интеллектуального управления строятся путем интеграции датчиков, алгоритмов искусственного интеллекта, методов оптимизации и технологий машинного обучения. Эти модели оптимизируют такие функции, как обнаружение утечек в системах водоснабжения, энергоэффективное управление насосами, непрерывный мониторинг качества воды и прогнозирование спроса. Благодаря системам интеллектуального анализа и поддержки принятия решений обеспечивается адаптация и устойчивость водопроводных сетей к динамически меняющимся условиям. В результате автоматизация систем водоснабжения и внедрение интеллектуальных моделей управления вносят существенный вклад в повышение водной безопасности городских и сельских сообществ, обеспечивая эффективное использование ресурсов, снижение затрат на электроэнергию и минимизацию воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: *водоснабжение, управление, модели, автоматизация.*

Məqaləyə

AzMIU-nun "Mühənsis sistemləri və qurğularının tikintisi" kafedrasının dosenti G.A. Ələsgərov rəy vermişdir.

KÜRMÜKÇAYDA SEL AXINLARINDAN MÜDAFİƏ TƏDBİRLƏRİNİN SEÇİLMƏSİNDƏ HİDROTEKNİKİ QURĞULARIN ROLUNUN TƏDQIQI

Kürmükçay Böyük Qafqaz silsiləsinin cənub yamacında yerləşir və Qax inzibati rayonunun ərazisinə daxildir. Çayın mənbəyi Kunaxaysu, Bulanıqsu və Ağsu çaylarının birləşməsindən əmələ gəlir. Kürmükçayın özünün sel təhlükəliliyi ilə bölgədə seçilən ən tipik selli çaydır. Çayın ümumi uzunluğu 55 km, çay hövzəsinin su toplayıcı sahəsi 562 km² və çayın orta mailliyi 0,057-yə bərabərdir. Suayırıcı xətlərin uzunluğu 160 km, ayrılıq əmsalı isə 1,91-dir. Axımı, əsasən yeraltı (54%) qar (38%) və qismən də yağış (18%) sularından əmələ gəlir [1].

Kürmükçayın orta çoxillik su sərfi uzunluğu boyu ona tökülən qollarla görə əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Sarıbaş məntəqəsində orta çoxillik su sərfi 0,6 m³/san-dir, lakin Kürmükçayın ən böyük qolu olan Hamamçayın töküldüyü yerdən aşağıda isə bu sərf 5 m³/san-yə çatır. Ağçayın töküldüyündən orta çoxillik su sərfi 6 m³/san-yə bərabərdir, onun həcmi isə 180-190 mln.m³-dir. Daha aşağıya getdikcə məcrada su sərfi azalır ki, bu da əsasən çay axımından suvarmada istifadə olunduğuna görə və çıxış konusu ərazisində gedən axımdan olan sızmalar hesabına baş verir.

Sel sularının sahilqoruyucu qurğuları aşması, yaşayış məntəqələrinin və sahələrin su altında qalmasına səbəb ola bilər. Bu baxımdan, suyun maksimal su səviyyəsinin təyini vacib məsələlərdən biridir. Bu cür hesablamalar daşqınların qarşısını almaq və insanların həyatını qorumaq üçün vacibdir.

İnşaat norma və qaydalarına əsasən (СНП 20-14.83) maksimal sərfərin təminat faizi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% \quad (1)$$

burada: n - maksimal su sərfələrinin sayı (illərin sayı), m - azalan sıra ilə düzülmüş.

Q_{max} - m sıra nömrəsi (1) tənliyi Kritsiki-Menkel tənliyidir [4].

Maksimal su sərfələrinin orta hesabı qiyməti belə hesablanır

$$Q_{or.max} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{or.max})}{n} \quad (2)$$

Əsas hesablamalarda variasiya əmsalı C_v , asimmetriya əmsalı C_s və təminat faizi P hesablanır. Əvvəl modul əmsalı hesablanır:

$$K = \frac{Q_{i.max}}{Q_{or.max}} \quad (3)$$

burada: $Q_{i.max}$ - ilkin maksimal su sərfidir.

Variasiya əmsalı C_v , aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K-1)^2}{n-1}} \quad (4)$$

Assimetriya əmsalı isə aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3}{C_v \cdot (n-1) \cdot (n-2)} \quad (5)$$

Təminat faizinin təyini A.Xazənin təklifinə görə ($C_s > 2C_v$):

$$P = \frac{m-0.5}{n} \cdot 100\% \quad (6)$$

M.Ə. Məmmədov dağ çayları üçün təminat faizinin hesablanması aşağıdakı kimi təklif etmişdir [7]:

Cədvəl 1.

Kürmükçay çayının İliusu məntəqəsi üzrə maksimal su sərfələrinin
təminat ayrısının parametrlərinin hesablanması

İllər	$Q_{\max}, \text{m}^3/\text{s}$	m	$Q_{\max}, \text{m}^3/\text{s}$	$K_i = Q_{\max} / Q_{\text{or}\max}$	$(K_i - 1)^2$	$(K_i - 1)^2$	$(K_i - 3)^3$	P, % Xazen	P, % Məmmədov
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1953	5,43	1	420	8,066	7,066	49,93	352 8	3 03	0,18
1954	17	2	255	4,897	3,897	15,19	59,19	6,06	1,33
1955	14,9	3	202	3 879	2,897	8,29	23 86	9 09	3,23
1956	12,5	4	111	2,13	1,13	1,28	1 45	12 12	9,37
1957	19,9	5	79,6	1,528	0,528	0,279	0,147	15,15	13,67
1958	11,8	6	71,8	1,379	0,379	0,143	0,0544	18,18	16,84
1959	11,4	7	69,9	1,342	0,342	0,117	0,4	21,21	19,77
1960	9 68	8	42 4	0,814	-0,185	0,345	-0,064	24,24	23 85
1961	9,76	9	38,2	0,734	-0,266	0,709	-0,0189	27,27	26,95
1962	12,8	10	34,8	0,668	-0,332	0,11	-0,365	30,3	30,03
1963	7,61	11	27,4	0 526	-0,474	0,224	-0,106	33,33	33,19
1964	34,8	12	23 9	0,459	-0,541	0,293	-0,158	36,36	36,25
1965	23 9	13	23,9	0,459	-0,541	0,293	-0,158	39,39	39,27
1966	15	14	20,9	0,4	-0,6	0,36	-0,22	42,42	42,34
1967	42,4	15	20 2	0,388	-0,612	0,375	-0,23	45,45	45,37
1958	38,2	16	19,9	0,382	-0,618	0,382	-0,236	48,48	48,4
1969	27,4	17	19,4	0,37	-0,627	0,394	-0,247	51,51	51,93
1970	19,4	18	17	0,326	-0,674	0,454	-0,306	54,54	54,49
1972	15,7	19	16,5	0,317	-0,683	0,466	-0,319	57,57	57,52
1973	255	20	15,7	0,3	-0,7	0,49	-0,343	60,6	60,55
1976	420	21	15	0,288	-0,71	0,507	-0,36	63,63	63,59
1978	20,2	22	14,9	0,286	-0,714	0,509	-0,364	66,66	66,62
1979	16,5	23	13 2	0 253	-0,746	0,557	-0,415	69,69	69,66
1981	69,9	24	12,8	0,246	-0,754	0,569	-0,429	72,72	72,69
1982	79,6	25	12,8	0,245	-0,755	0,569	-0,429	75,75	75,75
1983	111	26	12,5	0,24	-0,76	0,577	-0,439	78,78	78,75
1984	202	27	11 8	0,227	-0,773	0,598	-0,462	81,81	81,8
1985	20,9	28	11 4	0,219	-0 78	0,61	-0,476	84,84	84,82
1986	71,8	29	9,76	0,187	-0 81	0 66	-0,535	87,87	87,85
1987	12,8	30	9,68	0 186	-0,814	0 662	-0,539	90,9	90,89
1988	23,9	31	7,61	0,146	-0,854	0,724	-0,623	93,93	93,93
	13,2	32	5 43	0,104	-0,896	0,802	-0,719	96,96	96,96
			1666,38		428,98				

$$P = \frac{m}{n + 1 + K^m} \times 100\% \quad (7)$$

Burada K_m – modul əmsalıdır, z – üst göstəricisidir, variasiya əmsalının qiymətinə görə seçilir. Belə ki,

$$\begin{aligned} C_v > 1.8 \text{ olarsa} & \quad Z = 3 \\ 0.7 \leq C_v \leq 1.8 & \quad Z = 4 \\ 0.3 \leq C_v \leq 0.7 & \quad Z = 5 \\ C_v < 0.3 & \quad Z = 5 \end{aligned}$$

Cədvəl 1-dən maksimal su sərfələrinin gös-

tərcilərinə əsasən Kürmükçaya aid İlisu məntə-qəsi üçün aşağıdakı hesablamalar məqsədə uy-ğundur.

Empirik təminat əyrisinin momentlər üsulu ilə hesablamalar 1-8 düsturları ilə təyin edilir:

$$Q_{or,max} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{or,max}}{n} = \frac{1666.38}{32} = 52,07 \frac{m^3}{s} \quad (8)$$

Variasiya əmsalı (4) tənliyindən:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{87.473}{31}} = 1.6 \quad (9)$$

Assimetriya əmsalı (5) tənliyindən

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (K_i - 1)^3}{C_v^3 \cdot (n-1) \cdot (n-2)} = \frac{32.428.98}{1.683 \cdot 31.30} = 3.1 \quad (10)$$

Variasiya əmsalı C_v ilə:

$$C_s = 1.85 C_v \text{ təşkil edir.}$$

Cədvəl 1-də Kritsiki-Menkel və M.Ə. Məmmədovun düsturları ilə təminat faizləri hesablanmışdır [4, 7].

Beləliklə, cədvəl 1 əsasında Kürmükçayın maksimal su sərfələrinin empirik təminat əyrisini qurmaq üçün hesablamalar aparılmışdır.

Analitik təminat əyrisini qurmaq üçün Foster-Ribkin üsulundan istifadə edilir.

Təminat əyrisinin ordinatı və empirik modul əmsalı sonucuya əsasən belə hesablanır

$$K_p = \Phi \cdot C_v + 1 \quad (11)$$

burada K_p – verilmiş təminat-faizinə müvafiq ordinatdır, Φ – binominal kənarçıxma əmsalı-

dır, C_v – variasiya əmsalıdır.

Sahilqoruqucu qurğular 1% təminatlı maksimal su sərfələri qiymətlərinə əsasən layihələndirilir. Bu kəmiyyətin əhəmiyyətini nəzərə alaraq əlavə bir hesablama üsulunu da qeyd edək. Belə ki, Kürmükçayın 1% təminatlı maksimal su sərfəsinin təyin edilməsini Zaqafqaziya Regional Elmi-Tədqiqat İnstitutu tərəfindən tərtib edilmiş “Технические указания по расчету максимального стока рек в условиях Кавказа” göstərişləri əsasında aparılmışdır. [6]

Kifayət qədər tədqiq olunmamış çaylar üçün maksimal sərfələrin hesabı aşağıdakı üsullarda aparıla bilər:

- analogiya metodundan, təyin identik fiziki-coğrafi şəraitdə yerləşən və tədqiq olunmuş analoji çaylara aid məlumatlardan istifadə edilməklə;
- regional empirik düsturlardan istifadə etməklə.

Kürmükçayın Foster-Ribkin üsulu ilə hesablanmış analitik təminat əyrisinin ordinatları

$$Q_{or,max} = 46.04 m^3 / san; \quad C_v = 1.5; \quad \frac{C_s}{C_v} = 2.0 \quad (12)$$

Qafqaz şəraiti üçün (10) düsturu təklif olunmuşdur

$$q = \frac{B}{(F + b)^n} \quad (13)$$

burada, q - axının maksimal moduludur, $m^3/c.km^2$; B - su gəlirinin maksimal moduludur, $m^3/c.km^2$; F - çayın suyuğıcı sahəsi, km^2 ; b - az sahəli zonada axın modullunun reduksiyaşının sönməsinə səviyyələrindən parametrdır; n - reduksiya dərəcəsinə göstəricisidir.

Cədvəl 2.

Foster-Ribkin cədvəlindən istifadə edib, hesablama aparılarkən müxtəlif təminatlı maksimal su sərfələrinin təyin edilməsi

P	0.1	1	3	5	10	20	30	50	60	70	80	90	95	99
Φ	7.29	4.02	2.63	2.02	1.18	0.42	0.03	-0.4	-0.5	-0.57	-0.62	-0.65	-0.66	-0.67
$\Phi \cdot C_v$	10.94	6.03	3.95	3.03	1.77	0.63	0.45	-0.6	-0.75	-0.855	-0.93	-0.975	-0.99	-0.998
$K_p = \Phi \cdot C_v + 1$	11.94	7.29	4.95	4.03	2.77	1.63	1.046	0.4	0.25	0.145	0.07	0.025	0.01	0.002
$Q_p = K_p \cdot Q_{or,max}$	549.3	325.6	227.7	185.5	127.5	75.05	48.11	18.42	11.51	6.68	3.22	1.15	0.46	0.092
$K_p = \Phi \cdot C_v + 1$	12.31	8.2	4.99	3.91	2.59	1.465	0.946	-0.385	0.25	0.175	0.13	0.121	0.12	0.117
$Q_p = K_p \cdot Q_{or,max}$	556.7	377.9	229.7	180	119.24	67.44	43.55	17.72	11.51	8.06	5.99	5.57	5.5	5.39

İkinci üsula daha dərin diqqət yetirək. Şərqi Qafqaz çayları üçün su toplayıcı sahə $300 < F < 100 \text{ km}^2$ olduğu halda 5% təminatlı maksimal su sərfini təyin etmək üçün aşağıdakı düstur məqsədə uyğun hesab edilir:

$$q_{5\%} = \frac{20.8}{(F + 10)^{0.5}} \quad (14)$$

5% təminatlı maksimal su sərfindən digər təminatlı sərlərə keçmək üçün aşağıdakı cədvəldən istifadə olunur (cədvəl 3):

Cədvəl 3.

5% təminatlı maksimal su sərfindən digər təminatlı sərlərə keçmək üçün cədvəl

P%	0,01	0,1	1	2	5	10	25
λ	2,85	2,2	1,52	1,28	1	0,8	0,6

(11) tənliyindən və Şəkil 3-dən istifadə edərək Kürmükçayın 1% təminatlı maksimal su sərfini təyin edək.

Kürmükçayın sutoplayıcı sahəsinin $F=564 \text{ km}^2$ olduğunu nəzərə alıb, $q_{5\%}$ qiymətini hesablayaq:

$$q_{5\%} = \frac{20.8}{(564+10)^{0.5}} = \frac{20.8}{(574)^{0.5} \cdot 5} = \frac{20.8}{23.95} = 0.74 \frac{\text{m}^3}{\text{san}} \quad (15)$$

Qax şəhərinin və kəndlərinin sel və daşqınlardan qorunmasına nəzər yetirək. Qeyd edildiyi kimi, sahilqoruyucu qurğuların layihələndirilməsi üçün çayın 1% təminatlı maksimal sərf götürülür. Real müşahidələrə əsaslanan hesablamalarımıza görə Kürmükçayın 1% təminatlı maksimal su sərfi $Q_{1\% \max} = 500 \text{ m}^3/\text{s}$ təyin edilmişdir.

Kürmükçayın Qax şəhəri ərazisində dib götürmələrinin minimal diametri $d_{\min} = 0.01-0.2 \text{ m}$, bəzi hallarda isə $d_{\min} = 0.005 \text{ m}$ ölçüsündə olurlar, maksimal diametri isə $D_{\max} = 0.4-0.5 \text{ m}$ təşkil edir.

Kürmükçayda axının illik maksimal lənəlməsi $p=35-60 \text{ kq/m}^3$, ən yüksək qiyməti isə $270-300 \text{ kq/m}^3$ müşahidə edilir.

Kürmükçayın keçmiş «Azərkontrakt» sanatoriyası hissəsində məcrasının orta mayilliyi $i = 0.036$ təyin edilib.

Sel daşqını zamanı suyun əsas məcrasında, eni $B=150 \text{ m}$, orta dərinliyi $h_0=1,08 \text{ m}$ suyun sürəti $V_{op}=3,1 \text{ m/s}$ təyin edilmişdir. «Azərkontrakt» sanatoriyası hissədə sahilqoruyucu damir-beton qurğular şaquli vizyatda tikilibdir. Körpüdən aşağı hissədə beton plitələri / BUS-lar istifadə olunmuşdur.

Hidromorfoloji xüsusiyyətləri dəyişdirmək üçün aşağıda çayın məcrasını təşkil edən süxurlar və onların qranulpmetrik tərkibi, axının dərinliyi və ümumi kələ-kötürlük əmsalının nisbəti hamarlığı H/d , en kəsiyinin forması parametri B/A , yamacının hidrodinamik dayanıqlıq bucağı nəzərə alınmaqla şəkil 4-də tərtib edilib.

Məcranın dayanıqlığı, yaxud yuyulan və yuyulmayan vəziyyətini təyin etmək üçün S.T.Altuninin [3] düsturundan istifadə etmək məqsədəuyğundur:

$$K_a = (B - J \cdot 0.2) / Q_{mo} \quad (16)$$

burada B - məcranın eni, m-lə; J - su axımının mailliyi; Q_{mo} - məcraformalaşdırıcı su sərfi, m^3/s .

S.T.Altuninin dağ çaylarının məcrasının dayanıqlığı üçün $K_a=0.9-1.0$ qəbul edilməsini məqsədəuyğunluğunu tədqiqatlarla əsaslandırmışdır.

Kürmükçay üçün məcra formalaşdırıcı su sərfi $Q_{mo}=500 \text{ m}^3/\text{s}$, $K_a=3.45$ təyin edilib, bu da dayanıqlığı xarakterizə edən $K_a=1.0$ qiymətindən 3.45 dəfə fərqlənir. Deməli, Kürmükçayın məcrası deformasiyaya uğrayır.

K.F. Artamanov, V.F. Talmazə və A.N. Kroşkin dağ çaylarının yuyulması və məcranın təmizlənməsinin geniş tədqiqatları əsasında geniş tövsiyələr hazırlamışlar.[5]

K.F.Artmanova görə sahilqoruyucu bəndin bünövrəsində məcranın yuyulmasının dərinliyi belə təyin edilir: [2]

$$h_p = H_p - h_0, \quad (17)$$

$$H_p = (h_0 + 0.224AC) \sqrt{\frac{V_o^{1.25}}{d_0^{0.5}}} K_a, \quad (18)$$

burada H_p - sahilqoruyucu bəndin ümumi hündürlüyünü təyin edən ölçü, m-lə; h_0 - axının orta dərinliyi, m-lə; h_p - bəndin dibinin yerli yuyulma dərinliyi, m-lə; V_0 - axının orta sürəti, m/s; l - sahilqoruyucu bəndin qurğunun preskiya uzunluğu, m-lə; d - sahilqoruyucu

bəndin uzunluğu, m-lə; A , C - əmsallar, bəndin basqılı yamacdan (θ) və $\psi=d/D_{\max}$ -dan asılı olaraq cədvəldən tapılır. K_a - bəndin planda axının istiqamətinə əylənməsindən α° bucağından asılı olaraq $K = f(\alpha)$ cədvəldən tapılır.

Cədvəl 4.

Kürmükçayın məcrası üçün yuyulmayan sürətlər və kələ-kötürlük əmsalları

Süxurlar		Fraksiyal arın dia- metrləri	Axının yuyulmayan sürəti q , m/san		Nisbi hamarlıq H/d	Kələ-kötürlük əmsalı, $n=f(a/d, \varphi)$		
adı	növü		$H=1m$	$H=3m$		$\mu=8^\circ$	$\mu=15^\circ$	$\mu=45^\circ$
Qum	Xırda, orta, iri	0.05-0.25	0.2-0.39	0.25-.41	20000-4000	0.01 1-0.017	0.0135-0.0195	0.02-0.03
		0.25-1.0	0.39-.55	0.41-.62	4000-1000	0.017-0.011	0.0195-0.0225	0.03-0.37
		1.0-2.5	0.55-.62	0.62-0.75	1000-400	0.019-0.205	0.022-0.0295	0.037-0.405
Çınqıl	Xırda, orta, iri	2.5-5.0	0.62-.85	0.75-0.95	400-200	0.0205-0.22	0.0235-0.025	0.0405-0.045
		5.0-10.0	0.85-.16	0.95-.25	200-100	0.022-0.029	0.025-0.027	0.045-0.049
		okt.15	1.16-.25	1.25-1.46	100-66.7	0.029-0.2-0.292	0.027-0.0274	0.049-0.05
Çınqıl daşı	Xırda, orta, iri	15-25	1.25-1.5	1.46-1.76	66.7-40	0.0292-0.0294	0.0274-0.0278	0.050-0.051
		25-40	1.5-1.76	1.76-2.2	40-25	0.0294-0.0296	0.0278-0.0292	0.051-0.052
		40-75	1.76-2.1	2.2-2.75	25-13.3	0.0236-0.0238	0.0282-0.0284	0.052-0.053
Çay daşı	Xırda, orta, iri	75-100	2.1-2.3	2.75-2.87	13.03.2010	0.0238-0.024	0.0284-0.029	0.053-0.054
		100-150	2.3-2.5	2.87-3.28	10.06.1967	0.024-0.0275	0.029-0.033	0.054-0.062
		150-200	2.5-2.67	3.28-3.58	6.67-5.0	0.0275-0.03	0.033-0.037	0.062-0.073
Qaya parçası	Orta, iri	300	2.78	4.0	3.33	0.036	0.075	0.09
		500	2.8	4.45	2.0	0.05	0.064	0.143

Hesablamalar iki tip sahilqoruyucu qurğular üçün aparılmışdır. Birinci tip qurğuların şaquli vəziyyətdə olduğu hal, yəni $\theta=90^\circ$. İkinci tip qurğular isə yamaclı $\theta=45^\circ$ olan qurğulardır. Şəkildən görünür ki, qurğunun yamacı ($m=0$), yəni $\theta=90^\circ$ olan qurğunun yerli dib yuyulması 3,92 m-dan 3,96 m-dək, qurğuların yamacı $m=1$, yəni $\theta=45^\circ$ -lər üçün yerli dib yuyulması 2,68 m-dən 4,08 m-dək ola bilər. Sahilqoruyucu qurğunun $\theta=45^\circ$ olduğu zaman qurğunun ümumi hündürlüyü $H_p=7.0$ m və qurğunun yamacı $\theta=45^\circ$ olduğu zaman $H_p=5.16$ m hesablanmışdır. Ehtiyat əmsalı $K=1.15$ nəzərə alsaq: $\theta=90^\circ$ üçün $H_p=7.0 \cdot 1.15=8.1$ m, $\theta=45^\circ$ üçün $H_p=5.16 \cdot 1.15=5.93$ m alınır.

Deməli, Kürmükçayda Qax şəhəri ərazisində $\theta=90^\circ$ olduqda sahilqoruyucu qurğuların ümumi hündürlüyü $H_p=8.1$ m-dən və $\theta=45^\circ$ olduqda sahilqoruyucu qurğuların

ümumi hündürlüyü $H_p=5.93$ m az olmamalıdır.

Cədvəl 5 və cədvəl 6 -da sahilqoruyucu qurğuların bünövrəsində basqılı yamacın dərəcəsiindən asılı olaraq ümumi və yerli yuyulmanın qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 5.

Sahilqoruyucu qurğuların bünövrəsində basqılı yamacın dərinliyi və ümumi və yerli yuyulmanın qiymətləri

$\theta = 90^\circ$		$\theta = 45^\circ$	
H_p , m	H_p , m	H_p , m	h_p , m
7,04	5,96	5,16	4,08
6,95	5,87	5,14	4,06
5,98	4,9	5,05	3,98
5,9	4,82	5,02	3,94
5,08	4	4,8	3,72
5	3,92	3,68	2,6

**Kürmükçayın hidromorfoloji parametrlərinə əsasən sahilqoruyucu qurğuların
bünövrəsinin yuyulmaya hesablanmalarının nəticələri**

N	$Q_{\max 1\%}$ (m ³ /s)	v_{or} (m/s)	h_0 (m)	B (m)	d_{or} (m)	$D_{\max}$ (m)	$\omega=d/D$	A	C	K_α	K_A	J	h_p (m)	H_p (m)	Qeyd
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	500	3.1	1.08 1.08	150 150	0.01 0.01	0.4 0.5	0.025 0.02	4.4 4.4	3.015 0.32	0.8 0.8	3.45 —	3.036 —	4.82 4.9	5.9 5.98	$l_1=35\text{ m}$ $l_1=7,44\text{ m}$
2	500	3.1	1.08 1.08	150 150	0.02 0.02	0.4 0.5	0.05 0.04	4.4 4.4	0.306 0.31	0.8 0.8	— —	— —	3.92 4.00	5.0 5.08	$\alpha = 178^\circ$ $\theta = 90^\circ$
3	500	3.1	1.08 1.08	150 150	0.01 0.01	0.4 0.5	0.025 0.02	3.88 3.88	0.095 0.305	0.8 0.8	— —	— —	3.94 4.08	5.02 5.16	$l_1=35\text{ m}$ $l_1=7,44\text{ m}$ $\theta=45^\circ$
4	500	3.1	1.08 1.08	150 150	0.02 0.02	0.4 0.5	0.05 0.04	3.88 3.88	0.237 0.293	0.8 0.8	— —	— —	2.6 3.72	3.68 4.8	$\theta=45^\circ$
5	500	3.1	1.08	150	0.005 0.005	0.4 0.5	0.0125 0.01	4.4 4.4	0.332 0.325	0.8 0.8	— —	— —	5.87 5.96	6.95 7.04	$\theta = 90^\circ$
6	500	3.1	1.08	150	0.005 0.005	0.4 0.5	0.0125 0.01	3.88 3.88	0.25 0.255	0.8 0.8	— —	— —	3.988 4.06	5.05 5.14	$\theta=45^\circ$

Yuxarıda qeyd edilən hesablamaların hər biri Kürmükçay hövzəsində sellərə qarşı tədbirlər hazırlayarkən nəzərdə tutulmuşdur. Çaylarda sellər gözlənilmədən yarandığından onların qarşısını almaq tam mümkün olmur. Buna baxmayaraq, bir sıra effektiv üsullar tətbiq etməklə sellərdə insanların həyatına və təsərrüfatına vurduğu ziyanı minimuma endirmək olar. Kürmükçayda sellərin qarşısını almaq üçün aşağıdakı tədbirlərin müntəzəm şəkildə həyata keçirilməsi məqsədəuyğundur:

1. Çayın gətirmə konusunun başlanğıcından etibarən ən riskli sahələrdə gətirmə konusunun təxminən üçdə bir hissəsi boyunca ardıcıl olaraq dəmir-beton və daş materiallardan hazırlanmış bəndlərin, daha sonra isə torpaq bəndlərin inşa edilməsi;
2. Gətirmə konuslarında çay məcrələrinin sel və daşqın hadisələrindən əvvəl iri daş və digər materiallardan təmizlənməsi;
3. Bəndlərin tikintisi zamanı kateqoriyalara ciddi riayət olunması və yüksək keyfiyyətli sementdən istifadə edilməsi;
4. Bəndlərin oturacağı trapesiya və ya kəşik piramida formasında beton konstruksiyalar şəklində hazırlanmasına üstünlük verilməsi; eyni zamanda bəndin tikintisində beton elementlərin kubik formada olması üstünlük təşkil etməlidir;

5. İstismar müddətinə əsasən bəndlərin vaxt-aşırı bərpasının həyata keçirilməsi;
6. Çayın bənd tikilməyən sahələrində çay məcrasının hər il daşqın və seldən əvvəl təmizlənməsi;
7. Çayın boyunca təbii və süni meşə örtüklərinin qorunması və mühafizəsinin təmin edilməsi.

ƏDƏBİYYAT

1. Dağ çaylarında sel axınlarının tədqiqi və onlardan mühafizə tədbirlərinin işlənilib hazırlanması (Dəmiraparançay, Kürmükçay, Kişçay çaylarının timsalında) elmi-tədqiqat işi haqqında yekun hesabat. İşlərin rəhbəri t.e.n. X.A.Abbasov. Bakı, AzSPETİ, 1999, 47 s.
2. Артамонов К.К. Регулировочные сооружения при водозаборе на реках в предгорных районах. Изд-во А.Н. Киргизстан ССР, Фрунзе, 1963.
3. Алтуниин С.Т., Бузунов И.А. Защитные сооружения на реках. Сельхозиздат, 1953.
4. Ибадазаде Ю.А. Гидравлика горных рек. Стройиздат, 1986.
5. Талмаза В.Ф., Крошкин А.Н. Гидрометрические характеристики горных рек. Изд-во «Кыргызстан», Фрунзе, 1968.

6. Технические указания по расчета максимального рек в условиях Кавказа. Зак НИИ, Тбилиси, 1980.
7. Мамедов М.А. Расчеты максимальных расходов воды горных рек. Гидрометеиздат, Л, 1989.

XÜLASƏ

Elmi məqalədə Kürmükçayda sel və daşqınlarla mübarizəsində tətbiq olunan tədbirlər təhlil edilmişdir. Əsas nəticələrdən biri odur ki, maksimal sel axınları və dərinlik yuyulmaları düzgün təyin olunarsa, sahilqoruyucu qurğuların konstruksiyası və ölçüləri ilə bu axınların təhlükəsiz nəql edilməsi və ətraf mühitə təsirlərinin minimuma endirilməsi mümkündür.

Açar sözlər: sel axınları, sahilqoruyucu qurğular, sellərin idarə edilməsi, maksimal su sərfələri, axın, hidrotexniki qurğular, təminat faizi

РЕЗЮМЕ

В научной статье анализируются меры, применяемые для борьбы с наводнениями и паводками на реке Кюрмюкчай. Основной вывод заключается в том, что если правильно определить максимальные паводковые потоки и глубину эрозии,

возможно проектировать и определять размеры берегозащитных сооружений таким образом, чтобы обеспечить безопасное отведение этих потоков и минимизировать их влияние на окружающую среду.

Ключевые слова: наводковые потоки, берегозащитные сооружения, управление наводнениями, максимальный расход воды, потоки, гидротехнические сооружения, коэффициент надежности.

SUMMARY

The scientific article analyzes the measures implemented for flood and torrent control in the Kurmukchay River. One of the main findings is that if the maximum flood flows and erosion depths are correctly determined, it is possible to design and size the coastal protection structures in such a way that ensures the safe conveyance of these flows and minimizes their environmental impact.

Keywords: flood flows, coastal protection structures, coastal protection zones, maximum water discharge, flow, hydraulic structures, reliability factor.

Məqaləyə AzMIU-nun "Meliorasiya və su təsərrüfatı" tikintisi kafedrasının dosenti A.Ə. Mürsəlov rəy vermişdir.

UOT 631.6

ƏLİYEV B.H. ƏHMƏDOVA A.R.

AzMIU

ABŞERON YARIMADASINDA SUVARILAN TORPAQLARIN PROBLEMLƏRİ

Respublikanın torpaq örtüyü rəngarəngliyi və müxtəlifliyi ilə fərqlənir. Torpaq növlərinə görə Respublika dünyanın ən zəngin yerlərindən biridir. Coğrafi paylanmasına görə torpaq növləri şaquli zonallığa məruz qalır. Ölkə xəritəsində torpaqların növləri və yarım- tipləri göstərilmişdir. Buraya 90-a qədər tip və yarım- tip aiddir. Aşağıdakı torpaqlar geniş yayılmışdır. Bu torpaqlar hündür dağlıqdan Kür-Araz ovalığına və Xəzər dənizinə qədər

olan əraziləri əhatə edir: dağ-çəmən torpaqlar, qonur-dağ meşə torpaqlar, dağ-qara torpaqlar, boz-qəhvəyi torpaqlar (şabalıdı), sarı torpaqlar, boz torpaqlar, boz torpaqlar, boz-qonur çəmən torpaqlar, şoranlar, şorakət və s. torpaqlar. Azərbaycan Respublikasının ümumi torpaq sahəsi 8.6 mln. hektardan artıqdır. Bu torpaqların 4.5 mln. hektarı kənd təsərrüfatına yararlı torpaqlardır. Suvarılan torpaqlarda: texniki bitkilər, yem bitkiləri, üzümlük və bağlar,

taxıl və s. yerləşir.

Ölkə ərazisinin şoranlaşmış, bataqlaşmış, güclü eroziyaya uğramış, daşlı, qayalıqlar və s. olan torpaqları var ki, bunlarda suvarılmayan torpaqlardır. Faizlə qeyd etsək 37.4%-i, hektarlarla isə 3.240 mln. ha təşkil edir [3].

Son 30 ildə respublikada suvarılan əkinçilik sürətlə inkişaf etmişdir. Ölkədə suvarılan ərazilərin sahəsini artırmaq məqsədilə su təsərrüfatı və meliorasiya qurğularının tikintisinə yüksək miqdarda maliyyə ayrılmışdır və bunun nəticəsində suvarılan ərazilərin sahəsi 350 min ha qədər artırılmışdır. Azərbaycan Respublikasında suvarılan ərazilərin sahəsi 1.94 mln ha olmuşdursa, hazırda ölkədə suvarılan ərazilərin sahəsi 1.43 mln. ha təşkil edir [1].

Ölkə ərazisində suvarılan torpaqların meliorativ vəziyyətinin yaralı hala salınması, hidrogeoloji və meliorativ vəziyyətinin tənzimlənməsi məqsədi ilə suvarma şəbəkələrinin tikintisi ilə paralel olaraq, sahələrin qurudulması da aparılmışdır. Qurudulma prosesi dedikdə sahələrdə drenlərin quraşdırılması nəzərdə tutulur. Suvarılan torpaqlarda 1965 ci ildə 230 min hektarda drenaj quraşdırılmışdırsa, 2000 ci ildə artıq bu rəqəm 500 hektardan çox suvarılan torpaq sahələrində drenaj quraşdırılmışdır. Drenaj şəbəkələri suvarılan torpaqların 42% ni əhatə edir Respub. əsrin 70-80 ci illərində 547 min 489 hektar ərazidə cari yuyulma aparılıb, həmçinin 447 min 649 hektar ərazi iki dəfə suya basdırma ilə aparılmışdır [1].

Azərbaycan Respublikasında yararsız torpaq sahələri: şoranların sahəsi 9712 hektar, çox şiddətli və şiddətli şorlaşmış torpaq sahələri 154980 hektar, orta dərəcədə şorlaşmış torpaqlar 125238 hektar, zəif şorlaşmış torpaqlar 130576 hektar olmuşdur. Bu ərazilərdə aparılmış cari yuma nəticəsində on il müddətində torpaqların sahəsi aşağıdakı kimi dəyişmişdir:

- Şoranların sahəsi - 69 hektar
- Çox şiddətli və şiddətli şorlaşmış torpaqlar - 9069 hektar
- Orta dərəcədə şorlaşmış torpaqlar – 27200 hektar

– Zəif şorlaşmış torpaqlar – 117811 hektar.

Nəticədə şoran olmayan torpaq sahələri 126,983 ha- dan 393,340 ha- a qədər yüksəlmişdir [6].

Praktiki olaraq yarımadaının torpaq səthi tamamilə texnogen dəyişikliklərə məruz qalır. Bu bölgədə çirklənmiş və yaxud deqradasiyaya uğramış torpaqların orta sahəsi 25000 hektar təşkil edir. Sahənin böyük hissəsi bitumlaşdırılmış, neft karbohidrogenləri ilə çirklənmiş, qazma şamları ilə doldurulmuş anbarlar onlarla hektar ərazini zəbt etmişdir. 18 min hektar torpaq əraziləri xam neft və neft məhsulları ilə çirklənmiş, 1300 hektar torpaq əraziləri kimya zavodlarının tullantıları ilə çirklənərək istifadəyə yararsız hala düşmüşdür. Sadəcə SOCAR-ın neftlə çirklənmiş 7440 hektardan çox ərazisi var ki, bunun da 2800 hektarı təmizlənməli və prioritet kimi bərpa edilməlidir. Çirklənmə dərinliyi 2 və 3 metrə, çirklənmə dərəcəsi isə 20-30 % və ya daha çox ola bilər. Aparılmış çox saylı tədqiqatlar nəticəsində Abşeronda çirklənmə dərinliyi belədir:

- 10 sm- ə qədər 1029 hektar
- 25 sm- ə qədər 857.3 hektar
- 50 sm- ə qədər 1285.3 hektar
- 50 sm- dən dərin olduqda 2420.6 hektar olur [7].

Adi mühitdə torpaqda özünütəmizləmə prosesləri mövcuddur. Proses zamanı neft maddələrini parçalaya bilən təbii torpaq mikroorqanizmləri olur. Özünütəmizləmə prosesi bir ildən on ilə qədər davam edə bilər [4].

Yeraltı və yerüstü suların çirklənməsinə səbəb, quru səthinin çirklənməsi nəticəsində də olur. Neft və neft məhsulları ilə çirklənmiş 200 dən çox su hovuzları yarımada da yerləşir. Burada neftlə çirklənmiş hovuzların sahəsi 2 min. hektara çatır. Böyük şor, Zığ və başqa hovuzları buna misal göstərmək olar [4].

Azərbaycanda torpaqların bir qismi eroziya müxtəlif növləri nəticəsində yararsız hala düşür. Bu ölkə ərazisində olan torpaqların 36.4%-ni təşkil edir. Həmin torpaq sahələri: zəif, orta və şiddətli dərəcədə yuyulmuş torpaqlar aiddir. Bunun 14.1%-i zəif yuyulmuş torpaqlar, 10.7%-i orta yuyulmuş tor-

paqlar, 11.6%-i isə şiddətli yuyulmuş torpaqlardır. Eroziya proseslərinin intensivliyi və forması Azərbaycanın ayrı-ayrı rayonlarının təbii amillərindən və antropogen təsirlərindən asılı olaraq müxtəlif səviyyədə inkişaf etmişdir.

- 30.8%- i Mil-Qarabağ düzünün torpaqları
- 48.2%-i Quba-Xaçmaz zonasının torpaqları
- 40.3%-i Abşeron yarımadasının torpaqları
- 27.7%- i Şirvan düzünün torpaqları
- 55.7 %-i Şəki-Zaqatala zonasının torpaqları müxtəlif eroziyaya məruz qalmışdır [2].

Abşeron yarımadasında suvarılan torpaqların əsas problemlərində biridə torpaqların eroziya məruz qalmasıdır. Eroziya təbiət hadisələri nəticəsində torpağa təsir edən prosesdir. Eroziya torpağın üst münbit qatının güclü küləklər, sel suları, antropogen faktorların təsiri nəticəsində məhv olmasına səbəb olur. Bunun nəticəsində istifadəyə yararlı torpaq sahələri azalır. Bildiyimiz kimi, eroziyanın müxtəlif formalı var və bu formaların hər biri torpağı müxtəlif yollarla dəyişdirir [1].

Eroziyaya məruz qalan əraziləri, əsasən güclü külək olan düzənliklər, həmçinin daşqın təhlükəsi olan sahələr təşkil edilir. İstənilən massiv fonunda güclü eroziyaya uğramış ərazilər kəskin şəkildə seçilir. Buna misal olaraq kəskin şəkildə eroziyaya məruz qalan ərazilərdə sürüşmələri, bərk qayaların çıxıntılarını, çılpaq qayaları və s. göstərmək olar.

Qeyd edilənlərə ölkəmizin ən böyük rayonu olan Abşeron yarımadasında geniş təsadüf olunur. Abşeron yarımadası xəzri və gilavar küləklərinə hakimdir. Bu küləklər rayon ərazisinin böyük bir hissəsində münbit torpaq qatını uçurub, ərazini səhra və yarımsəhraya çevirib. Bunun görə də torpağın münbit qatı eroziyaya məruz qalmış və nəticədə çılpqlaşmışdır. Küləkdən qorunan ərazilər var ki, burada təsərrüfatçılar əkinçiliklə məşğul olur [3].

Çar II Aleksandr Abşeronu səfəri zamanı bu yer haqqında demişdir ki, susuz və çılpaq günəş altında yanan səhra sürgün “katorqa” üçün ən münbit yerdir. Torpaq eroziyası ilə mübarizə, Nobel qardaşlarının Abşeronu, o vaxtlar hələ də populyar olmayan Bakıya

ayaq basdıqdan sonra aparılmışdır. Eroziyanın inkişafının qarşısını müxtəlif vasitələrlə almaq olar. Bununla belə son iki əsr ərzində yarımada da bir çox sahələrin yararlı hala salınmasının şahidi olmuşuq [6].

Eroziyadan əsasən ölkəmizdə kənd təsərrüfatı sahələri və yollar ziyan çəkir. Buna səbəb olaraq son dövrlərdə meşəliklərin qırılaraq sıradan çıxarılmasıdır ki, bunun nəticəsində düzənlik ərazidə güclü külək eroziyası baş verir və kənd təsərrüfatına yararlı torpaq sahələri azalır. Fermerlər torpaq sahələrinin kənarında yerləşən meşə zolaqlarının əhəmiyyətini dərk etmədikləri üçün, ağacları qırmaqla əkin sahələrini artırmaq barədə fikirləşirlər [7].

Eroziya ilə bioloji mübarizə aparmaq üçün eroziya prosesini yavaşlatmaq və qarşısını almaq üçün eroziyaya uğramış ərazilərdə çoxillik otlar əkilməli, meşəliklər yaxud kənd təsərrüfatı bitkiləri əkilməlidir. Bitki təbəqəsi nə qədər zəngin olsa, eroziyaya uğramış ərazilərdə problem bir o qədər tez həll olunacaq. Suvarma üsullarının seçilməsi də eroziya ilə mübarizə aparan zaman böyük rol oynayır. Belə ki, suvarma zamanı eroziya prosesi minimuma salınsın yaxud da tamamilə qarşısı alınsın deyə, eroziyaya məruz qalan sahələrdə suvarma texnikası, suyun sərfi, zolağın yaxud şırımın uzunluğu, suvarma müddəti düzgün seçilməlidir. Ona görə də suvarma texnikası hazırlanarkən ərazinin mailliyi, torpağın mexaniki tərkibi, növü, su udma qabiliyyəti eroziyaya qarşı mübarizə aparan zaman nəzərə alınmalıdır [5].

Eroziya prosesi şırımla suvarılan əkin sahələrində, suvarılma aparılmayan əkin sahələrindən fərqlidir. Bunun səbəbi şırımlara su vurulduqda sadəcə şırım aşınmaya məruz qalır. Su mənbəyi tək bir nöqtədə olduğundan və axınlar aşağı doğru hərəkət etdikcə sızma səbəbindən kiçilirlər. Çiləmə üsulu ilə bitkiləri suvarmaq yağış yağmasına bənzəyir. Ancaq, sahənin bir hissəsi su qəbul edir. Bu üsul ilə suvarmada, su yüksək sürətlə vurularsa ərazidə eroziya prosesinin baş vermə ehtimalı olur. Eroziya prosesinin intensiv olduğu zaman şırımlar və yağanlar əmələ gəlir ki, bu da əkinçilik sahələrini yararsız hala gətirir və

torpağın saxlanmasını çətinləşdirir [3].

Suvarılma aparılmayan əkin sahələrində eroziya yağışın və yaxud qarın əriməsinin və ya hər ikisinin sürəti torpağın infiltrasiya qabiliyyətini aşdıqda baş verir. Torpaq şaxtaya məruz qalaraq donduğu halda və infiltrasiya dərəcəsi sıfıra çatdıqda və qarın əriməsinə səbəb olan yağış yağdıqda və ya birdən-birə qeyri-adi yüksək temperatur yarandıqda və donmuş torpaqda qar sürətlə əridikdə ağır eroziya baş verir. Bu halda su enişlə hərəkət edir. Su mənbədən əlavə olunduqca axın artır. Yağış və qarın əriməsi demək olar ki, tam olaraq torpaq səthinin əhatə edir. Suvarılma aparılmayan əkin sahələrində eroziyanın azaldılmasında bitki təbəqəsi mühüm rol oynayır. Belə ki, bitki təbəqəsi yağan yağış damcılarının torpaq səthinə təsirini minimuma endirərək mühüm rol oynayır [2].

Yuxarıda da qeyd etdiyim kimi eroziyanın iki tipi vardır: su və külək eroziyası. Əsasən Böyük Qafqazın cənub, qismən şimal-şərq yamaclarında, dağlıq sahələrdə su eroziyasına daha çox təsadüf edilir.

Su eroziyasının aşağıdakı növləri vardır.

1. Yağışları xüsusiyyətinə görə su eroziyası
2. Su tutma xüsusiyyətinə görə su eroziyası
3. Torpağın xüsusiyyətinə görə su eroziyası
4. Atmosfer xüsusiyyətinə görə su eroziyası

Suyun böyük qisminin su dövründə yağış kimi dövr etdiyindən, yağışları su eroziyasının əsas səbəbkarı kimi hesab etmək olar. Əlavə olaraq da yağıntının fasiləsiz yağması, yağıntının mövsümi paylanması, yağıntının miqdarı ona mənfi təsir göstərir. Yağışın fasiləsiz yağması və yağan yağışın miqdarı çox olduğu təqdirdə eroziyanın şiddətli olması yüksək olur. Hazırkı iqlim dəyişkənliyi kontekstində yağıntıların mövsümi paylanması mühüm əhəmiyyət kəsb edir [7].

Eroziyaya məruz qalan hər torpaq növü suyun təsirinə fərqli reaksiya verir. Torpaqlar yerdən yerə görə dəyişir. Torpağın təsir edən xassələri: fiziki, bioloji və kimyəvi xassələridir. Fiziki xassə dedikdə quruluşu, tərkibi, sıxlığı, məsaməliyi aiddir. Kimyəvi xassəsi onun hidrogen göstəricisi (pH), müsbət ionu, qida maddələrinin tərkibi aiddir. Bioloji xassəsi isə bitki təbəqəsinin, torpaq faunasının,

mikroorqanizmlərin olması və ya olmamasıdır [1].

Hava şəraiti və iqlim şəraitində bölgədə su ilə eroziyaya əhəmiyyətli dərəcədə kömək edir. Hava hadisələri bitki təbəqəsinin bioloji dövrü ilə yanaşı hidroloji dövrünə də təsir göstərə bilər [6].

Eroziyanın digər növü olan külək eroziyası Respublikamızın torpaq örtüyünə böyük ziyan vurur. Külək eroziyası ən çox Abşeron yarımadasında, Qobustanda, Xaçmaz – Dəvəçi, Giləzi – Qaradağ- Ələt dəniz sahillərində, Ceyrançöl, Mil, Muğan çöllərində daha çox təsadüf olunur. Hər il külək eroziyası nəticəsində kənd təsərrüfatı sahələrinə külli miqdarda zərər verir. Torpağın üst təbəqəsi külək eroziyası nəticəsində uçurularaq öz münbitliyini itirir, əldə olunacaq məhsulun miqdarı azalır və yaxud tamamilə yararsız hala düşür. Ölkəmizdə külək eroziyası səbəbindən yararsız hala düşmüş torpaqların ümumi sahəsi 200,000 ha-dır. Bir çox alimlərin hesablamalarına əsasən 2.5 sm qazılmış torpaq təbəqəsindən hər hektarda 1500 kq kompost, 0.45- 1 ton azot, 0.1–0.2 ton fosfor, təxminən 3500 kq kalium çıxarılır. Külək eroziyası ilə birlikdə, kənd təsərrüfatı ərazilərini, meyvə bağlarını, kanalları, magistral yolları, dəmir yollarını, tikinti meydançalarını və s. sahələri əhatə edən küləyin uçuraraq gətirdiyi qum və başqa materialların əmələ gətirdiyi problemlərin qarşısını almaq o qədər də asan deyil [2].

Eroziyanın başqa bir növüdə suvarma eroziyasıdır. Kənd təsərrüfatı bitkilərinin suvarıldığı dövrdə meydana çıxır. Az suvarma, torpağa həddindən artıq suyun vurulması, ərazinin selləmə yolu vasitəsilə aparılması nəticəsində əkin sahələrindəki xırda hissəciklər yuyulur və torpağın keyfiyyəti zəifləyir. Bu hadisə dik yamaclarda intensiv olur. Bütün suvarılan ərazilərdə rast gəlmək olur.

Torpaqların şoranlaşması: Respublika ərazisində ən böyük problemlərdən biri də torpaqların şoranlaşmasıdır. Respublika ərazisində şoranlaşmaya məruz qalmış torpaqların sahəsi 2 mln hektardan çoxdur. Ən çox şoranlaşmaya məruz qalan 1.32 mln hektar ərazini əhatə edən Kür-Araz ovalığının payına düşür.

Ölkə ərazisində suvarılan 1.43 mln hektar torpaqların 600 min hektardan çoxu şorlaşmaya məruz qalmışdır. Bu torpaqların 224 min hektarı daha kəskin şorlaşmış torpaqlardır. Şorlaşmış torpaqları Naxçıvan Muxtar Respublikasında, qismən Abşeron yarımadasında, Siyəzən, Xızı rayonlarında və s. yerlərdə mövcuddur. Şorlaşmaya qarşı tədbirlər zamanın da görülməzsə, onun sahəsi genişlənir, bitki qatının və torpaqların daha böyük sahədə deqradasiyasına səbəb olur [4].

İrriqasiya qaydalarına düzgün riayət edilmədikdə, əvvəllər şoran olmayan və ya hərtərəfli yuyulduqdan sonra düzgün istifadə olunmayan ərazilər şoranlaşır. Bu hadisə sahələrin təkrar şorlaşması adlanır.

Respublika ərazisində torpaqlar ağır təsirlərə məruz qalırlar. Bunun nəticəsi müasir antropogen müqavimət şəraitidir. Uzun illər insan sənaye, kənd təsərrüfatı, məişət və s. fəaliyyəti səbəbindən Respublikada yaralı torpaq sahələri azalır, münbitliyi isə zəifləyir. Bu əslində dünya ölkələrində baş verən global bir problemdir. Torpaq problemi son 60 ildə çox artmışdır. Nəticədə faydalı münbit torpaqların ehtiyatları azalıb, məhsuldarlıq aşağı düşüb [2].

Torpaqların deqradasiyası: Uzun illər aparılan tədqiqatların nəticələrinə əsasən, ölkə ərazisində torpaq ehtiyatları deqradasiyaya uğrayır. Torpaqların deqradasiyaya məruz qalması aşağıdakı amillərdən asılıdır:

- Bioloji fəallığın itirilməsi
- Humusun itirilməsi
- Su, külək nəticəsində torpağın eroziyası
- Torpaqda qida çatışmamazlığının yaranması
- Torpaq da qrunut sularının səviyyəsinin qalxması ilə torpaqların şoranlaşması və şorakətləşməsi
- Kimyəvi – texnoloji və kimyəvi maddələrin itirilməsi
- Torpaqda nəmliyin azalması
- Neft yataqları nəticəsində
- Şəhər, yol, kanal, hava limanı, uşaq meydançaları, su obyektləri, borular, bataqlıq və s. torpaqların deqradasiyaya məruz qalmasına səbəb olur.

Respublika ərazisində torpaq örtüyünün coğrafi ekologiyasının yaxşılaşdırılması üçün bir sıra tədbirlərin görülməsi tələb olunur. Bu tədbirlərə aşağıdakılar aiddir: torpaq ehtiyatları və əmək vasitələrinin üzərində mülkiyyət predimentinin dəyişdirilməsi, eroziya təhlükəsi ilə mübarizə, su və torpaq ehtiyatlarının inventarlaşdırılması, torpaq qanunu, torpağın istifadəyə yararlılığının qiymətləndirilməsi, meliorasiya və irriqasiya sistemlərinin həyata keçirilməsi, torpağın münbitliyinə və suvarma suyunun keyfiyyətinə nəzarət və s. [2].

Torpaqların neftlə çirklənməsi: Azərbaycan Respublikasının 30 000 hektarı neftlə çirklənərək yararsız hala düşmüşdür. Neftlə çirklənərək yararsız hala düşmüş torpaqların əsas hissəsi, Abşeron yarımadasının payına düşür. Bu da 25000 hektardan çox ərazini əhatə edir. 50 hektardan çox ərazini Şirvanneft və Salyanneft, az hissəni isə Siyəzən neft və digər balaca yataqlar təşkil edir. Külli miqdarda quyu suyunun və neft məhsullarının səthə axıdılması, yeraltı suların səviyyəsinin qalxmasına və torpağın yenidən şoranlaşmasına gətirib çıxarır. Abşeron yarımadasında torpağın üst təbəqəsinin deqradasiyasına və çirklənməsinə səbəb, ətraf mühitin mühafizəsi nəzərə alınmadan neftin qazılaraq çıxarılması, neft yataqlarına düzgün riayət olunmaması, neft və qazın, kimyəvi yaxud radioaktiv maddələrin, yüksək minerallaşmış tullantıların yer səthinə axıdılması səbəb olur. Respublikada daha çox çirklənmə Abşeron yarımadasının Binəqədi, Sabunçu, Suraxanı və Xəzər rayonlarının neft mədənləri ilə əhatə olunmuş ərazilərində müşahidə olunur. Bu torpaqların rekultivasiyası olduqca çətinidir [3].

Torpaqların texnogen çirklənməsi: Mədən tullantılarının yaratdığı çirklənmə texnogen çirklənmə adlanır. Texnogen çirklənməyə daha çox Azərbaycanın Daşkəsən rayonunda yerləşən, Daşkəsən sənaye kompleksində rast gəlinir. Bu növ çirklənmə 1200 hektar ərazini əhatə edir. Qaya layları bu ərazinin 500 hektarını əhatə edir. Alunit mədən layları Daşkəsəndə 300 hektar sahəni, kobalt mədən layları isə 25 hektar sahəni əhatə edir. Gədəbəydə yerləşən mis mədən süxurlarının sahəsi 150

hektardır. Meliorativ işlərin bu cür laylarda aparılması əlverişlidir [2].

Abşeron yarımadasında torpaq səthinin pisləşməsi və yararsız hala düşməsi bir sıra amillərdən asılıdır. Bu amillərə neft və qaz hasilatı, onların çıxarılması; tikinti obyektlərinin tikintisi və tikintidə istifadə olunacaq materialların istehsalı; sənaye, tikinti və məişət tullantılarının utilizasiyası, torpaq eroziyası aiddir. Bunun nəticəsində Abşeron yarımadasında suvarılan torpaq sahələri azalmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. B.H.Əliyev. Abşeron yarımadasının ekoloji problemləri və onların həlli yolları; Dərs vəsaiti. 226 səh. Bakı- 2022
2. Əhmədzadə Əhməd Cümə oğlu, Həşimov Ağamir Calal oğlu. Meliorasiya və su təsərrüfatı sistemlərinin kadastrı. Bakı. Azərnaşr, 2006, 272 səh.
3. Xəlilov Ş.B. Azərbaycanın ekocoğrafi problemləri. Bakı, «Nafta-Press» nəşriyyatı, 2006, 160 s.
4. Məmmədov Q.Ş., Həşimov A.C., Cəfərov X.F. Şorlaşmış və şərəkət-ləşmiş torpaqların ekomeliorativ qiymətləndirilməsi. Bakı 2005
5. N.M.İsmayılov. Neftlə çirklənmiş torpaqların və qazma şlam-larının təmizlənməsi. Bakı, «Təhsil» NPM, 2007, 168 səh.
6. <https://paralel.az/az/article/298533>
7. <https://geopard.tech/blog/how-to-deal-with-water-erosion/>

NƏTİCƏ

Respublikanın ümumi torpaq sahəsi 8.6 mln. hektardan çoxdur. 4,5 mln. hektarı əkinə yararlı torpaq sahələridir. 1.43 mln. hektarı isə suvarılan torpaqlardır. Abşeron yarımadasında Respublika əhalisinin 40%-i, 70-80%-i isə sənaye potensialı yerləşir. Bu da ərazidə ekoloji problemin olmasına və nəticədə tor-

paqların yararsız hala düşməsinə səbəb olur. Abşeron yarımadasının torpaqları külək və su eroziyası, yeraltı suların səviyyəsinin qalxması, degradasiya, neft və neft məhsullarının çıxarılması, texnogen çirklənmə səbəbindən yararsız hala düşür.

RESULT

The total land area of the republic is more than 8.6 million ha. 4.5 million ha are arable land. 1.43 million ha are irrigated lands. 40% of the population of the republic and 70-80% of the industrial potential are located on the Absheron peninsula. This leads to ecological problems in the area and, as a result, the lands become unusable. The lands of the Absheron peninsula become unusable due to wind and water erosion, rising groundwater levels, degradation, extraction of oil and oil products, and technogenic pollution.

РЕЗУЛЬТАТ

Общая площадь земель республики составляет 8,6 млн га. больше, чем ха. 4,5 млн гектаров земель, пригодных для возделывания. 1,43 млн. Да, это орошаемые земли. На Апшеронском полуострове проживает 40% населения республики и сосредоточено 70–80% ее промышленного потенциала. Это вызывает экологические проблемы в этом районе и в конечном итоге делает землю непригодной для использования. Земли Апшеронского полуострова приходят в негодность из-за ветровой и водной эрозии, повышения уровня грунтовых вод, деградации, добычи нефти и нефтепродуктов, а также техногенного загрязнения.

Məqaləyə AzMIU-nun "Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi" kafedrasının dosenti A.İ. Hacıyev rəy vermişdir.

**AĞILLI ŞƏHƏRLƏRDƏ SU TƏCHİZATININ RƏQƏMSALLAŞDIRILMASI:
PROBLEM VƏ PERSPEKTİVLƏR**

Son illərdə şəhərlərin davamlı inkişafı və effektiv idarə olunması üçün müxtəlif texnologiyaların tətbiqinə geniş yer verilir. Ağıllı şəhərlər texnoloji inqilabın əsas hərəkətverici qüvvəsi olaraq, resursların ekoloji tarazlığı qoruyaraq daha səmərəli idarə edilməsini təmin edir. Xüsusilə suyun idarəçiliyi bu prosesdə kritik rol oynayır, çünki o, təkcə insan həyatı üçün vacib deyil, həm də onun global miqyasda səhsiz istifadəsi əsas prioritetlərdəndir. İnnovativ su idarəetmə sistemlərinin rəqəmsal çevrilməsi, şəhərlərin infrastrukturunu daha dinamik idarə etməyə və ehtiyatsız israfə mane olmağa kömək edir. Bu məqalədə ağıllı şəhərlərdə su təchizatının rəqəmsallaşdırılması, tətbiq edilən texnologiyalar və üzləşilən əsas çətinliklər təhlil olunacaq.

Şəhərlərdə suyun rəqəmsal idarəçiliyi təkcə boru kəmərləri və nasos stansiyaları kimi fiziki komponentləri deyil, həm də məlumatların real vaxt rejimində səmərəli şəkildə ötürülməsini və emal edilməsini zəruri edir. Bu prosesdə əsas rol oynayan texnologiyalar arasında İnternet əşyaları (IoT) və Böyük Verilər (Big Data) sistemləri xüsusi yer tutur. Ağıllı sensorlar hər saniyə su istehlakı haqqında məlumat toplayaraq mərkəzi kompüter sistemlərinə göndərir. Bu texnologiya suyun daha qənaətcil və effektiv idarə edilməsini mümkün edir. Daha sonra, bu məlumatlar suyun təzyiqi, keyfiyyəti, axın sürəti və s. kimi müxtəlif parametrlərini izləməyə imkan verir. Məlumatların toplanması və analizi, sistemin daha optimal olmasına və resursların da daha diqqətli və səmərəli istifadəsinə kömək edir.

Böyük verilənlər sistemləri də ağıllı su təchizatı sistemləri üçün ən vacib nüanslardan biridir. Şəbəkədən toplanan məlumatlar, məlumat bazasında saxlanılır və müxtəlif alətlər ilə təhlil edilir. Bu təhlil, şəbəkənin

müxtəlif nöqtələrində olan potensial problemləri aşkar etməyə və onların qarşısını vaxtında, heçbir fəlakət baş vermədən qarşısını almağa imkan verir. Məsələn, su sərfiyyatını azaldan və şəbəkədəki problemləri əvvəlcədən təxmin edən model və alqoritmlər bu yolla inkişaf etdirilə bilər. Bu texnologiyalar həmçinin su təchizatının idarə olunması zamanı qərarvermə proseslərini daha operativ həyata keçirməyə imkan verir və mümkün səhvlərin minimuma endirilməsinə şərait yaradır.

Ağıllı su təchizatı sistemlərinin keyfiyyəti bəzi ölkələrin uğurlu təcrübələri nəticəsində bəlli olur. Məsələn, Sinqapurda həyata keçirilən “NEWater” layihəsi çərçivəsində çirkab suları müasir təmizləmə metodları ilə emal edilib və yenidən istifadəyə təqdim olunur. Bu proses isə ağıllı texnologiyalar tərəfindən daimi olaraq izlənilir və nəzarət edilir. Digər bir nümunə olaraq, Barcelona şəhəri göstərilə bilər; burada suyun keyfiyyəti, sərfiyyatı və təzyiqi ağıllı rəqəmsal sistemlər vasitəsilə izlənilir. Bu praktik nümunələr aşkar edir ki, rəqəmsal texnologiyaların düzgün tətbiqi resurslardan istifadənin effektivliyini ikiqat artıraraq, onların idarəetmə prosesində keyfiyyət göstəricilərini yaxşılaşdırır.

Süni intellekt texnologiyasının su təchizatı sistemlərində tətbiqi gün keçdikcə inkişaf edir. Xüsusilə, proqnozlaşdırıcı analitika tətbiq edilərək su sərfiyyatında mümkün olan problemlər öncədən aşkar edilə bilər. İstifadəçilərin su istifadə qaydalarını öyrənən sistemlər, hər evə nə qədər su lazım olduğunu dəqiq hesablayaraq, heç bir damcının boşa getməməsinə təmin edir. Eyni zamanda, Süni intellekt modelləri su borularındakı təzyiq dəyişikliklərini analiz edərək, sızmaların baş verə biləcəyi yerləri əvvəlcədən müəyyən edə

bilir. Bu proseslər, həm infrastrukturun qorunmasına həm də xidmət xərclərinin azaldılmasına töhfə verir.

Ağıllı su təchizatı sistemlərində avtomatlaşdırma mühüm rol oynayır. Məsələn, şəbəkədəki təzyiqi idarə edən və boru kəmərlərindəki axını optimal səviyyəyə gətirən nasoslar, suyun səmərəli şəkildə istifadəçiyə çatdırılmasını təmin edir. Bu innovativ yanaşma təkcə su itkilərini minimuma endirməklə kifayətlənmir, həm də bütün su infrastrukturunu iqlim dəyişikliyi və digər təbii fəlakətlərə qarşı daha davamlı hala gətirir. Bu və bənzər digər texnologiyalar, artan şəhər əhalisinin suya olan tələbatını daha optimal şəkildə idarə etməsinə kömək olur.

Bütün bu texnoloji imkanlarla yanaşı, ağıllı sistemlərin tətbiqi bəzi çətinliklərlə qarşılaşa bilər. Ağıllı şəhərlərdə su təchizatı sistemlərinin rəqəmsallaşdırılmasında əsas problemlərdən biri, mövcud infrastrukturun köhnəlmiş olmasıdır. Araşdırmalar göstərir ki, Avropanın 70%-dən çox şəhərində istifadə edilən su şəbəkələri 50 ildən köhnədir və bu da rəqəmsal texnologiyaların integrasiyasını əhəmiyyətli dərəcədə çətinləşdirir. Yeni texnologiyalarla hazırki sistemlərin integrasiyası üçün yüksək dərəcədə maliyyə və vaxt sərmayəsi tələb olunur. Köhnəlmiş boru və nasoslar innovativ texnologiyalarla uyğunlaşa bilmədikdə, şəbəkənin dayanıqlılığı və səmərəliliyi zəifləyir.

Maliyyə məsələləri də Ağıllı su təchizatı sistemlərinin quraşdırılmasında böyük və əhəmiyyətli bir maneədir. Ağıllı su təchizatı sistemlərinin qurulması yüksək ilkin sərmayə tələb edir. Lakin bu investisiyalar, sistemin uzun müddət istifadə olunmasından sonra öz nəticəsini verir, çünki suyun səmərəli istifadəsi və şəbəkələrin optimallaşdırılması sayəsində digər xərc xərcləri azalmağa başlayır. Lakin, maliyyə məhdudiyyətləri ilə üzləşən bir çox şəhərdə bu yatırımı qarşılanması böyük çətinlik yarada bilər.

Bununla yanaşı, sosial və hüquqi məsələlər də bu texnologiyaların quraşdırılması üçün ciddi maneələr yaradır. İctimaiyyətin ağıllı su sistemlərinə etimadsızlığının əsas

səbəbi şəxsi məlumatların istifadəsi və saxlanması ilə bağlı şəffaflığın olmamasıdır. Bu sahədə etik qaydaların və açıq siyasətlərin hazırlanması vətəndaşların etimadını qazanmaq üçün vacib addımdır.

Ağıllı su təchizatı sistemlərinin rəqəmsallaşdırılması ilə əldə edilən məlumatların kiber hücumlardan qorunması və təhlükəsizlik təmin edilməsi ən yüksək prioritetdir. İnternetə bağlı İoT cihazları və SCADA sistemləri, geniş miqyasda məlumatları yığaraq, mərkəzi idarəetmə sistemlərinə ötürür. Lakin bu proses sistemi potensial kiber hücumlara qarşı həssas edir. Bu tərz hücumlar nəticəsində məlumatların ələ keçirilməsi, nasosların sıradan çıxarılması və fəaliyyətində problemlərin yarandılması mümkündür. Ağıllı su şəbəkələrində end-to-end şifrələmə texnologiyalarının və kvant-kriptoqrafiya üsullarının tətbiqi mütləq prioritet olmalıdır. Təhlükəsizlik sistemlərindəki hər hansı bir zəiflik nəinki infrastrukturun işinin pozulmasına, həm də ekoloji tarazlığın geri dönməz şəkildə pozulması risklərinə gətirib çıxara bilər.

Azərbaycanda da su təchizatı sistemlərinin avtomatlaşdırılması istiqamətində ilkin addımlar atılsa da, bu sahədə daha böyük təd-birlərə ehtiyac var."Azərsu" ASC kimi qurumlar bəzi ərazilərdə SCADA sistemlərini tətbiq etsə də, bu sistemlərin digər ərazilər üzrə də genişləndirilməsi hələ ki reallaşmayıb. Lakin ölkədə ağıllı sistemli layihələrinin aktuallığı bu sahədə yeniliklərin gələcəkdə daha geniş şəkildə istifadə olunacağına ümid yaradır. Bu baxımdan, gələcək planlar və strategiyalara ağıllı su sistemlərini də daxil etmək vacibdir.

Ağıllı şəhərlərdə su təchizatının rəqəmsallaşdırılması, şəhər infrastrukturunun ideallaşdırılması və su resurslarının daha səmərəli istifadə edilməsi baxımından böyük bir potensiala malikdir. İnternet of Things və Big Data kimi texnologiyalar, su itkilərinin azaldılması, problemlərin öncədən təxmin edilməsi və suyun istifadəçilərə çatdırılma prosesinin daha səmərəli hala gəlməsi baxımından əhaliyə müstəsna imkanlar təqdim edir. Gələcək araşdırmalar ağıllı su təchizatı sistem-

lərində süni intellekt sistemlərinə yönəlməlidir. Bu texnologiyalar sayəsində su itkisi və nasazlıqların avtomatik şəkildə aşkar edilməsi, öncədən proqnozlaşdırılması, eləcə də resursların daha səmərəli istifadə olunması mümkün olacaqdır. Süni intellekt tətbiq olunmuş sistemlər yalnız şəbəkələrin mövcud vəziyyətinin optimallaşdırılmasına deyil, həm də gələcəkdə tamamilə avtomatlaşdırılmış, sürətli və proqnozverici su təchizatı infrastrukturunun qurulmasına şərait yaradacaqdır. Bu baxımdan, texnologiyanın hazırkı inkişaf prosesini nəzərə alaraq elmi tədqiqatların bu istiqamətdə dərinləşdirilməsi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Lakin, hazırkı infrastrukturun köhnə olması, maliyyə resursları və qanunvericilik məsələləri kimi bəzi problemlər, bu texnologiyaların tətbiqinə mane ola bilər. Gələcəkdə, yeni texnologiyaların inkişafı və əhalinin onlara adaptasiyası ilə bu çətinliklər getdikcə həll olacaq və ağıllı su təchizatı sistemləri daha geniş miqyasda tətbiq olunmağa başlayacaqdır. Azərbaycanda isə bu texnologiyaların tətbiqi üçün dövlət proqramlarında mütləq bu mövzu barədə yeni xüsusi maddələr əlavə olunmalı, yerli infrastruktur yenilənməli və bu keçidə hazırlanmalıdır. Bununla yanaşı, ağıllı şəhərlərdə su təchizatı sistemlərinin tətbiqi sadəcə texnoloji inkişaf deyil, həm də gələcəyimiz ilə bağlı mühim ekoloji faciələrin qarşısını almaq üçün böyük şansdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Angelakis, A.N., & Bontoux, L. (2001). *Urban Water Management: Ancient Lessons for Sustainability*. IWA Publishing.
2. Alves, H., et al. (2020). "IoT-Based Smart Water Management Systems: A Review." *Journal of Environmental Management*, 260, 110-125.
3. World Bank. (2017). *Smart Cities for Sustainable Development*. World Bank Publications.
4. Smith, L. (2022). "Integration of AI in Urban Water Supply Systems". *Proceedings of the International Conference on Smart Infrastructure*, 45-58.
5. Smart Cities Council. (2023). *Water Ma-*

agement in Smart Cities.

6. Tortajada, C., & Joshi, Y. K. (2021). "Singapore's NEWater: A Global Benchmark for Water Reuse." *International Journal of Water Resources Development*, 37(4), 553-570.
7. Khan, M., et al. (2023). "Cybersecurity Challenges in Smart Water Systems." *Journal of Smart Infrastructure*, 12(2), 100-113.

Yusifov E.A., Hacıyev N.E.

*Azerbaijan University of
Architecture and Construction*

Digitalization of water supply in smart cities: challenges and perspectives

ABSTRACT

The digitization of water supply in smart cities is one of the key priorities for modern cities. The integration of digital technologies, especially the Internet of Things and Big Data systems, is crucial for the efficient use of water resources and the improvement of water supply networks. These technologies allow real-time monitoring of parameters such as water quality, pressure, and flow rate, with problems predicted and quickly addressed. Automated systems and smart pumps ensure the delivery of water to users in a higher quality and prevent water wastage. However, there are obstacles in the implementation of these systems, such as outdated infrastructure, high financial costs, and legal challenges. Additionally, the public's adaptation to these technologies and the security of citizens' data require special attention. In the future, the optimization of smart water supply systems will rely on the application of artificial intelligence and cloud-based technologies. These technologies will enable the fast processing of data, allowing systems to react in a timely manner and develop conservation strategies. As a result, technical efficiency will increase, encouraging responsible behavior towards water usage, while improving the quality of life and ensuring ecological

sustainability.

Keywords: smart water supply, urban infrastructure, water management.

Юсифов Э.А., Гаджиев Н.Э.

*Азербайджанский Университет
Архитектуры и Строительства*

Цифровизация водоснабжения в умных городах: проблемы и перспективы

РЕЗЮМЕ

Цифровизация водоснабжения в умных городах является одним из основных приоритетов для современных городов. Для эффективного использования водных ресурсов и улучшения качества сетей водоснабжения, интеграция цифровых технологий, особенно Интернета вещей и систем больших данных, имеет большое значение. Благодаря этим технологиям можно в реальном времени отслеживать такие параметры, как качество воды, давление и скорость потока, а проблемы предсказываются и решаются быстро. Автоматизированные системы и умные насосы способствуют более качественной дос-

тавке воды пользователям и предотвращают ее перерасход. Однако в процессе внедрения этих систем существуют препятствия, такие как устаревшая инфраструктура, высокие финансовые затраты и юридические сложности. Также необходимо уделять особое внимание привыканию общества к этим технологиям и безопасности данных населения. В будущем для оптимизации систем водоснабжения в умных городах важным станет внедрение технологий искусственного интеллекта и облачных вычислений. Эти технологии позволят быстро обрабатывать данные, обеспечивая оперативную реакцию систем и разработку стратегий экономии. В результате увеличится техническая эффективность, будет способствовать ответственному отношению населения к водным ресурсам, а также повысится качество жизни и обеспечится экологическая устойчивость.

Ключевые слова: умное водоснабжение, городская инфраструктура, управление водными ресурсами.

*Məqaləyə AzMIU-nun "Mühəndis sistemləri
və qurğularının tikintisi" kafedrasının
dosenti M.A. Əliyev rəy vermişdir.*

UOT631.6

ƏLİYEV B.H. ƏHMƏDOVA A.R. ABDULLAZADƏ A.Z.

AzMIU

ABŞERON YARIMDASININ SUVARMA SİSTEMLƏRİ VƏ ONLARIN MÜASİR VƏZİYYƏTİ

Respublikamızın kifayət qədər su çatışmayan rayonlarında o cümlədən Abşeronda kənd təsərrüfatı bitkilərindən yüksək və sabit məhsul götürmək üçün suvarma ən vacib, təxirəsalınmaz amillərdən biri hesab olunur. Belə ki, kənd təsərrüfatı bitkilərinin vegetasiya dövründə və ya müəyyən inkişaf fazalarında təbii rütubət çatışmamasına görə bitkilərin suvarılması zərurəti yaranır. Suvarma torpağın münbitliyini bərpa edən elementlərdən

biri olub bitkinin su tələbatını ödəməklə yanaşı, həm də torpağın istiliyinə, hava rejiminə, kimyəvi tərkibinə və ondakı bakteriyaların mikrobioloji fəaliyyətinə təsir göstərir.

Günümüzdə uğurlu şəkildə kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalında düzgün qurulmuş suvarma sistemi vacib xarakter daşıyır. Keçən minilliklər zamanı suvarma hərtərəfli araşdırılmış, düzgün suvarma sisteminin yadılması üçün bir sıra vasitələr tətbiq olunmuş-

dur, bu da öz növbəsində konsepsiyanın – meliorasiyanın, kənd təsərrüfatı torpaqlarının yaxşılaşdırılması prosesinin tərkib hissəsi kimi nəzərdən keçirilir [2].

Qeyd olunanlarla əlaqədar insanlar əsasən qida və su çatışmazlığı problemləri ilə qarşılaşır. 1-ci halda torpaqların suvarılmasında məhsuldarlığı artırmağa imkan verirsə, 2-ci halda isə yalnız çatışmazlığı artırır.

Kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı zamanı yüksək məhsuldarlıq almaq üçün bir neçə amil əsas rol oynayır. Kənd təsərrüfatı bitkiləri becərilməyə başlandığı dövürdən etibarən suvarmadan istifadə olunur [5].

Suvarma torpağa suyun süni şəkildə, müxtəlif borular, nasoslar və spreylər sistemləri vasitəsilə verilməsi prosesidir. Torpaqların suvarılması ərazidə olan bitkilər üçün, az yağışın yağması və kifayət qədər su mənbələri olmadığı halda tətbiq olunur, həmçinin davamlı olaraq yağışın yağmaması, ərazidə quraqlığın hökm sürməsi ilə əlaqədar suvarmadan istifadə olunur. Suvarmanın bir çox növləri vardır. Bəzi növlərində su bərabər şəkildə bütün sahəyə verilir, bəzilərində isə su damcılar vasitəsilə bitkinin kök zonasına vurulur [4].

Abşeron Suvarma Sistemləri İdarəsi tərəfindən rayon ərazisində meliorativ tədbirlər davam edir. İdarə yaz-yay suvarma mövsümü çərçivəsində Abşeron magistral kanalında genişmiqyaslı kollektor və drenaj şəbəkələrinin lildən və tullantılardan təmizləmə işlərini artıq yekunlaşdırıb. Bu kanal yarımadaının əsas suvarma kanalı hesab olunur. Samur-Abşeron kanalının davamı olaraq Ceyranbatan su anbarından başlayaraq Gürgən qəsəbəsi ərazisində Xəzərə tökülür. Kanalın uzunluğu 72 km təşkil edir. Təsərrüfat daxili hissələrdə su borulardan istifadə etməklə ötürülür. Magistral kanal üzərində mövcud olan 40 ədəd nasos stansiyaların hər birinə baxış keçirilib və təmir işləri aparılıb. Hazırda nasos stansiyalar sayəsində bütün böyük təsərrüfatlar suvarılır. Suvarılan sahələr zeytun bağları, badam bağları, buğda və arpa sahələridir. Su magistral kanaldan və onun açıq qollarından nasoslar vastəsi ilə təsərrüfat daxili şəbəkəyə vurulur. Basqılı boru kəmərinin ümumi uzun-

luğu 1056 km, açıq qollarının uzunluğu isə 37 km-dir. Abşeronun suvarma sistemi yağış tipli suvarma növünə görə hesablanmışdır. Yarımadaının demək olar ki, bütün ərazisi qapalı sistemlə suvarılır. Burada suvarılan ərazi 25,7 min hektara qədər genişlənmişdir. 10,1 min ha sahənin suvarma sistemi ilə təmin olunması tövsiyyə olunur [1].

İdarə 70 km magistral, 33 km qol kanalları ilə birlikdə ümumi uzunluğu 100 kilometrədən artıq olan Abşeron magistral kanalına xidmət edir ki, hazırda bu kanal bir-neçə istiqamətdə maşın mexanizmlər tərəfindən təmizlənir. İşlər dörd istiqamətdə davam edir. Mütəmadi görülməli işlərə baxmayaraq kanalın bəzi hissələrində, əsasən də yaşayış məntəqələrindən keçən ərazilərdə tez-tez çirklənmə halları baş verir. Hələ də məişət tullantıları kanala atılır (şəkil 1). Buna baxmayaraq görülməli təxirəsalınmaz işlər nəticəsində kanalda suyun normal axını təmin edilir [2].



Şəkil 1.

Qeyd edək ki, Abşeron Suvarma Sistemləri İdarəsi 17 min hektardan artıq suvarılan torpaq sahəsinə xidmət edir. Həmin sahələrdə əkilən müxtəlif növ kənd təsərrüfatı bitkilərinin normalara uyğun olaraq suvarılması idarə tərəfindən mütəmadi olaraq təmin edilir [2].

Suya basdırma üsulu – dənli bitkilərdən olan çəltiyin suvarılmasında, şoran torpaqların yuyulmasında, liman suvarmasında tətbiq olunur. Bu üsuldən istifadə edərkən sahədə xüsusi ləklər quraşdırmaq lazımdır. Ləklər həm eninə, həm də uzununa olaraq bölünür. Ləklər 10÷15 sm su təbəqəsi ilə doldurulur və suyun cazibə qüvvəsinin təsiri ilə su torpağa hopur. Quraşdırılan ləklərin sahəsi torpağın su tutma xüsusiyyətindən, torpağın növündən, suvarma surətindən, yer səthinin yamacından və su sızdırma əmsalından asılı olaraq təyin edilir. Suvarma davamlı olaraq sualtı üsulla aparıldıqda qida maddələri yuyularaq aşağı təbəqələrə ötürülür, temperatur, hava şəraiti və torpağın quruluşu pozulur. Bunun üçün də məhsul yığımından sonra torpağın münbitliyini süni şəkildə artırmaq lazımdır [1].



Şəkil 2.

Torpaqaltı suvarma- Yeraltı suvarma ilə torpaq səthindən müəyyən dərinlikdə və bir birindən uyğun məsafədə yerləşən borular vasitəsilə suvarılacaq sahəyə su verilir. Su borularda olan deşiklər vasitəsilə torpağı nəmləndirir. Digər suvarma üsullarından fərqli olaraq torpaqaltı suvarmada su torpağa yuxarıdan aşağıya doğru deyil, hər hansı dərinlikdə yerləşdirilmiş nəmləndiricilər yaxud deşikli borular vasitəsilə aşağıdan daxil olur [4].

Su açıq suvarma kanallarından yaxud paylayıcı borulardan təzyiqli, təzyiqsiz və vakuum rejimlərində nəmləndiricilərə verilə bilər. Təzyiqsiz sistemlərdə su şəbəkəyə daxil olur və öz axını hesabına borular vasitəsilə hərəkət edir. Təzyiqli sistemlərdə isə su xüsusi nasoslar vasitəsilə şəbəkəyə verilir.

Yeraltı suvarma ilə şəhəratrafi ərazilərdə yaşıllıqların və bir sıra kənd təsərrüfatı bitkilərinin suvarılmasında məişət tullantı və sənaye sularından istifadə edilir. Bu suvarma üsulu intensiv bitkilərin suvarılması üçün sərfəlidir. Məsələn: pambıq, tütün, tərəvəz və s. Çünki bütün tikinti və istismar xərcləri yüksək kapital qoyuluşuna baxmayaraq birinci ildə tam ödənilir[1].

Daha bir suvarma növü olan **damcı üsulu ilə suvarma** Abşeron yarımadasında daha effektiv sayılan üsullardan biridir. Yuxarıda da qeyd etdiyimiz kimi, yarımadanın torpaqlarının çox hissəsi şorandır. Bu torpaqlar damcı üsulu ilə sulandıqda duz suda həll olaraq daha dərin qatlara keçir, nəticədə bitkinin kökləri yayılmış sahə-dərinlik duzsuzlaşır və bitkinin inkişafı üçün əlverişli mühit yaranır. Bu üsul suyun az olduğu, çatışmazlığı şəraitində, dağlıq şəraitdə az məhsuldar şəraitdə çox gözəl effekt verir. Göstərilən şəraitdə ədəbiyyatlarda göstərildiyi kimi damcı üsulu ilə suvarmada damcıladıcılarda suyun bərabər paylanması üçün sistemin texnoloji aparatlarını nasos və başqa komponentləri təkmilləşdirmək lazımdı (şəkil 3) [4].

Zolaqlarla suvarma – öz axını ilə suvarmanın digər növü zolaq suvarma üsuludur. Bu üsulla əsasən buğda, ot bitkiləri, yonca və s bitkilərin suvarılmasında istifadə olunur.

Həmçinin duzlaşmış torpaqların yuyulmasında, rütübətoplayıcı suarmada da zolaq üsulu tətbiq edilir. Ensiz və enli olmaqla zolaqların iki növü vardır. Suvarma zamanı əkiləcək sahədə maillik az olarsa enli, çox olarsa ensiz zolaq tətbiq olunur. Sahənin relyefindən asılı olaraq enli zolaqlarda hər zolağın eni 20-30 sm aralığında olur. [4]



Şəkil 3.

Kənd təsərrüfatı bitkilərinin suvarılmasında enli zolaqların tətbiqi torpağın istifadə əmsalını artırır. Zolaqların uzunluğu aşağıdakı xüsusiyyətlərinə görə təyin edilir:

- Sahənin mailliyinə görə
- Məhsul götürülməsi üçün yetişdirilən bitkinin növünə görə
- Mexaniki tərkibinə görə

Geniş tətbiq olunan daha bir suvarma növü - **şırım suvarma üsuludur**. Bu üsul da Abşeron yarımadasında geniş tətbiq olunur. Səth suvarma üsulunun ən səmərəli növüdür. Bu üsulla suarmada torpaq nisbətən az suvarma norması tələb edir və torpağın strukturu dəyişmir. Şırım suvarma üsulu daha çox

cərgələrlə əkilən bitkilərin suvarılmasında istifadə olunur. Bunlara aiddir: pambıq, tərəvəz bitkiləri, qarğıdalı, çəltik, buğda, meyvə və üzüm bağları və s. Kənd təsərrüfatı bitkiləri şırım üsulu ilə suvarıldığı zaman, torpağın üst təbəqəsində maillik 0.002-0.02 olduğu halda səmərəlidir [1].

Şırım suvarma sistemindən şoran torpaqların yuyularaq yararlı hala salınmasında, çəltiyin yetişdirilməsində istifadə olunur. Nasoslar vasitəsilə su borulardan şırımlara axır. Şırım suarmada yerli sel sularından istifadə edilir.

Şırımlar bir-birindən aşağıdakı xassələrinə görə fərqlənilir:

- Dərinlik
- En kəsiyin quruluşuna görə
- Uzunluğa
- Aralarındakı məsafəyə görə
- Suyun torpağa hopmasına görə
- Suyun axma sürətinə görə

Şırımlar dərinliyinə görə dayaz, orta və dərin olurlar. Dayaz şırımlarda dərinlik 8-12 sm aralığında, orta dərinlikli şırımlarda 12-16 sm, dərin dərinlikli şırımlarda isə 16-22 sm olur [5].

Hazırkı dövrdə t.e.d., prof. Bəhram Hüseyn oğlu Əliyev tərəfindən bitkiləri vegetasiya dövründə fasiləsiz su ilə təchiz etmək üçün müasir avtomatik suya qənaət edən suvarma, texnika və texnologiyalar sistemi yaradılmışdır. Bu sistemə aiddir:

- İmpulsu yağışlı sistem;
- İmpulsu su buraxma sistemi;
- Damcı üsulu ilə suvarma sistemi

İmpulsu yağışla sulama sistemində kənd təsərrüfatı bitkiləri tələbatına görə sulanır [1].

Sulama sistemi həyata keçirmək üçün Eroziya və Suvarma Elmi Tədqiqat İnstitutu tərəfindən mikrosuvarma və polietilen şlanqlardan istifadə etməklə suvarma mexanizmləri irəli sürülmüşdür [3].

Hansı suvarma üsulundan tətbiq olunduğu zaman, torpağın növü nəzərə alınmalıdır. Qeyd edək ki, torpağın quruluş və teksturası torpaqda suyun bölgüsü baxımından əhəmiyyətli olduğuna görə müvafiq suvarma metodu seçilməlidir.

Misal olaraq qeyd edə bilərik ki, yüngül tərkibli torpaqlarda çiləmə üsulu, ağır tərkibli torpaqlarda damcı suvarma effektivdir. Bunun səbəbi isə ağır torpaqlarda kapilyar hərəkətin, yüngül torpaqlarda isə yüksək səviyyədə suyun paylanması vahidliyi ilə əlaqədardır.

Hansı suvarma üsulunun tətbiq olunacağına qərar verərkən, hava şəraiti və iqlim nəzərə alınmalıdır. Suvarmanın çiləmə növündən istifadə, küləkli şəraitdə əlverişli deyil. Lakin damcılarla suvarma üsulu müsbət xüsusiyyətlərə malikdir. Həmçinin çiləyicilərdən temperaturun çox və buxarlanmanın olduğu yerlərdə istifadə olunması üstünlük təşkil edir [3].

Beləliklə, ölkəmizdə torpaqların meliorativ yolla yuyulub əkin üçün yararlı hala salınıb istifadə edilməsinin artırılması daim diqqət mərkəzində olmuşdur. Torpaqların meliorasiyası və onlardan kənd təsərrüfatı üçün istifadə məsələləri kompleks qaydada həll edilməsi qarşıya məqsəd qoyulmuşdur. Bunun üçün suvarılan və qurudulan torpaqların istifadə səmərəliliyi yüksəldilməli, su təsərrüfatı tikintisinin texniki səviyyəsi və keyfiyyəti yaxşılaşdırılmalıdır. Suyu qənaətlə işlədən suvarma texnologiyalarına keçməli, su ehtiyatlarından və yararlı torpaq sahələrindən səmərəli istifadə etmək üçün tədbirlər hazırlanmalı və həyata keçirilməlidir. Hazırda ölkəmizdə suvarma əkinçiliyində çox zəhmət tələb edən işləri mexanikləşdirmək, avtomatlaşdırmaq, əməyin məhsuldarlığını artırmaq üçün yeni texnoloji avadanlıqlar istehsal olunaraq təkmilləşdirilməkdədir.

Abşeron yarımadasının suvarma sistemləri və onların müasir vəziyyəti

XÜLASƏ

Ümumi sahəsi 222 min hektar olan Abşeron yarımadasının böyük bir hissəsini şoran torpaqlar, o cümlədən 33 min hektarını yararsız torpaqlar, 10,6 min hektarını isə neftlə çirklənmiş torpaqlar təşkil edir. Burada yağıntının az olması və yarımada yeganə Sumqayıt çayının olması, həm də bildiyimiz kimi yayda bu çayda suyun olmaması təsər-

rüfatları süni surətdə su ilə təmin etmək məcburiyyətində qoyur. Yararsız torpaqların kifayət qədər ciddi rəqəmlər olduğunu nəzərə alaraq deyə bilərik ki, belə ərazilərdə suvarma sistemlərinin yaradılmasına böyük ehtiyac var. Bunun üçün də məqalədə Abşeron yarımadasında istifadə olunan suvarma sistemləri və onların tətbiqi barədə bir sıra vacib nüanslar qeyd etmişik.

***Açar sözlər:** meliorasiya, suvarma, texnoloji aparatlar, kollektor-drenaj şəbəkələri.*

Irrigation systems of the Absheron Peninsula and their current status

SUMMARY

A large part of the Absheron Peninsula, with a total area of 222 thousand hectares, is made up of saline soils, including 33 thousand hectares of waste lands, and 10.6 thousand hectares of oil-contaminated lands. The low rainfall here and the presence of the only Sumgayit River on the peninsula, as well as the lack of water in this river in the summer, as we know, force farms to provide water artificially. Considering that there are quite serious numbers of waste lands, we can say that there is a great need to create irrigation systems in such areas. For this reason, in the article we have noted a number of important nuances about the irrigation systems used on the Absheron Peninsula and their application.

***Keywords:** land reclamation, irrigation, technological devices, collector-drainage networks, etc.*

РЕЗЮМЕ

Оросительные системы Апшеронского полуострова и их современное состояние

Значительную часть Апшеронского полуострова, общей площадью 222 тыс. га, составляют засоленные почвы, в том числе 33 тыс. га - бросовые земли, а 10,6 тыс. га - нефтезагрязненные земли. Малое

количество осадков здесь и наличие единственной на полуострове реки Сумгаит, а также маловодность этой реки в летний период, как известно, вынуждают хозяйства обеспечивать водой искусственно. Учитывая наличие довольно значительного количества бросовых земель, можно сказать, что существует большая потребность в создании оросительных систем на таких территориях. Поэтому в статье мы отметили ряд важных нюансов, связанных с используемыми на Апшеронском полуострове оросительными системами и их применением.

Ключевые слова: мелиорация, орошение, технологические сооружения, коллекторно-дренажные сети и т.

UOT 631.626

PAŞAYEV E.P., RÜSTƏMOVA R.Q.,

BƏHRAMTƏPƏ HIDROQOVŞAĞININ VAXTAŞIRI YUYULAN SUDURULDUCU QURĞUSU

Giriş. Bəhrəmtəpə hidroqovşağında yerləşən sudurulducu qurğu, Araz çayından götürülən suyun ilkin təmizlənməsi və çöküntülərdən azad edilməsi üçün mühüm texniki mərhələləri özündə birləşdirən kompleks mühəndis quruluşudur. Bu qurğu, giriş hissədən başlayaraq avankamera, durulma kameraları, yuma sistemi və çıxış kamerası kimi bir neçə əsas texniki komponentlərdən ibarətdir. Bu hissələrin hər biri suyun axın dinamikasını tənzimləmək, çöküntüləri süzmək və son mərhələdə təmizlənmiş suyun təsərrüfat məqsədlərinə yönləndirilməsini təmin etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Məqalədə bu qurğunun ayrı-ayrı hissələrinin texniki göstəriciləri və funksional rolu geniş şəkildə təhlil olunur.

a) Giriş hissə və avankamera. Bu hissə sudurulducu qurğunun ilkin mərhələsi hesab olunur və Araz çayının axını istiqamətində sol sahildə yerləşir. Giriş hissənin əsas funksiyası Araz çayından gələn suyun qurğuya düzgün, nizamlı və kontrollu şəkildə ötürülməsini təmin etməkdir. Bu hissədə yerləşən suqəbuledi-

ƏDƏBİYYAT

1. B.H. Əliyev. Abşeron yarımadasının ekoloji problemləri və onların həlli yolları; Dərs vəsaiti., 226 səh. Bakı- 2022
2. Ekologiya və Su Təsərrüfatı jurnalı- N4. "POLİTEX MMC". 2018.
3. Məmmədov Q.Ş. Torpaqşünaslıq və torpaq coğrafiyasının əsasları. Bakı: "Elm", 2007.
4. C.Ə.Hacıyev, E.R.Allahverdiyev, A.Q. İbrahimov.Suvarma əkinçiliyi. Dərslik. Bakı-2012
5. <https://az.wikipedia.org/wiki/Suvarma#>

Məqaləyə AzMİU-nun "Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi" kafedrasının dosenti A.İ. Hacıyev rəy vermişdir.

edici və yuyucu qapılar, suyun axın istiqamətinə uyğun yerləşdirilmişdir və hər biri müxtəlif texniki parametrlərə malikdir [1].

Qurğuda ümumilikdə 4 ədəd yuyucu qapı yerləşdirilib. Bu qapıların ölçüləri $b_h=5.0 \times 1.2$ metr, gücü isə 7.5 kilovat təşkil edir və ön tərəfdə yerləşdirilmişdir. Digər tərəfdən, suqəbuledici qapılar da 4 ədəddir və ölçüləri $b_h=5.0 \times 3.0$ metr, gücü isə 7.5 kilovat olmaqla arxada yerləşir. Bu qapılar suyu birbaşa Araz çayından alaraq, sudurulducunun içərisinə ötürür [2]. Qapıların yerləşmə bucağı və ölçüləri elə hesablanıb ki, suyun sürəti minimuma enərək kameraya daxil olsun və bu, lilin çökdürülməsini asanlaşdırır.

Avankamera isə giriş hissə ilə durulma kamerası arasında yerləşir və axının sabitləşdirilməsi, suyun bərabər paylanması, eləcə də enerji itkisini minimuma endirmək məqsədi daşıyır. Bu kameranın girişində işçi eni $b=28.0$ metr, son hissədə isə $b=15.0$ metr təşkil edir. Bu fərq axının geniş sahədən daha dar sahəyə keçməsinə təmin edir və nəticədə axın sərfi azalır, suyun hündürlüyü isə sabit

qalır. Bu mexanizm sayəsində, durulma prosesi üçün optimal hidravlik şərait yaranır.

b) Sudurulducu qurğunun əsas durulma kamerası və yuma kamerası. Sudurulducunun əsas funksional bölməsi durulma və yuma kameralarından ibarətdir. Bu hissədə 9 ədəd böyük durulma kamerası yerləşir və onların hər biri daxilində 2 kiçik su paylayıcı kamera ilə birlikdə işləyir. Bu kameraların hər birinin uzunluğu 119.5 metr təşkil edir ki, bu da suyun lil və digər çökəkliklərdən ayrılmasına kifayət qədər vaxt və məsafə verir. Hər bir kamera daxilində suyun axını yavaşladılır, beləliklə, asılı gətirmələr çökür və su təmizlənmiş formada sonrakı mərhələyə yönləndirilir.

Durulma kameralarının giriş hissəsində müstəvi metal sipərlər quraşdırılıb. Bu sipərlər suyun axınının istiqamətini nizamlayır və çöküntülərin kameraların dibində toplanmasını asanlaşdırır. Əlavə olaraq, suyun daxilolma prosesini tənzimləmək üçün 18 ədəd suqəbuledici qapı mövcuddur. Bu qapıların texniki göstəriciləri $b \times h = 5.5 \times 2.7$ metr, gücü isə 7.5 kilovat təşkil edir.

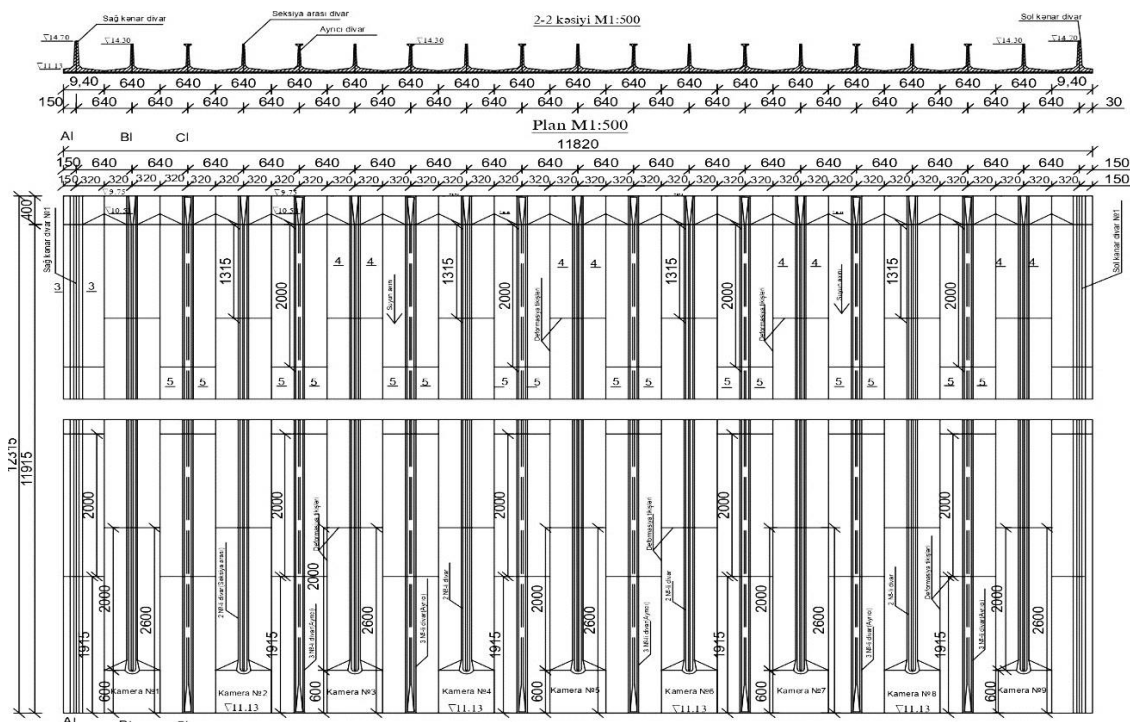
Kameraların sonunda isə iki mühüm texniki element yerləşir: aşağı byefə ötürücü kamera və liltullan qalereya. Aşağı byefə ötürücü kamera vasitəsilə durulmuş təmiz su sistemin növbəti mərhələsinə – yəni çıxış kamerasına ötürülür. Liltutan qalereya isə, əsasən, yuma işləri zamanı yığılan lilli suyun axıdılması və sistemdən kənarlaşdırılması üçün nəzərdə tutulmuşdur [3]. Bu qalereya zaman-zaman texniki problemlər yaratsa da, sistemin ümumi iş prinsipində vacib yer tutur.

Qalereyanın sonunda yerləşən dərinlik qapıları, sistemdən axıdılan suyun həcmi və istiqamətini tənzimləyir. Bu məqsədlə 36 ədəd yuyucu qapı quraşdırılmışdır. Hər birinin ölçüsü $b \times h = 2.4 \times 1.5$ metr, gücü isə 7.5 kilovat təşkil edir.

c) Çıxış kamerası. Sudurulducunun son mərhələsi çıxış kamerasıdır. Bu kamerada durulmuş və təmizlənmiş su, artıq lil və digər hissəciklərdən azad olmuş vəziyyətdə aparıcı su bölüşdürücü kameralara tökülür. Bu su daha sonra magistral kanallara yönləndirilir və kənd təsərrüfatı sahələrinin suvarılması üçün istifadə olunur.



Şəkil 1. Bəhramtəpə hidroqovşağının yenilənmiş təsdiq planı



Şəkil 2 Bəhrəmtəpə hidroqovşağının vaxtaşırı yuyulan sudurulducu qurğunun planı

Çıxış kamerasının funksiyası yalnız suyun ötürülməsi ilə bitmir. Burada həm də suyun sabit axınla və nizamlı şəkildə bölüşdürülməsi təmin edilir. Beləliklə, sudurulma sisteminin bu mərhələsi də ümumi suvarma infrastrukturunun səmərəli işləməsində həlledici rol oynayır [4].

Bəhrəmtəpə hidroqovşağında yerləşən sudurulducu qurğu texniki baxımdan kompleks, funksional baxımdan isə strateji əhəmiyyətli bir mühəndis qurğusudur. Onun hər bir hissəsi – giriş modulu, avankamera, durulma və yuma kameraları, çıxış kameraları – sistemin dayanıqlı işləməsi və keyfiyyətli suyun təmin edilməsi üçün vacibdir. Göstərilən texniki parametrlər və qurğuların funksionallığı suyun keyfiyyətinə və suvarma səmərəliliyinə birbaşa təsir göstərir [5].

NƏTİCƏ

Bəhrəmtəpə hidroqovşağında yerləşən sudurulducu qurğu, öz texniki strukturu və funksional imkanları ilə mühəndislik baxımından yüksək əhəmiyyət daşıyır. Giriş hissəsi və avankamera vasitəsilə suyun istiqamətlənməsi, axının sabitləşdirilməsi və enerji

itkilərinin minimuma endirilməsi təmin olunur. Durulma və yuma kameraları vasitəsilə suyun lil və digər çöküntülərdən təmizlənməsi, sistemin effektivliyini artırır. Çıxış kamerası isə təmizlənmiş suyun nizamlı şəkildə bölüşdürülməsinə şərait yaradır. Bütün bu komponentlər bir yerdə işləyərək, suvarma sisteminin səmərəliliyini yüksəldir və kənd təsərrüfatında istifadə olunan suyun keyfiyyətini artırır.

RESULT

The sedimentation facility located at the Bahramtəpə hydrojunction is of high engineering and strategic significance due to its technical structure and functional design. The intake section and forebay regulate water inflow, stabilize the flow, and minimize energy losses. Sedimentation and flushing chambers enable effective separation of silt and other sediments, increasing system efficiency. The outlet chamber ensures the stable and controlled distribution of the treated water. All these components work in unison to enhance irrigation efficiency and improve the quality of water used in agriculture.

РЕЗУЛЬТАТ

Осадочная установка, расположенная на гидроузле Бəһрəмтəпə, представляет собой инженерно и стратегически важное сооружение благодаря своей технической структуре и функциональному устройству. Входной модуль и аванкамера обеспечивают правильное направление потока, его стабилизацию и минимизацию потерь энергии. Камеры осаждения и промывки способствуют эффективному удалению ила и других примесей, повышая общую эффективность системы. Выпускная камера обеспечивает равномерное распределение очищенной воды. Все элементы комплекса работают согласованно, способствуя повышению эффективности орошения и улучшению качества воды для сельского хозяйства.

XÜLASƏ

Bu məqalədə Bəhrəmtəpə hidroqovşağında yerləşən sudurulducu qurğunun texniki strukturu və əsas funksional elementləri təhlil olunur. Qurğuya daxil olan giriş hissə, avankamera, durulma və yuma kameraları, eləcə də çıxış kamerası mühəndis baxımından ətraflı izah edilir. Hər bir hissənin ölçüləri, güc göstəriciləri və funksional rolu qeyd olunur. Məqsəd, Araz çayından alınan suyun çöküntülərdən təmizlənərək suvarma məqsədilə keyfiyyətli şəkildə ötürülməsinin təmin edilməsidir.

Açar sözlər: sudurulducu qurğu, durulma kamerası, avankamera, çöküntü, Araz çayı

SUMMARY

This article analyzes the technical structure and main functional components of the sedimentation facility located at the Bahramtepe hydro junction. The system consists of the intake unit, forebay, sedimentation and flushing chambers, as well as the outlet chamber. Each part is described in terms of dimensions, power specifications, and hydraulic purpose. The primary objective is to ensure that the water taken from the Araz

River is effectively clarified and transferred for irrigation use.

Keywords: sedimentation facility, sedimentation chamber, forebay, sediment, Araz River

РЕЗЮМЕ

В данной статье рассматривается техническая структура и основные функциональные элементы илоуловителя, расположенного на гидроузле Бəһрəмтəпə. Подробно описываются входная часть, аванкамера, камеры отстоя и промывки, а также выходная камера. Приводятся размеры, мощностные характеристики и функциональное назначение каждого элемента. Цель заключается в том, чтобы обеспечить очистку воды, поступающей из реки Араз, от осадков и ее качественную подачу для орошения.

Ключевые слова: илоуловитель, камера отстоя, аванкамера, осадок.

ƏDƏBİYYAT

1. Abdilov S.Ə, Musayev Z.S, Mahmudov T.M., Bağırov S.U. « Hidrotexniki qurğular », Bakı -1996, 424 s.
3. İsmayılov F.M. «Hidrotexniki avadanlıqlar və limanlar» Bakı, “Təhsil”» NPM, 2008, 116 s.
3. İsmayılov F.M, İsmayılov F.F Azərbaycanca meliorasiya və sü təsərrüfatı tikintiləri. Bakı, « Təhsil» NPM, 2009, 560s
4. Əfəndiyev Z.S., Hacıyev H.X. Hidrotexniki tikintilər. Bakı: “Maarif” nəşriyyatı. 1982. 324s.
5. Мануилов В.Л. Решение уравнений неустановившегося движения воды в непрямоугольных руслах по методу М. А.Бухтеева\Изд, ВНИИГ, Москва-1974, 104, с, 85-89

Məqaləyə Su və Meliorasiya Komplekslərinin Layihələndirilməsi İnstitutunun “Su anbarları və HTQ” şöbəsinin müdiri A.S. Bağırov rəy vermişdir.

A HISTORICAL AND STRUCTURAL REVIEW OF BRIDGE DESIGN FROM ANTIQUITY TO THE MODERN ERA

Hamlet R. A. - Deputy Dean of the faculty of Water Management and Engineering
Communication Systems
Baku, Azerbaijan.

Azerbaijan University of Architecture and Construction

Ramiz V. Aliyev

Abstract

This paper is a review of the science behind the structural design of bridges and its evolution over the last 2000 years, going from stone arches to long-span systems. Throughout history, the construction of bridges always reflected on societies' technological advancements. From Romans using stones and masonry, to the use of wrought and cast iron, then to developing truss topologies. Then finally suspension and cable-stayed bridges in more recent history. The fact is that bridges were always at the forefront of engineering innovation. This analysis summarizes the structural concepts that govern arches, beams, trusses, suspension bridges and cable-stayed bridges, as well as failures that occurred over time and the lessons that were learnt by engineers. These failures helped engineers redesign structures towards aerodynamic resilience, redundancy and stability. Expertise and structural health monitoring are known to have an impact on durability and lifecycle performance of advanced ultra-high performance concrete. The objective of this review is to help the reader establish a connection between form, force flow, construction methods, and design criteria.

1.0 Introduction

The type of materials that were used, the methods used to analyze bridges, and the

techniques used for their construction are reflected on bridges and their respective eras. Keeping strength and durability as a priority, Chinese and Romans used stone arch bridges to cross terrain, while the more advanced engineers of the Industrial Revolution took advantage of wrought and cast iron, which helped achieve stronger bridges with record-long spans. In the 20th century, every aspect of engineering behind bridges evolved, including aerodynamics and knowledge of load paths. After learning from past failures, the structural design of long-span structures evolved. This paper provides a both structural and historical review of how design decisions follow through to materials, loading paths and construction logistics.

2.0 Classification of Structural Design

Bridges are commonly classified by their primary load-carrying mechanism:

2.1. Beam and girder bridges:

They transfer loads by bending to support.

2.2. Arch bridges:

Bridges with this design carry axial compression along a funicular line with thrust taken by abutments and ties.

2.3.Truss bridges:

These types of bridges discretize bending into axial forces in webs and chords, enabling light, repetitive members.

2.4.Suspension bridges:

Are suspended by hanging a flexible deck from the main cables with towers and anchorages carrying cable forces. Stiffness is provided by trusses or orthotropic decks.

2.5.Cable-stayed bridges:

This design supports the deck directly by inclined stays to one or more towers. The deck participates as a compression strut.

2.6.Tied arches:

Tied arches close the horizontal thrust with a tension tie, reducing abutment demand.

2.7.Box-girder and orthotropic decks:

This bridge type utilizes torsional stiffness and weight for aerodynamics and fabrication.

3.0 Masonry Arches and Roman Concrete

By aligning compressive stress with geometry, stone and brick arches provided reliable and durable crossings. *Hooke's* insight of 1675, “*as hangs the flexible line, so but inverted will stand the rigid arch*”, formalized the relation between an arch's thrust line and a hanging cable. This principle was later framed by graphical statics and modern limit analysis of masonry.

Using advanced masonry paired with “*opus caementicium*”, a hydraulic concrete from volcanic ash and lime, enabled Romans to build robust arches and vaults. Recent material studies attribute the longevity of the Roman concrete to the hot-mixed and self-healing lime clasts.

The *Zhaozhou Bridge*, which was completed in the early seventh century in China, introduced to engineers worldwide the stone segmental open-spandrel arch, which helped reduce horizontal thrust and flood loads. This historical bridge is recognized as the world's oldest surviving open-spandrel stone arch and has a short, but impressive for its time, span of about 37 meters.

4.0 Industrial Revolution: Timber, Iron, and Trusses

In Europe and North America alike, the use of timber and trussed systems that were protected from weather allowed for medium spans. Then, the use of iron in construction of bridges further extended span and durability. The 1779 “*Iron Bridge*”, which is located in Coalbrookdale, Shropshire, was the world's first major cast-iron arch. Its 1781 opening motivated the broader structural use of cast iron. *The Warren truss* patent of 1848 formalized alternating diagonals and parallel chords in 1848. *The Pratt truss* and *Howe truss*, using available

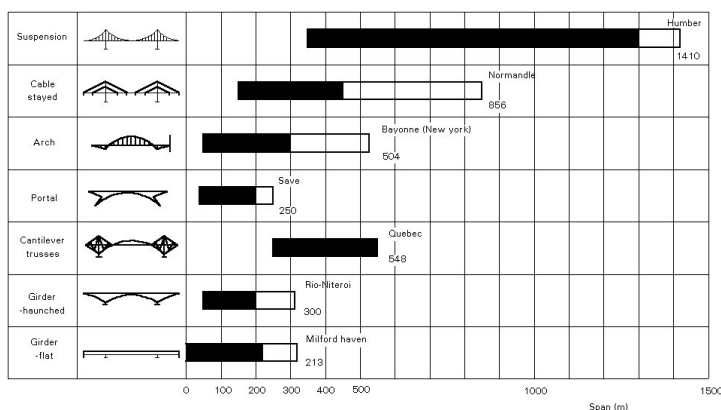


Figure 9 Normal span ranges and record spans for different types of steel bridge

timber and iron, configured diagonals and verticals for economical axial action.

Year	Event
1781	Iron Bridge opens, first major cast-iron bridge
1844	Pratt truss patent in the United States
1848	Warren truss patent in Britain

Figure 2 - important historical events

5.0 Suspension Bridges

By placing materials under tension, suspension bridges were able to achieve even longer spans. *The Menai Suspension Bridge*, completed in 1826 over the Menai strait, is the first major suspension crossing made from wrought iron in the world. The *Brooklyn Bridge* (1883) used steel wire cables and stiffening trusses for deflection control and dynamic response. It introduced techniques for caisson foundations and cable spinning.

The unexpected collapse of the *Tacoma Narrows Bridge* in 1940 revealed the aerodynamic risks behind utilizing thin plate-girder decks. Its collapse prompted engineers to quickly rework the structural designs of long-span bridges to better accommodate aerodynamic countermeasures and torsionally stiffer sections.

6.0 Cable-Stayed Bridges: Renewal and System Behavior

Modern cable-stayed bridges matured after the *Strömsund Bridge* of 1955. In the 50s and 60s, German engineers advanced multi-cable arrangements and construction methods. These advancements allowed for spans ranging from 200 meters to 1000 meters. Proceedings of the International Association for Bridges and Structural Engineering (IABSE) document how

analysis and staged construction control deck camber and cable forces, which are recurring themes in long-span bridges.

7.0 Reinforced and Prestressed Concrete

The availability to construct medium span bridges and complex geometries was achieved by the use of reinforced concrete. As soon as strong, low-relaxation steel with reliable anchorage systems were available, prestressed concrete transformed the engineering of long-span structures.

Historical surveys trace early patents in the late nineteenth century, the technical stagnation due to inadequate steel, and the eventual consolidation under Freyssinet, Magnel, and Finsterwalder, whose bridges defined the material's architectural and structural identity.

Not long after, segmental construction alongside epoxy joints and match-casting allowed for higher quality for long viaducts. All the while stay-cable bridges blurred typological lines.

8.0 Modern Long Spans and Landmark Achievements

By the twentieth century, suspension bridges have achieved impressive spans. As an example, the Japanese *Akashi Kaikyo Bridge*, which opened in 1998, had a 1991 meter main span. The bridge was designed to handle seismic activity and harsh winds. Publications document how its dual-hinged stiffening girder and tuned mass dampers lengthened the span of the bridge by a whole meter due to tower movement during an earthquake in 1995. By the late 90s cable-stayed bridges, such as the *Tatara Bridge*, reached spans of 890 meters. This feat reflected the growing trust of engineers in stay systems and erection control.

9.0 Core Structural Behaviors

9.1 Beams and Girders

Flexure and shear govern. To achieve efficiencies, plate and box girders use depth and plate optimization, cross-frames and diaphragms add torsional stability. Newer guidelines tackle study for staged construction, twist and curvature, and fatigue-sensitive particulars.

9.2 Arches

If its thrust line stays within the masonry or section kern for expected loading cases, the arch is very stable. Modern assessments of historic masonry involve limit analysis and graphical methods based on thrusts and *Hooke's* line. The deck tie of a tied arch reduces thrust which eases foundation demands.

9.3 Trusses

Triangulated systems convert bending to axial forces. The renowned Pratt truss, Howe truss, and Warren truss designs use materials and joint methods that were available at the time. Today's scheme is ruled by fatigue at connections.

9.4 Suspension

Main cables carry gravity loads to anchorages. Serviceability and stability are managed by deck stiffness. In modern history, investigations made aeroelastics evaluations normalized and made the use of streamlined closed-box decks for long spans a common practice by engineers worldwide following the collapse of the *Tacoma Narrows* bridge.

9.5 Cable-stayed

Inclined stays have vertical parts that support the deck and horizontal parts that oppose it. The way things are arranged with stiffness and axis of the deck, controls the deflection and also has redundancy.

10.0 Codified Practice and Seismic Design

Civil engineers' approach to design changed, shifting from stress to load and resistance focused design. Seismic provisions in *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Load and Resistance Factor Design (LRFD)* and state criteria reflect displacement based concepts and performance categories. These categories often represent hazard levels by an approximately 1000 year return period design event for normal bridges. The documentation provided by *Caltrans* and the *Federal Highway Administration (FHWA)* provide guidance and regular updates.

11.0 Materials and Durability: Steel, Concrete, and UHPC

Throughout the last ten years, steel and its composition and properties continued to advance and evolve, improving steel's toughness, weldability and resistance to fatigue. *FHWA's* historical review analyzes and documents these changes, as well as the effect of these changes on bridge performance.

Lifecycle costs of concrete are usually controlled by issues like chloride durability. Fortunately, *ultra high performance concrete (UHPC)* has much better durability. Manuals provided by the *FHWA* describe *UHPC* field-cast joints for faster construction.

12.0 Failure Case Histories and Design Lessons

Engineers always take advantage of previous failures, which influence modern design codes and practices, to keep constructing safer bridges. As an example, the collapse of the *Tacoma Narrows Bridge* prompted more rigorous wind tunnel testing for long-span bridges and aerodynamic criteria.

After the collapse of the *Morandi Bridge* in 2018, engineers had their attention drawn to durability of stay systems and system redundancy, as well as corrosion of post-tensioned wires.

Taking advantage of previous failures to learn and improve new constructions is of high importance to professionals in the field.

13.0 Conclusion

Over the last two millennia, the engineering behind bridges evolved from short stone arches to long-span suspension bridges. One of the reasons why ancient stone arches

References

- [1] ASCE. “Zhaozhou Bridge.” American Society of Civil Engineers, History & Heritage.
- [2] Shijiazhuang Municipal Government. “Zhaozhou Bridge.”
- [3] Block, P., et al. “As hangs the flexible line: Equilibrium of masonry arches.” *Nexus Network Journal*, 2006.
- [4] DeJong, M., Ochsendorf, J., Block, P. “As Hangs the Flexible Line.” MIT Note, 2006.
- [5] Delatte, N. “Lessons from Roman Cement and Concrete.” 2001.
- [6] ASCE Civil Engineering Source. “Roman concrete offers lessons in longevity.” 2023.
- [7] ICE. “The Iron Bridge.” Institution of

were able to last for so long was the fact that they kept thrust in compression. Trusses and long-span suspension forms were made possible by steel and iron. Nowadays, cable-stayed systems are starting to rival suspension bridges for sub-kilometer spans due to their secure and reliable path of forces. Twentieth first century engineers use tests for aerodynamics, seismic performance, and use advanced analysis to ensure bridges are safer than ever. As time

moves forward and the engineering behind bridges evolves, we will continue to see new systems and construction methods develop which will help us create even longer and safer bridges.

Civil Engineers.

- [8] Maryland SHA. “The Warren Truss.” and Structure Magazine, “The Warren Truss.”
- [9] Delaware DOT. “Summary Context of Historic Bridges in the United States,” Chapter 2.
- [10] ICE. “Menai Crossings.”
- [11] ASCE. “Brooklyn Bridge.”
- [12] WSDOT. “Tacoma Narrows Bridge: Failure and lessons.”
- [13] Irwin, P. A., et al. “Tacoma Narrows 50 years later—wind engineering investigations.” 2005.
- [14] Gimsing, N. J. “History of cable-stayed bridges.” IABSE, 1999.
- [15] TRB, Podolny, W. “Historical

development of cable-stayed bridges.” 1972.

[16] FHWA. “Research Results Digest: Asian Bridges.”

[17] JB Honshi-Kōsoku (Honshu-Shikoku Bridge Expressway Company). “Introduction of Akashi-Kaikyo Bridge.” and Technology page

[18] Johns Hopkins. “Akashi Kaikyo Bridge” handout.

[19] Billington, D. P. “Historical Perspective on Prestressed Concrete.” *PCI Journal*, 1976 and PCI page

[20] Kansas State University. “The History of Prestressed Concrete: 1888 to 1963.”

[21] FHWA. “Manual for Refined Analysis in Bridge Design and Evaluation.” 2018.

[22] FHWA. “Evaluation of Steel Bridge Details for Susceptibility to Constraint-Induced Fracture.” 2021.

[23] FHWA. “LRFD Seismic Analysis and Design of Bridges.” 2014

[24] Imbsen, R. A. “Overview of the 2007 LRFD Guide Specifications for Seismic Design of Bridges.”

[25] Caltrans. “Seismic Design Criteria, Version 2.0.” 2020.

[26] FHWA. “Design and Construction of Field-Cast UHPC Connections.” 2019.

[27] Graybeal, B. A., et al. “Structural Design with Ultra-High Performance Concrete.” 2023. [28] FHWA Resource Center. “UHPC Link Slab Design Example.” 2023.

[29] FHWA Resource Center. “Structural Design with UHPC Workshop Manual.”

2024 and ROSA P copy

[30] FHWA. “Historical Changes to Steel Bridge Design, Composition, and Properties.” 2021.

[31] Frontiers. “Editorial: Structural Health Monitoring of Bridges.” 2020.

[32] Sensors (MDPI). “Towards the Structural Health Monitoring of Bridges Using Sensors.” 2023.

[33] Oxford University Press. “Structural health monitoring of railway bridges using distributed fiber optic sensors.” 2022.

[34] Politecnico di Torino. “Post-collapse analysis of Morandi’s Polcevera Viaduct.” 2019 and MDPI Applied Sciences, 2021.

[35] IABSE e-Learning. “Evolution of Bridge Technology.”

ENGINEERING FACILITIES AND CONSTRUCTION STRUCTURES
MÜHƏNDİS QURĞULARI VƏ İNŞAAT KONSTRUKSİYALARI

OUT 627.323.4

ƏLİYEV İ.Q., NƏSİROV R.A.

i.q.aliyev@mail.ru, rufat.nasirov005@mail.ru

ORCID: 0009-0005-4508-5786

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

**QARABAĞ İQTİSADI RAYONUNDA BİNA VƏ TİKİLİLƏRİN
REKONSTRUKSIYA XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN ANALİZİ**

Giriş. Qarabağ iqtisadi rayonu Azərbaycan Respublikasının strateji cəhətdən mühüm bölgələrindən biridir. Bu ərazi uzun illər ərzində işğal altında qaldığından, infrastruktur, yaşayış və qeyri-yasayış binaları ciddi şəkildə dağılmış və yararsız vəziyyətə düşmüşdür. 2020-ci il Vətən müharibəsindən sonra Azərbaycan hökuməti tərəfindən Qarabağda yenidənqurma və bərpa işlərinə başlanılmış, xüsusilə də bina və tikililərin rekonstruksiyası diqqət mərkəzində olmuşdur. Rekonstruksiya prosesi təkcə fiziki bərpadan ibarət olmayıb, həm də müasir standartlara uyğun, davamlı, dayanıqlı və enerji səmərəli tikinti prinsiplərinə əsaslanır. Bu proses həm urbanizasiya siyasətinə, həm də ekoloji tarazlığa uyğun həyata keçirilir.

Qarabağ iqtisadi rayonunda aparılan rekonstruksiya işləri bir neçə mərhələyə bölünür: ilkin texniki qiymətləndirmə, layihələndirmə, tikinti və nəzarət mərhələləri. Əvvəlcə ərazidə yerləşən bina və tikililərin mövcud vəziyyəti öyrənilir, onların texniki cəhətdən yararlılığı analiz olunur. (Daşsalahlı R., 5 Mart 2021)Çox zaman bu tikililərin tam sökülməsi və ya yalnız daşıyıcı elementlərin qorunaraq rekonstruksiya edilməsi məsələsi gündəmə gəlir. Burada əsas meyar təhlükəsizlik, texniki dayanıqlılıq və müasir tələblərə uyğunluqdur. Bu məqsədlə müasir texnologiyalardan, o cümlədən 3D modelləşdirmə

və dronlarla monitoring texnologiyalarından istifadə edilir. Qarabağda bərpa edilən binaların layihələndirilməsi zamanı seysmik risklər, torpaq relifi, iqlim şəraiti və gələcək urbanizasiya planları nəzərə alınır. Burada memarlıq və mühəndislik birgə şəkildə fəaliyyət göstərərək hər bir obyektin həm funksional, həm də estetik baxımdan uyğun tikilməsinə zəmin yaradır. (Mammadov, A.2022)Bərpa və rekonstruksiya zamanı yerli tikinti materiallarına üstünlük verilməsi, bu sahədə həm iqtisadi, həm də ekoloji baxımdan səmərəlilik yaradır.

Xüsusilə yaşayış binalarında enerji səmərəliliyi və ekoloji uyğunluq prinsipləri ön plana çəkilir. Binalarda alternativ enerji mənbələrinin - günəş panelləri, izolyasiya sistemləri və yağış sularının toplanması üçün sistemlərin tətbiqi genişlənməkdədir. (Musayev A., Zeynalov M., 2021)Eyni zamanda, ictimai və inzibati tikililər üçün də universal dizayn prinsipləri əsas götürülür ki, bu da fiziki məhdudiyyətli insanların rahat istifadəsinə imkan verir. Qarabağ iqtisadi rayonunda rekonstruksiya fəaliyyətləri yalnız fiziki mühitin deyil, sosial və iqtisadi həyatın da dirçəlməsinə səbəb olur. Rekonstruksiya nəticəsində yaranan yeni yaşayış məntəqələri, iş yerləri, məktəb və xəstəxanalar bölgədə sabit əhali məskunlaşmasını təşviq edir. Beləliklə, bina və tikililərin rekonstruksiyası həm urbanistik, həm də sosial-iqtisadi inkişafın əsas təməlidir.

Qarabağ iqtisadi rayonunun ümumi təsviri və tikinti infrastrukturunun hazırkı vəziyyəti. Qarabağ iqtisadi rayonu Azərbaycan Respublikasının mühüm hissəsini təşkil edir və ölkənin cənub-qərbində yerləşir. Rayonun tərkibinə Xankəndi şəhəri, Şuşa, Ağdam, Füzuli, Cəbrayıl, Zəngilan, Qubadlı, Xocavənd, Xocalı və Laçın kimi inzibati ərazilər daxildir. Qarabağın təbii ehtiyatları, kənd təsərrüfatı potensialı və turizm imkanları onu Azərbaycanın gələcək inkişafında əsas strateji zonalarından birinə çevirir [2, səh. 40].

İşğaldan əvvəl Qarabağda mövcud olan tikinti infrastrukturunu əsasən sovet dövrünün layihələrinə əsaslanırdı. Lakin 30 ilə yaxın müddətdə aparılan dağıntılar nəticəsində yaşayış və ictimai binaların əksəriyyəti ya tamamilə məhv edilmiş, ya da ciddi şəkildə zədələnmişdir. 2020-ci ildən sonra isə Azərbaycan dövləti bu ərazilərdə yenidənqurma proqramına start verdi və müasir tələblərə uyğun infrastruktur quruculuğuna başlandı.

Bərpa prosesinə başlamazdan əvvəl ərazidə yerləşən bütün tikililərin texniki vəziyyəti yerli və beynəlxalq ekspertlər tərəfindən qiymətləndirilir. Bu mərhələdə daşıyıcı konstruksiyaların [5, səh 73] möhkəmliyi, fundamentalərin dayanıqlılığı və ümumi təhlükəsizlik meyarları nəzərə alınır. Əksər hallarda əvvəlki tikililərin rekonstruksiya üçün yararsız olduğu müəyyən edilir və onların yerində sıfırdan tikinti həyata keçirilir.

Rekonstruksiya prosesi və texnoloji yanaşmalar. Rekonstruksiya prosesinə planlaşdırma, layihələndirmə, icra və monitorinq mərhələləri daxildir. Planlaşdırma mərhələsində strateji inkişaf planlarına uyğun şəkildə infrastrukturun yerləşdirilməsi həyata keçirilir. Layihələndirmədə isə müasir memarlıq standartlarına və seysmik risklərə uyğun layihələr hazırlanır. Tikinti mərhələsində sürətli və keyfiyyətli texnologiyalardan istifadə edilir [4, səh. 88].

Qarabağda həyata keçirilən rekonstruksiya işlərində innovativ texnologiyalardan istifadə ön plandadır. Buraya "ağıllı şəhər" və "ağıllı

kənd" modelləri, günəş enerjisi panelləri, yağış suyu toplama sistemləri və enerji səmərəli materiallar daxildir. Eyni zamanda, təkrar emal olunan materiallardan istifadə edilməsi ekoloji balansı qorumağa imkan verir.

Azərbaycan seysmik aktiv zonada yerləşdiyindən Qarabağda tikilən bütün binaların layihələri seysmik dayanıqlılıq tələblərinə uyğun olmalıdır. Bu məqsədlə müasir konstruksiya sistemləri, elastik bağlantılar və dayanıqlı armaturlardan istifadə edilir. Həmçinin, istilik izolyasiyası, LED işıqlandırma və enerji səmərəli pəncərə sistemləri vasitəsilə binaların enerji sərfiyyatı azaldılır.

Rekonstruksiya prosesi Qarabağda yalnız binaların yenidən tikilməsi deyil, həm də şəhərsalma, planlaşdırma və ekoloji tarazlığın bərpası məqsədi daşıyır. Tikinti və bərpa prosesləri bir neçə əsas mərhələyə bölünür:

1. **Texniki qiymətləndirmə.** Mövcud tikililərin texniki vəziyyətinin öyrənilməsi, daşıyıcı elementlərin yoxlanılması və rekonstruksiya üçün uyğun obyektlərin seçilməsi.

2. **Layihələndirmə.** Tikililərin müasir standartlara uyğun layihələrinin hazırlanması, memarlıq və mühəndislik həllərinin sintez olunması.

3. **Tikinti və rekonstruksiya.** Yeni texnologiyaların tətbiqi ilə tikinti işlərinin aparılması. Buraya 3D modelləşdirmə, BIM (Building Information Modeling), dron monitorinqi və smart tikinti metodikası daxildir.

4. **Nəzarət və istismara hazırlıq.** Tikililərin keyfiyyətinə nəzarət, təhlükəsizlik, enerji səmərəliliyi və dayanıqlılıq baxımından yoxlamalar.

Rekonstruksiyanın sosial-iqtisadi əhəmiyyəti və perspektivlər. Rekonstruksiya prosesi nəticəsində məktəblər, xəstəxanalar, mədəniyyət mərkəzləri və ictimai obyektlər bərpa olunur. Bu isə əhalinin təhsilə, səhiyyəyə və sosial xidmətlərə çıxış imkanlarını genişləndirir. Eyni zamanda, əhalinin geriyə qayıdışı üçün rahat və təhlükəsiz şərait yaradılır [8, səh. 59-61].

Rekonstruksiya işləri bölgədə yeni iş yerlərinin yaranmasına, yerli sənaye və kənd təsərrüfatının inkişafına şərait yaradır. Tikinti materiallarının yerli mənbələrdən əldə olunması, xidmət sektorunun inkişafı və kiçik sahibkarlığın təşviqi iqtisadi fəallığı artırır.

Hazırda Qarabağda həyata keçirilən rekonstruksiya layihələri təkcə bərpa yönümlü deyil, həm də uzunmüddətli davamlı inkişaf prinsiplərinə əsaslanır. Bu da regionun gələcəkdə turizm, sənaye və kənd təsərrüfatı baxımından əsas iqtisadi mərkəzlərdən birinə çevrilməsinə zəmin yaradır.

Rekonstruksiya işləri yalnız fiziki infrastrukturun deyil, həm də sosial və iqtisadi həyatın yenidən qurulmasına xidmət edir. Qarabağ iqtisadi rayonunda aparılan bərpa tədbirləri aşağıdakı sahələr üzrə müsbət təsir göstərir:

- **Əhalinin məskunlaşması.** Yeni salınan yaşayış kompleksləri və infrastruktur vətəndaşların bölgəyə qayıdışını stimullaşdırır.
- **İş yerlərinin yaradılması** – Tikinti və xidmət sektorlarında yeni iş yerləri açılır, bu isə bölgədə işsizliyin azalmasına səbəb olur.
- **Təhsil və səhiyyə obyektləri** – Məktəblər, bağçalar, xəstəxanalar və digər sosial obyektlər insanların keyfiyyətli ictimai xidmətlərə çıxışını təmin edir.
- **Əlverişli investisiya mühiti** – İnfrastrukturun bərpası və hüquqi mühitin sabitliyi yerli və xarici investorlar üçün cəlbedici şərait yaradır.
- **Milli irsin bərpası** – Qarabağda yerləşən tarixi-mədəni abidələrin, məscidlərin və qalaların rekonstruksiyası milli kimliyin qorunmasında mühüm rol oynayır.

NƏTİCƏ

Qarabağ iqtisadi rayonunda bina və tikililərin rekonstruksiyası, regionun bərpası və inkişafı üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu proses, yalnız fiziki strukturun bərpası ilə bağlı

deyil, həm də iqtisadi, sosial və mədəni baxımdan da böyük təsirə malikdir. Regionda baş verən müharibə nəticəsində çoxsaylı tikililər zədələnmiş və ya tamamilə dağıdılmışdır. Bu səbəbdən rekonstruksiya işləri, bölgənin iqtisadiyyatının bərpası, iş imkanlarının yaradılması və sosial infrastrukturun gücləndirilməsi məqsədini daşıyır [7, səh. 33].

Rekonstruksiya işlərinin həyata keçirilməsində müxtəlif texnologiyalar və innovativ yanaşmaların tətbiqi vacibdir. Bu yanaşmalar, həm də ekologiya baxımından daha davamlı və təbii resursların qorunmasına yönəlmiş olmalıdır. Eyni zamanda, Qarabağ bölgəsinin mədəni irsini qorumaq üçün bərpa işləri ənənəvi memarlıq üslublarını nəzərə almalı və müasir infrastrukturla uyğunlaşdırılmalıdır.

Bu analiz, Qarabağ iqtisadi rayonunun gələcək inkişafı üçün mühüm məlumatlar təqdim edir və tikinti sahəsində fəaliyyət göstərən müvafiq təşkilatlar üçün rəhbər olmağa xidmət edir. Qarabağda aparılacaq genişmiqyaslı rekonstruksiya layihələri, həmçinin regionun sosial və iqtisadi sabitliyini təmin etməklə yanaşı, əhalinin həyat şəraitini yaxşılaşdıracaqdır.

ƏDƏBİYYAT

- 1 Daşsalahlı R., (5 Mart 2021). “Qarabağ-inkişaf, tərəqqi meydanı”, Azərbaycan qəzeti.
- 2 Mammadov, A. (2022). Qarabağda tikinti və rekonstruksiya proseslərində yeni texnologiyaların tətbiqi. İnşaat və Memarlıq Jurnalı, 5(2), 34-42.
- 3 Xudiyev N., (16 Sentyabr 2021). “Qarabağ iqtisadi rayonunun maliyyə potensialı onun iqtisadi artım və inkişaf strategiyasının əsasıdır”, 322
- 4 Musayev A., Zeynalov M., (27 Yanvar 2021). “Qarabağın bərpası və inkişafı prosesində xarici dəstək mühüm amildir”, 98
- 5 Rəşid L., (9 Dekabr, 2020). “İşğaldan azad edilmiş rayonların iqtisadi potensialı və inkişaf perspektivləri”, Xalq qəzeti.

- 6 Əliyev, B. (2018). Qarabağda İnfrastruktur Rekonstruksiyası: Yeni Yanaşmalar. Azərbaycan İnşaat Jurnalı, 12(4), 45-59.
- 7 Tagiyev T., (7 Fevral 2020). "A new influx of foreign companies into our free territories begins", 233
- 8 AA.com.tr, (29 Sentyabr 2020). "Azərbaycan'ın işğal altındaki toprakları Karabağ", <https://www.aa.com.tr/tr/azerbaycan-cephe-hatti/azerbaycanin-isgal-altindaki-topraklari-karabag/1989594> (giriş tarixi: 21 fevral 2022).
- 9 Karimov, R. (2021). Construction norms in seismic hazard zones and the example of Karabakh. Engineering and Technology, 4(3), 58-65.

Əliyev İ.Q., Nəsirov R.A.

i_q.aliyev@mail.ru,
rufat_nasirov005@mail.ru
ORCID: 0009-0005-4508-5786

**Qarabağ iqtisadi rayonunda
bina və tikililərin rekonstruksiya
xüsusiyyətlərinin analizi**

XÜLASƏ

Uzun müddət işğal altında qalmış ərazilərdə infrastrukturun dağıdılması nəticəsində bölgənin yenidən qurulması zərurəti yaranmışdır. 2020-ci il Vətən müharibəsindən sonra Azərbaycan hökuməti tərəfindən həyata keçirilən rekonstruksiya tədbirləri müasir tikinti standartlarına, ekoloji və enerji səmərəliliyi prinsiplərinə əsaslanır. Tədqiqatda rekonstruksiya prosesinin mərhələləri – texniki qiymətləndirmə, layihələndirmə, tikinti və nəzarət mərhələləri təhlil olunur. Həmçinin müasir texnologiyaların, seysmik dayanıqlı konstruksiyaların və yerli materiallardan istifadənin əhəmiyyəti vurğulanır. Rekonstruksiya fəaliyyətlərinin sosial-iqtisadi inkişaf və əhalinin bölgəyə qayıdışına təsiri də nəzərdən keçirilir.

Açar sözlər: *Qarabağ iqtisadi rayonu, rekonstruksiya, bina və tikililər, yenidənqurma, infrastruktur, urbanizasiya, enerji səmərəliliyi, texniki qiymətləndirmə, müasir tikinti texnologiyaları, sosial-iqtisadi inkişaf.*

I.Q. Aliyev, Nasirov R.A.

i_q.aliyev@mail.ru,
rufat_nasirov005@mail.ru
10 ORCID: 0009-0005-4508-5786

**Analysis of the reconstruction
characteristics of buildings and structures
in the Karabakh economic region**

ABSTRAKT

The destruction of infrastructure in the long-occupied territories has necessitated the reconstruction of the region. The reconstruction measures implemented by the Azerbaijani government after the 2020 Patriotic War are based on modern construction standards, environmental and energy efficiency principles. The study analyzes the stages of the reconstruction process - technical assessment, design, construction and control. It also emphasizes the importance of modern technologies, seismically resistant structures and the use of local materials. The impact of reconstruction activities on socio-economic development and the return of the population to the region is also considered.

Keywords: *Karabakh economic region, reconstruction, buildings and structures, reconstruction, infrastructure, urbanization, energy efficiency, technical assessment, modern construction technologies, socio-economic development.*

*Məqaləyə AzMIU-nun "Mexanika"
kafedrasının dosenti Ş.Ə. Məmmədov
rəy vermişdir.*

UOT 517

ŞİRİYEVA A.İ., QULİYEV G.Z., HƏSƏNOVA Ü.S.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti nəzdində İnşaat Kolleci, PHŞ
aynursiriyeva8@gmail.com, gulnaraquliyeva1986@mail.ru ulviyya.hasanova@azmiu.edu.az

RIYAZI OPTİMİZASIYA VƏ ONUN MÜASİR DÖVRDƏ TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

Giriş. Riyazi optimizasiya, qərarvermə proseslərini riyazi modellərlə təhlil edib optimal nəticəni tapmaq üçün istifadə olunan elmi sahədir. Daha texniki dillə ifadə etsək, müəyyən bir **məqsəd funksiyasını** mümkün olan **ən yaxşı şəkildə (maksimum və ya minimum dəyərdə)** tapmağa çalışırıq. Məsələn, mənfəəti maksimum etmək və ya xərci minimum etmək üçün riyazi optimizasiyadan istifadə edə bilərik. Riyazi optimizasiya modeli məhdudiyyətlərdən ibarət ola və ya olmaya bilər. Amma real həyat nümunələrinin demək olar ki hamısı modelsdə məhdudiyyətlərin olmasını tələb edir. Ona görə də bu məqalədə sadəcə məhdudiyyətli modellərə yönələcəyik. Misal üçün məhdudiyyətli modeli ən sadə şəkildə aşağıdakı kimi göstərə bilərik:

– maksimallaşdır (və ya minimallaşdır) $f(x)$
Belə ki:

$$g(x) \leq 0; h(x) = 0$$

Burada, $f(x)$ – məqsəd funksiyası (optimallaşdırmaq istədiyimiz funksiya); x – qərar dəyişəni; $g(x) \leq 0$ və $h(x) = 0$ isə məhdudiyyətlərdir.

Əlbəttə ki, modelin məhdudiyyətlərinin sayı və məhdudiyyətlərinin özü məsələdən məsələyə dəyişiklik göstərəcəkdir. O cümlədən, məsələyə bağlı olaraq qərar dəyişəni birdən çox da ola bilər. Mövzunu daha dolğun anlamaq üçün bir nümunəyə baxaq: Zavod A və B məhsulları olmaqla iki növ məhsul istehsal edir. Zavod bir ədəd A məhsulundan 40 AZN, bir ədəd B məhsulundan isə 30 AZN xalis mənfəət əldə edir. Amma bu məhsulları istehsal etmək üçün xüsusi növ maşın lazımdır və zavodda olan maşının 100 saatlıq istifadə ömrü var. A məhsulunun hər vahidi üçün 2 saatlıq, B

məhsulunun hər vahidi üçün isə 3 saatlıq maşın istifadəsi tələb olunur. Maşının istifadə ömrünü də nəzərə almaqla, ümumi xalis mənfəəti maksimum etmək üçün neçə vahid A məhsulu və neçə vahid B məhsulu istehsal etmək lazımdır? Bu məsələnin riyazi optimizasiya modelini quraq:

Qərar dəyişənləri: $x=A$ məhsulunun istehsal sayı, $y=B$ məhsulunun istehsal sayı maksimum $40x + 30y$ (məqsəd funksiyası). Belə ki:

$$2x + y \leq 100; x \geq 0; y \geq 0$$

(məhdudiyyətlər)

Riyazi optimizasiya həm də əməliyyatlar araşdırması sahəsinin də əsasını təşkil etməkdədir. Yarandığı ilk illərdə, Əməliyyatlar Araşdırması tamamilə məhz riyazi optimizasiya idi. Əməliyyatlar Araşdırması **İkinci Dünya Müharibəsi** zamanı **Böyük Britaniya və ABŞ-da verilmiş** hərbi qərarların riyazi nöqtəyindən nəzərdən səmərəliliyini artırmaq məqsədilə yaradıldı. Məsələn o vaxtı, dənizdə düşmənlə sualtı qayıqlarının hücumları nəticəsində olan itkiləri minimuma endirmək, hərbi xərclərin optimallaşdırılması kimi mövzular həyati önəm daşıyırdı. Günümüz dünyasında da riyazi optimizasiyanın çox mühüm tətbiqlərini görə bilərik. Bu məqalədə əvvəlcə riyazi optimizasiya modellərinin fərqli növlərinə, mümkün həll metodlarına və daha sonra isə onların real həyatdakı bəzi vacib məsələlərə tətbiqinə toxunacağıq.

Xətti proqramlaşdırma. Xətti proqramlaşdırma xüsusi növ riyazi optimizasiya modelidir. Burada həm məqsəd funksiyası, həm də məhdudiyyətlər yalnız xətti funksiyalar

şəklində ifadə olunur. Məhdudiyyətlər adətən bərabərsizliklər və bərabərliklər şəklində olur və resurs məhdudiyyətlərini, texnoloji imkanları və ya digər real məhdudiyyətləri əks etdirir. Xətti optimizasiya modeli standard formada aşağıdakı şəkildə ifadə olunur:

Məqsəd funksiyası:
maksimum (və ya minimum)

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Məhdudiyyətlər:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m \\ x_1, x_2, \dots, x_n &\geq 0 \end{aligned}$$

Burada, $x_1, x_2, \dots, x_n$ qərar dəyişənləridir, c_i – hər dəyişənin məqsəd funksiyasına təsir əmsalıdır, a_{ij} – məhdudiyyət əmsalları və b_i resurs sərhədləridir. Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda göstərdiyimiz model standard formada ifadə olunub və müəyyən transformasiyalar ilə bu standard formaya dönüldürülə bilən hər hansı bir model xətti proqramlaşdırma modeli sayılır.

İndi isə xətti proqramlaşdırma modelinin mümkün həll metodlarına nəzər yetirək. Elmi ədəbiyyatda bu tip məsələlərin həlli üçün 3 əsas metoda rast gəlmək olar: Qrafik metodu, Daxili Nöqtə metodu və Simpleks metodu.

Qrafik metodu yalnız iki qərar dəyişəni olan xətti proqramlaşdırma məsələlərinin həlli üçün istifadə olunur. Bu metodun əsas ideyası modelin məhdudiyyətlərinin əmələ gətirdiyi mümkün həll sahəsinin ikiölçülü koordinat sisteminə təsvir edilməsidir. Daha sonra isə həll sahəsinin kənarında hədəf funksiyasının maksimum və ya minimum qiymət aldığı nöqtənin tapılmasıdır. Bu metod qrafik təsvirə əsaslandığı üçün, iki dəyişəndən artıq sayda dəyişən olduğunda qrafik təsviri olduqca çətinləşir.

Dolayısıyla, Qrafik metodu böyük və real həyat problemləri üçün uyğun deyil.

Daxili Nöqtə metodu 1980-ci illərdə Narendra Karmarkar tərəfindən kəşf edilmiş və o vaxtdan bəri böyük ölçülü xətti proqramlaşdırma məsələlərinin həlli üçün vacib alternativə çevrilmişdir. Qrafik və Simpleks metodlarından fərqli olaraq, bu metod mümkün həll sahəsinin kənarında deyil, içərisində hərəkət edir. Məqsəd funksiyasını təkmilləşdirərək mümkün sahənin daxilində bir trayektoriya boyunca optimal nöqtəyə yaxınlaşır. Daxili Nöqtə metodu böyük məsələlər üçün sürətlidir və Simpleks metodundan daha az iterasiya ilə nəticə əldə olunur.

Simpleks metodu ən çox istifadə olunan alqoritmik həll üsuludur və istənilən böyüklükdə xətti proqramlaşdırma modellərinin həllini tapmaq üçün istifadə olunur. Bu metod Leonid Kantoroviç tərəfindən irəli sürülmüş və daha sonra George Dantzig tərəfindən inkişaf etdirilmişdir. Simpleks metodu mümkün həll sahəsinin kənar nöqtələri üzərində addım-addım hərəkət edərək məqsəd funksiyasını yaxınlaşır. Hər bir sonrakı iterasiya məqsəd funksiyasını yaxşılaşdırırsa, o zaman alqoritm iterasiyalara davam edir. Bir sonrakı iterasiya məqsəd funksiyasını yaxşılaşdırmırsa, nəhayət, o nöqtə optimal həll nöqtəsi hesab olunur. Simpleks metodunun çatışmazlıqları olaraq onu deyə bilərik ki, bəzi hallarda çoxlu iterasiyalar tələb edir və Daxili Nöqtə metodu ilə müqayisədə bəzi böyük ölçülü məsələlərdə zəif performans göstərə bilər.

Tam ədədi proqramlaşdırma. Tam ədədi proqramlaşdırma bütün qərar dəyişənlərinin tam ədədlə ifadə olunduğu xüsusi növ xətti proqramlaşdırma modelidir. Bu xüsusiyyət, bir çox real həyat problemini daha dəqiq modelləşdirməyə imkan verir. Bu tip modellər istehsal planlaşdırılması (hər bir məhsul üçün istehsal miqdarını müəyyənləşdirmək) və iş bölgüsü (resursların ən effektiv şəkildə paylanması) məsələlərində çox tətbiq olunur. Tam ədədi proqramlaşdırma

modeli standard formada aşağıdakı şəkildə ifadə olunur:

Məqsəd funksiyası:

maksimum (və ya minimum)

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Məhdudiyyətlər:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m \end{aligned}$$

$x_1, x_2, \dots, x_n \in N$ (N : natural ədədlər çoxluğu)

Həll yollarına gəldikdə isə, tam ədədi proqramlaşdırma modelləri çətinlik dərəcəsinə görə NP-çətin hesab olunur. Bu o deməkdir ki, belə modellərin böyük həcmli məsələlər üçün dəqiq və effektiv həlli çox vaxt mümkün olmur. Buna görə də elmi ədəbiyyatda bu tip problemlərin təxmini həll yolları da təklif olunub. Bu tip məsələlərin həlli üçün 2 əsas metoda rast gəlmək olar: Şaxələndirmə və Sərhədləmə metodu, Şaxələnmə və Kəsim metodu.

Şaxələnmə və Sərhədləmə metodu axtarış ağacı qurur və beləcə problemi alt problemlərə bölür. Hər alt problem üçün yuxarı və aşağı sərhəd tapılır və sərhədin yaxşılaşma ehtimalı olmayan budaqlar araşdırılmır. Beləcə bütün mümkün kombinasiyaları yoxlamadan problemi həll etmək mümkün olur. Bu metod bizə dəqiq həll verir, amma problemin ölçüsü böyüdükcə hesablama vaxtı kəskin artır. Hesablama vaxtının kəskin artması bizi başqa həll üsulları haqqında düşünməyə sövq edir.

Şaxələnmə və Kəsim metodu, yuxarıda müzakirə etdiyimiz Şaxələnmə və Sərhədlənmə metodunun təkmilləşdirilmiş versiyasıdır. Bu metod şaxələnmə və kəsim müstəviləri kimi iki əsas yanaşmanı istifadə edir. Əvvəlcə şaxələndirmə problemi alt məsələlərə bölür (tam ədəd olmayan həllərə görə). Daha sonra isə kəsim müstəviləri isə həlləri qismən kənarlaşdırmaq üçün ekstra məhdudiyyətlər əlavə edir. Bu

metod da dəqiq və global optimal həlli (əgər mövcuddursa) verir. Lakin böyük həcmli məsələlərdə budaq ağacı böyük ola bilər və dolayısıyla hesablama baxımından bu metod çox ağır ola bilər. Beləcə, böyük ölçülü məsələlər üçün bu metodu tətbiq etsək, yaddaş və vaxt itkisinə yol vermiş olarıq.

Qeyri-xətti proqramlaşdırma. Qeyri-xətti proqramlaşdırma, məqsəd funksiyası və ya məhdudiyyətlərdən ən az biri qeyri-xətti olduğu optimallaşdırma modelidir. Xətti proqramlaşdırmadan və tam ədədi proqramlaşdırmadan fərqli olaraq, bu tip modellər daha mürəkkəb quruluşda olurlar və beləcə onların həlli üçün daha qəliz metodlara müraciət etmək lazım gəlir. Qeyri-xətti modellər daha çox reallığı əks etdirdiyi üçün, günümüz dünyasında daha geniş tətbiqlərinə rast gəlirik. Qeyri-xətti proqramlaşdırma modeli aşağıdakı kimi təsvir edilir:

Məqsəd funksiyası:

maksimum (və ya minimum) $f(x)$

Məhdudiyyətlər:

$$\begin{aligned} g_i(x) &\leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ h_j(x) &= 0 \quad j = 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

Burada $f(x)$, $g_i(x)$ və $h_j(x)$ -dən ən az biri qeyri-xətti funksiyadır.

Riyazi optimizasiyanın real həyatdakı bəzi məsələlərə tətbiqi:

Daha öncə qeyd etdiyimiz kimi, real həyatdakı bəzi məsələləri riyazi optimizasiyanın köməyliyi ilə modelləyə bilərik. Günümüz dünyasında çox məşhur iki məsələni incələyək: İnvestisiya portfeli optimizasiyası və Nəqliyat problemi.

İnvestisiya portfeli optimizasiyası məsələsində məqsəd odur ki, mövcud kapitalı bir neçə maliyyə aktivini (məsələn, səhmlər) arasında elə bölüşdürək ki, risk minimum olsun və bu risk qarşılığında müəyyən olunmuş miqdarda minimum gözlənilən gəlir əldə edilsin.

Öncə qərar dəyişənlərini aşağıdakı kimi qeyd edək: x_i : portfelin i -ci aktivə yatırılan payı. Modelin parameterlərini isə belə qeyd

edək: μ_i : i -ci aktivin gözlənilən gəliri (μ gözlənilən gəlirlərin vektoru olsun), ω : aktivlərin gəlirlərinin korrelyasiya matrisi, R : tələb olunan minimum portfel gəliri.

Bu məsələni modelləməyə çalışsaq aşağıdakı kimi kvadratik proqramlaşdırma məsələsi əldə etmiş olaraq.

Məqsəd funksiyası:

$$\text{minimum } x^T \omega x$$

Məhdudiyyətlər:

$$\mu^T x \geq R \text{ (gözlənilən gəlir şərti)}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \text{ (bütün kapitalın sərf olunduğunufərz edərsək)}$$

$$x_i \geq 0 \quad \forall i \text{ (aktivlərin satılmasının qadağan olunduğunu fərz edərsək)}$$

İndi isə nəqliyat probleminə nəzər yetirək. Bir neçə təchizat məntəqəsi (məsələn, fabriklər) və bir neçə tələb məntəqəsi (məsələn, mağazalar). Hər bir təchizat məntəqəsinin müəyyən sayda təchizat miqdarı var və hər bir tələb məntəqəsinin də müəyyən sayda tələb miqdarı var. Bu problemdə məqsəd məhsulları təchizat məntəqələrindən tələb məntəqələrinə elə daşımaqdır ki, ümumi nəqliyat xərci minimum olsun.

Öncə qərar dəyişənlərini qeyd edək: i -ci təchizat məntəqəsindən j -ci tələb məntəqəsinə daşınacaq məhsulun miqdarı. Modelin parametrlərini isə belə qeyd edək: m : təchizat məntəqələrinin sayı, n : tələb məntəqələrinin sayı, s_i : i -ci təchizat məntəqəsinin təchizat miqdarı ($i = 1, 2, \dots, m$), d_j : j -ci tələb məntəqəsinin tələb miqdarı ($j = 1, 2, \dots, n$), c_{ij} : i -ci təchizat məntəqəsindən j -ci tələb məntəqəsinə hər bir vahid məhsulun daşınma xərci.

Bu məsələni modelləməyə çalışsaq aşağıdakı kimi xətti proqramlaşdırma məsələsi əldə etmiş olaraq.

Məqsəd funksiyası:

$$\text{minimum } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Məhdudiyyətlər:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq s_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \text{ (hər təchizat}$$

məntəqəsi üçün təchizat məhdudiyyəti)

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq d_j \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \text{ (hər tələb məntəqəsi üçün tələb məhdudiyyəti); } x_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \text{ (məhsul miqdarı mənfi ola bilməz).}$$

NƏTİCƏ

Riyazi optimizasiya müasir dövrdə elmi və texnoloji inkişafda mühüm yer tutur. Bu məqalədə göstəriləni kimi, riyazi optimizasiya modelləri vasitəsilə iqtisadiyyat, sənaye, maliyyə və logistika kimi müxtəlif sahələrdə resursların daha effektiv şəkildə idarə olunması mümkündür. Xətti proqramlaşdırma, tam ədədi proqramlaşdırma və qeyri-xətti proqramlaşdırma kimi müxtəlif modellər real həyatda qarşılaşılan kompleks problemlərin sadələşdirilmiş və riyazi cəhətdən analiz edilə bilən formaya salınmasına imkan verir. Təqdim olunan həll metodları – qrafik metod, simpleks metodu, daxili nöqtə yanaşması, şaxələnmə və sərhədləmə kimi yanaşmalar – müvafiq modelin quruluşuna uyğun olaraq seçildikdə, optimal və praktiki nəticələr verir. Məsələn, investisiya portfeli və nəqliyat problemi kimi tətbiqlər, riyazi optimizasiyanın real həyatla nə qədər sıx əlaqədə olduğunu və qərarvermə proseslərində nə qədər güclü bir alət olduğunu nümayiş etdirir. Nəticə olaraq, bu sahənin həm nəzəri cəhətdən zənginliyi, həm də praktik tətbiq imkanları onu mühəndislik, idarəetmə və iqtisadiyyat kimi sahələrdə əvəzolunmaz edir. Gələcəkdə texnologiyanın daha da inkişaf etməsi ilə birlikdə, riyazi optimizasiyanın daha mürəkkəb və dinamik modellərlə yeni problemlərin həllində də geniş şəkildə tətbiq olunacağı gözlənilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Bazaraa, M. S., Jarvis, J. J., & Sherali, H. D. (2011). *Linear programming and network flows* (4th ed.). John Wiley & Sons.
2. Winston, W. L. (1991). *Operations Research: Applications and Algorithms* (2nd

- ed.). PWS-Kent Publishing Company.
3. Blumenfeld, D. (2009). *Operations Research Calculations Handbook* (2nd ed.). CRC Press.
 4. Hillier, F.S., & Lieberman, G.J. (2001). *Introduction to operations research* (8th ed.). McGraw-Hill.
 5. Conforti, M., Cornuéjols, G., & Zambelli, G. (2014). *Integer Programming*. Springer.
 6. Cottle, R., & Lemke, C. E. (1976). *Nonlinear Programming* (Vol. 9). American Mathematical Society.
 7. Murthy, G.S.R. (2015). *Applications of Operations Research and Management Science: Case Studies*. Springer.
 8. Bellman, R. (1963). *Mathematical Optimization Techniques*. University of California Press

XÜLASƏ

Bu məqalədə riyazi optimizasiya və günümüz dünyasında tətbiq sahələri araşdırılmışdır. Riyazi optimizasiya müəyyən məqsəd funksiyasının müəyyən məhdudiyyətlər çərçivəsində maksimum və ya minimum dəyərini tapmaq üçün istifadə olunan elmi üsuldur. Məqalədə xətti proqramlaşdırma, tam ədədi proqramlaşdırma və qeyri-xətti proqramlaşdırma və onların həll metodlarından bəhs olunur. Həll metodlarına nümunə olaraq, qrafik metod, simpleks metodu, daxili nöqtə metodunu göstərə bilərik. Həmçinin riyazi optimizasiya mə-

УДК 621.6

sələlərinin real həyatdakı tətbiqinə də yer verilir. Məsələn investisiya portfeli optimizasiyası və nəqliyyat problemi kimi real həyatda geniş tətbiqləri olan problemlər təhlil edilir.

Açar sözlər: riyazi optimizasiya, minimum, maksimum, məqsəd funksiyası, optimizasiya, proqramlaşdırma, həll metodları, real həyat tətbiqləri

SUMMARY

In this scientific article, the application of mathematical optimization is discussed. A mathematical optimization is a scientific method in which an aim is to find the maximum or minimum of an objective function. In this paper, linear programming, mixed integer programming, and non-linear programming models are explained in detail. Furthermore, possible solutions (graphical method, simplex method, interior-point method) to such type of problems are presented as well. Apart from these, two real world applications of mathematical optimization are displayed: Investment portfolio optimization problem and transport problem.

Key word: mathematical optimization, minimum, maximum, objective function, optimization, programming, solution methods, real-life applications.

Məqaləyə AzMİU-nun "Nəqliyyat və logistika" kafedrasının dosenti R.Ə. Allahverdiyev rəy vermişdir

Э.А.ЮСИФОВ, Э.А.ЮСИФОВА

Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства

МЕХАНИЗМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНГИБИТОРОВ В БОРЬБЕ С ГИДРАТАМИ

Согласно модели автоадсорбции, связанной с образованием гидратов [1], на свободной поверхности жидкой воды – моно

слое имеются два типа щелей, малые и большие, при контакте этой поверхности с молекулами газа последние автоадсорбиру-

ются этими щелями и таким образом, в результате монослой превращается в кристалл – гидрат.

Этот механизм дает основание утверждать, что при смешивании воды с ингибитором эти промежутки в монослое занимают молекулы ингибитора, тем самым предотвращая образование гидратации. Кроме того, в результате растворения ингибитора в воде понижается и энергетический уровень монослоя, что не позволяет раствориться силам водородных связей между молекулами воды, составляющими структуру монослоя, иными словами, не позволяет увеличиться размерам входов для молекул газа в щели монослоя, и это также можно рассматривать как одну из причин, в определенной степени препятствующих образованию гидратации [2].

Таким образом, механизм предотвращения образования гидратации ингибиторов можно объяснить тем, что их молекулы занимают щели монослоя на свободной поверхности воды.

Естественно, что заполнение пространств монослоя молекулами ингибиторов зависит от многих факторов, в том числе термодинамических условий системы (давления и температуры), свойств ингибиторов, ее жесткости в воде и т. д.

Для прояснения этого вопроса воспользуемся теорией адсорбции Гиббса [3]. Если применить это уравнение к водным растворам ингибитора фермента, то можно записать:

$$\Gamma_u = -\frac{N}{RT} \cdot \frac{d\sigma_{H_2O}}{dH_u} \quad (1)$$

Здесь Q_u – количество ингибитора, адсорбированного на свободном поверхностном слое воды, и количество ингибитора, растворенного в том же объеме воды; N_u – растворимость ингибитора в воде; σ_{H_2O} – поверхностное натяжение воды.

Как видно из анализа уравнения (1), по-

верхностная адсорбция ингибитора может иметь положительное или отрицательное значение в зависимости от отрицательного или положительного значения $\partial \sigma_{H_2O} / \partial H_u$.

Положительное значение поверхностной адсорбции ингибитора указывает на то, что его твердость на поверхности жидкости больше твердости в объеме, а отрицательное значение – на то, что она меньше.

Рассмотрим это решение на примере ингибитора метанола, используемого для предотвращения образования гидратации, и оценим его адсорбцию на поверхности монослоя воды (в области гидратной клетки) в зависимости от жесткости ингибитора и температуры раствора.

Для этого, основываясь на теории Гиббса [4], можно записать для поверхностного монослоя водных растворов ингибиторов:

$$X_u = \frac{N_u \cdot C_0}{1 - (1 - C_0) N_u} \quad (2)$$

Здесь X_u – мольная доля ингибитора в монослое (гидратный зазор); C_0 – постоянная величина для данного раствора при данной температуре.

Они рассчитываются по следующей формуле:

$$C_0 = e^{(\sigma_{H_2O}^0 - \sigma_u) \mathcal{V}_i / \tau_i RT} \quad (3)$$

Здесь $\sigma_{H_2O}^0$ – поверхностное натяжение воды, Дж/м²; σ_u – мощность изменения поверхности ингибитора, Дж/м²; $\mathcal{V}_i$ – мольный объем ингибитора, м³/моль; τ_u – ширина ингибитора на поверхности воды, м.

Будем считать, что толщина ингибитора на поверхности воды примерно равна толщине монослоя, исходя из автоадсорбционной модели образования воды, т.е. $\tau_u \approx \tau_{H_2O}$. После этого, потом:

$$C_0 = e^{(\sigma_{H_2O}^0 - \sigma_u) \mathcal{V}_i / \tau_{H_2O} RT} \quad (4)$$

(2) условия для ингибитора метанола при 293 К на основе формулы $\nu_{CH_3OH}=40,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$; $\tau_{H_2O}=3,1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$; $\sigma_{H_2O}^0=72,82 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$; $\sigma_{CH_3OH}=22,6 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$ отчеты, проведенные при его различной плотности ($N_{CH_3OH}=0,100 \div 0,6390$ молярной доли), показывают, что распределение метанола на поверхности воды и ее объеме различно (рисунок 1).

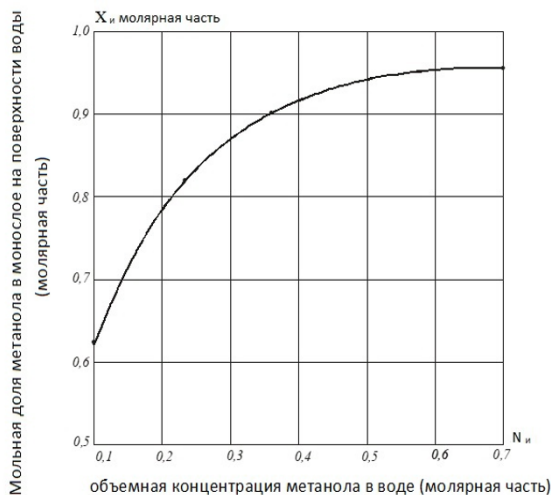


Рис. 1. Распределения объема метанольного ингибитора в водне и на ее поверхности.

Например, если насыпная плотность метанола в воде составляет $N_i=0,6390$ молячстей, то соответствующая поверхностная твердость (в монослое) составляет $X_i=0,9590$ молячстей. Причем, чем ниже температура жидкости и выше концентрация ингибитора, тем больше эта разница.

Таким образом, принимая во внимание тот факт, что гидраты образуются на линии контакта газ-вода, из вышеизложенного можно сделать вывод, что механизм действия ингибиторов по предотвращению образования гидратов заключается в заполнении мо-

лекулами ингибитора пространств гидратной оболочки (поверхностного монослоя воды), и это заполнение также тормозит поверхностную диссоциацию жидкости. Она может быть положительной или отрицательной в зависимости от изменения жесткости, то есть жесткость ингибитора на поверхности жидкости может быть меньше или больше ее объемной жесткости, и считается целесообразным учитывать все эти факторы при борьбе с гидратами.

Предложен механизм предотвращения образования газов с помощью ингибиторов. Согласно этому механизму, молекулы ингибитора (ионы в случае использования электролитов) занимают пространства гидратной клетки, что является механизмом предотвращения образования гидратации газами ингибиторов и, таким образом, предотвращения адсорбции молекул газа этими пространствами. При этом предлагается идея неравномерного распределения ингибиторов на поверхности воды и в ее объеме, для чего с использованием теории Гиббса утверждается, что жесткость ингибитора метанола, наиболее широко применяемого в борьбе с гидратами, на поверхности воды выше, чем его жесткость в ее объеме, и считается целесообразным учитывать этот фактор при борьбе с гидратами.

ƏDƏBİYYAT

1. Мусаев Р.М., Искендеров С.М. О скрытой теплоте гидратообразования. – //Газовое дело, 1970, № 2, с. 6 – 8.
2. Пономарева Л.А., Мусаев Р.М., Алиев Н.А., Рекалов В.И., Шихлинский Р.Н. Некоторые исследования по кинетике гидратообразования природных газов. – В кн.: Методы совершенствования подготовки и переработки природного газа и газового конденсата. Баку, 1981, с. 12–15.

3. Дятлов А.А., Бык С.Ш. Вычисление равновесных температур гидрато-образования газов пиролиза в присутствии метанола. – // Нефтепереработка и нефтехимия, 1971, № 11, с. 20 – 21.
4. Дядин Ю.А., Гушин А.Л. Газовые гидраты и климат земли. // Новосибирский Государственный Университет. Опубликовано в Соросовском образовательном журнале, № 3, 1998, с.55-64.

Dos. Yusifov E.Ə., Yusifova E.A.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

**Hidratlarla mübarizədə
ingibitorlardan istifadə mexanizmi**

XÜLASƏ

Qazların hidrat əmələ gətirməsinin ingibitorlar vasitəsilə qarşısının alınma mexanizmi irəli sürülmüşdür. Bu mexanizmə görə ingibitorların qazların hidrat əmələ gətirməsinin qarşısının alınma mexanizmi kimi ingibitor molekullarının (elektrolitlərdən istifadə halında ionların) hidrat qəfəsi boşluqlarını tutması və beləliklə də, qaz molekullarının bu boşluqlar tərəfindən adsorbsiya edilməsinin qarşısının alınması göstərilir. Bununla bərabər ingibitorların suyun səthində və onun həjmində qeyri-bərabər paylanması fikri irəli sürülür və bu məqsədlə Gibbs nəzəriyyəsiindən istifadə edilərək hidratlarla mübarizədə ən geniş istifadə olunan metanol ingibitorunun suyun səthində qatılığının onun həjmindəki qatılığından artıq olduğu

bildirilir və bu faktorun hidratlarla mübarizədə nəzərə alınması məqsədə uyğun hesab edilir.

Yusifov E.A., Yusifova E.A.

*Azerbaijan University of Architecture
and Construction*

**Mechanism of using inhibitors
in the fight against hydrates**

SUMMARY

A mechanism for preventing the formation of gases with the help of inhibitors is proposed. According to this mechanism, molecules of the inhibitor (ions in the case of using electrolytes) occupy the spaces of the hydrate cell, which is a mechanism for preventing the formation of hydration by gases of inhibitors and, thus, preventing the adsorption of molecules to gas by these spaces. At the same time, the idea of uneven distribution of inhibitors on the surface of water and in its volume is proposed, for which, using the Gibbs theory, it is argued that the hardness of the inhibitor methanol, which is most widely used in the fight against hydrates, is higher on the surface of water than its hardness in its volume, and it is considered expedient to take this factor into account when fighting hydrates.

*Отзыв дала на статью доцент кафедры
«Строительство инженерных систем и
сооружений» АзАСУ, С.М. Акбарова*

UOT 621.311.2.22

ƏLƏSGƏROV G.A., MƏHƏRRƏMOV R.E.

Azərbaycan Memarlıq İnşaat Universiteti.
Email: gulagha.alasgarov@azmiu.edu.az

HÜNDÜRMƏRTƏBƏLİ BİNALARIN İSTİLİK SİSTEMLƏRİNİN ENERJİ SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASI ÜSULU

Giriş. Hündürmərtəbəli binalarda istilik təchizatı sistemlərinin quraşdırılma sxemlərinin sadəliyi və sistemin enerji qənaətli olması mühəndis sistemlərinin quraşdırılmasının əsas şərtlərindən biridir.

Bəzən layihəsiz sistemlərin çəkilişi mənzillərdə yaşayan insanların həyat tərzinə mənfi təsir göstərir və enerji xərclərin artmasına səbəb olur, komfort şəraitin parametrləri arasına uyğunsuzluq yaradır. Bu isə yeni tikilən hündürmərtəbəli binaların istilik sistemlərində sxemlərin çəkilişində çətinliklər yaradır və sistemin rentabelli iş rejimi pozulur [5].

Məqalədə çoxmərtəbəli binalarda istilik sistemlərinin istismarının optimallaşdırılması üsulları haqqında sxemlər təklif olunur və sistemin iqtisadi və enerji potensialı qiymətləndirilir.

Problemin təsviri. Bina mərkəzləşdirilmiş istilik enerjisi mənbəyinə qoşulduqda, istilik sistemlərinin iş rejimləri yüksək mərtəbəli binalar üçün sistemlərdən əsaslı şəkildə fərqlənir. Səbəb abonentlər arasında hidrostatik təzyiqin parametrlərinin dəyişkənliyidir [5].

İstilik təchizatı sistemlərində duzsuzlaşdırılmış, dərin yumşaldılmış su növləri ilə xarakterizə edilir.

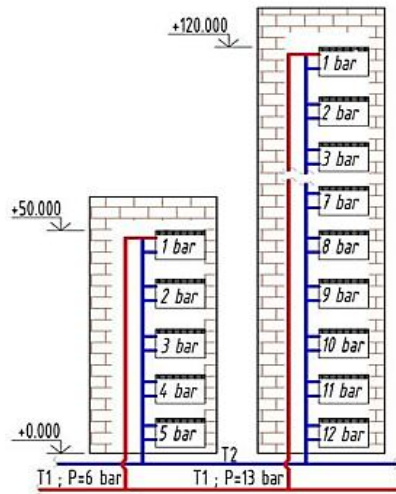
Şəbəkə avadanlıqlarının qızma səthlərində enerji daşıyıcıların nəqli zamanı ərpin çökməsinin, suda şlamin yaranmasının və daxili səthlərin korroziyaya uğraması zamanı kəmərlərin ən kəskin sahələri tədricən azlır, bu isə təzyiqin artmasına səbəb olur. Təzyiqin azalması ilə sistemdə su dövrəni zəifləyir. Hündür mərtəbələrə enerji çatışmamazlığı baş verir. Uyğun olaraq yaşayış sahələrində dezkonfort yaranır.

Bu işə yol verilməzdir. Deyilənlərin qarşısının alınması üçün şəbəkə suyunun tərkibindəki müəyyən maddələr ya tamamilə xaric edilməli, ya da müəyyən həddə qədər azaldılmalıdır. Ərpin və şlamin əmələ gəlməsi ilkin suda codluq və qələvilik ionlarının olması ilə şərtləndiyindən bu ionların qatılıqlarının müəyyən buraxıla bilən həddə qədər azaldılması üçün müxtəlif metodlardan istifadə edilir. Bu metodlardan istifadə etməklə sistem daxili çöküntülərin qarşısını almaq olur və təzyiqin sistemdə artmasının qarşısı alınır. Bu zaman əldə edilmiş su keyfiyyətcə istilik təchizatı sistemləri üçün qəbul edilmiş normativ sənədlərdə nəzərdə tutulmuş şərtləri ödəməlidir [7].

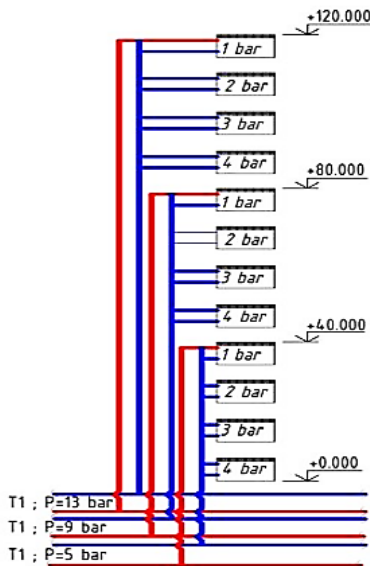
Məqalədə istilik şəbəkələri üçün hazırlanan xüsusi tərkibli suların istehsalının ekoloji cəhətdən təmiz texnoloji sxemlərinin ekoloji aspektlərinin təhlili verilmişdir.

Binanın aşağı mərtəbələrində yerləşən cihazlar yuxarıda yerləşən cihazlardan xeyli yüksək təzyiq altında olur (şəkl.1). Binanın mərtəbələrində sayı artdıqca, hündürlük fərqi yaratdığı hidrostatik təzyiqin istilik cihazları üçün icazə verilən maksimum dəyəri aşması ehtimalı bir o qədər də yüksəkdir. Mövcud normativ sənədlərə [5] və Azərbaycanda ümumi qəbul edilmiş dizayn təcrübəsinə əsasən, icazə verilən təzyiq dəyəri ən əlverişsiz seçim üçün qəbul edilir. İstənilən halda sistemdə təzyiq 4-6 bar təşkil edir.

Hazırda çoxmərtəbəli binalar üçün mərkəzləşdirilmiş istilik təchizatının bir neçə üsulu mövcuddur:



Şəkil 1. Binaın istilik sisteminin sxematik diaqramı



Şəkil 2. Binaın zona üzrə istilik sisteminin quraşdırma sxemi.

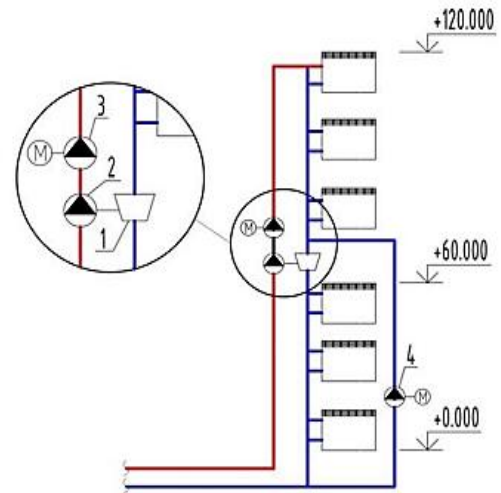
1) zonanın hündürlüyü aşağı səviyyədə yerləşən istilik cihazları və fitinqlər üçün icazə verilən hidrostatik təzyiqin qiymətilə ilə müəyyən edildiyi istilik sisteminin şaquli vəziyyətinin zonalaşdırılması;

2) cihazların qarşısında təzyiq tənzimləyicilərinin quraşdırılması;

3) daha yüksək təzyiqə tab gətirə bilən cihazların və fitinqlərin quraşdırılması.

Yuxarıda göstərilən üsulların hər birinin müəyyən üstünlükləri və mənfi cəhətləri var [1, 4, 7].

Bu gün Azərbaycanda ən çox yayılmış üsul istilik sistemlərinin şaquli zona üzrə quraşdırılması üsuludur (şək. 3).



Şəkil 3. Suyun tələb olunan parametrlərini təmin edən alternativ yol.

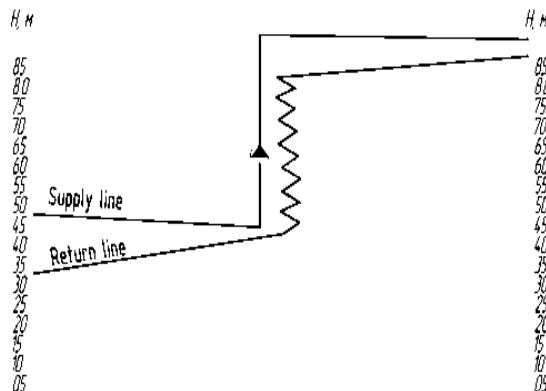
Şəkildə göstərilən cihazlar zonalar üzrə eyni hidrostatik təzyiq parametrləri təmin edilir, lakin eyni sistemdə istifadə edilən boruların miqdarca artması sistemin mürəkkəbliyi artır və material sərfi çoxalır. Bundan əlavə, müəyyən şərtlər daxilində, zonalar bölünmə sxeminə uyğun səviyyələr üzrə texniki mərtəbələrin quraşdırılmasına ehtiyac yaranır.

İstilik sistemində enerji daşıyıcısının normada verilən statik təzyiqini təmin etmək üçün alternativ üsullardan biri kimi – rayonlaşdırma (zonalar üzrə paylama) metodunu nəzərdən keçirəcəyik. Onun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, bütün sistem üzrə yuxarı mərtəbədə yerləşən qurğular üçün zəruri olan artıq təzyiq yaradılır və aşağıda yerləşən qurğular nəzarət cihazlarından istifadə edərək artıq təzyiqi azaltmaqla qorunur. Bu üsula alternativ olaraq, artıq təzyiqin bərpasına imkan verən cihazlardan istifadə edən istilik sistemləridir [6, 9].

İstilik sisteminin tənzimləmə sxemi şəkil 3-də göstərilmişdir.

Hündürmərtəbəli binaların istilik sistemlərində təzyiqin tənzimlənməsi yeni üsulu belədir: sistemdə geri qayıdış boru kəmərinə quraşdırılmış hidravlik turbin (1) şaftla nasosun çarxına qoşulur (2). Gücləndirici nasos (3) yuxarıda yerləşən istilik cihazlarına istilik verir. Sonra, artıq təzyiqi olan soyuducu turbindən keçir (şəkil 3-də 1-ci mövqe). Axının kinetik enerjisi şaftın fırlanma işinə çevrilir. Sonra axın kompressor çarxına ötürülür (2).

Turbin bıçaqlarından keçərkən, soyuducu axınının artıq təzyiqi işlənir. Bu, soyuducu suyun məqbul parametrlərini təmin edir, aşağı yüksəkliklərdə yerləşən istilik cihazlarının normal işləməsini təmin edir, onların yüksək təzyiq zonasına daxil olmasının qarşısını alır. Bu təsir pyezometrik qrafikdə aydın şəkildə nümayiş etdirilir (şək. 4).



Şəkil 4. İstilik sisteminin piezometrik qrafiki.

Sistemin hidrostatik rejimdə işləməsini magistral boru kəmərinə quraşdırılmış şəkil 3-də (4-cü bənd) nasosu təmin edilir. Nasos tərəfindən axın (Şəkil 3-də 4-cü bənd) turbin çarxını hərəkətə gətirir. Turbinin qoşulduğu valdan gələn fırlanma momenti kompressora (2) ötürülür və bununla da istilik sisteminə tələb olunan statik təzyiq qurulur.

Məqalədə təklif edilə üsul pilləli (rayon-

laşdırma) metoduna alternativdir və enerjiyə qənaət edilməsini əks etdirir [3].

Zonalara bölünmüş yüksək mərtəbəli bina və artıq təzyiqin bərpasına imkan verən bir cihazdan istifadə edən sistem üçün ümumi qəbul edilmiş istilik sisteminin qiyməti müqayisə edək:

Hündürmərtəbəli binanın isitmə sisteminin hündürlüyü m , borusunun diametri mm , enerji sərfi $m^3/saat$ olarsa, bu zaman istilik sistemi layihəsinin həyata keçirilməsi üçün kapital qoyuluşunu qiymətləndirməkən əsas avadanlıqların istifadə edə bilərik. Bu zaman aşağıdakıları bilmək vacibdir:

- materialın növü;
- güc(nasos) avadanlığının qiyməti;
- boru, fitting və bağlantılar.

Beləliklə, hündürmərtəbəli binalarda enerji təminatını həyata keçirərkən enerji daşıyan kəmərlər zonalar üzrə bölünərək sistemin istilik təminatını tələb edilən təzyiq və sərfə təmin edilir, təlabatçıları müntəzəm enerji təlabatını fasiləsiz ödəyir.

Qeyd etmək lazımdır zona üzrə istilik sisteminin qiymətləndirilməsi əsasən materiallar sərfindən asılıdır.

NƏTİCƏ

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində hündürmərtəbəli binaların istilik sistemlərində artan təzyiqi tənzimləməyə imkan verən cihazın əsas sxemi hazırlanmışdır. Ənənəvi həllərlə müqayisədə yeni metoddan istifadənin aşağıdakı üstünlükləri müəyyən edilmişdir:

- material sərfi əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasını təmin edilir;
- quraşdırılma işlərinə, avadanlıq və armaturların xərcləri azaldılır;
- daha zəif güc nasoslarının quraşdırılması mümkün olur;
- sistem tərəfindən enerji istehlakına qənaət edilməsini təmin edilir;
- əlavə texniki mərtəbə tikməyə ehtiyac olmur.

ƏDƏBİYYAT

1. Borodach MM Hündürmərtəbəli binalar üçün mühəndis avadanlıqları. AVOK-press, 2007, 320 s.
2. Makarov DA, Likhachev, DI, Chernenkov VP, Eskin, AA, Revenko D O. RF Patent 2577714 İstilik sisteminin istismarı üsulu. 10.12.2014-cü il tarixdən 2014150038 nömrəli ərizə.
3. Shchukina NM Müasir yüksək mərtəbəli tikinti, monoqrafiya. M., Moscomarchitect, 2007. 440 s.
4. Donald E. Ross, Atlanta, Hündür Ticarət Binaları üçün HVAC Dizayn Bələdçisi, 2004.
5. Makarov DA, Chernenkov VP, Likhachev İD. İstilik şəbəkələrinin nasos-tənzimləyici yarımstansiyasının optimallaşdırılması. Tətbiqi Mexanika və Materiallar. 2015 (792): 375-378. doi:10.4028/www.Scientific.net /AMM.792.375
6. <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/96033/18-22.pdf?sequence=1>
7. Ələsgərov G.A. və b. İstilik sistemləri üçün su hazırlığı Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, İstanbul Texniki Universiteti inşaat fakültəsi “İnşaatin müasir problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi – praktik konfransın elmi əsərlərinin toplusu. Bakı, 24 noyabr 2023- ci il. səh. 407-410

Ələsgərov G.A., Məhərrəmov R.E.

Azərbaycan Memarlıq İnşaat Universiteti.
Email: gulagha.alasgarov@azmiu.edu.az

Hündürmərtəbəli binaların istilik sistemlərinin enerji səmərəliliyinin artırılması üsulu

XÜLASƏ

Məqalədə hündürmərtəbəli yaşayış bina-

larda istilik sistemlərinin enerji səmərəliliyinin artırılması imkanları nəzərdən keçirilir. Burada yüksək mərtəbəli binalarda istilik sistemlərinin quraşdırılması və istismarının üsulları və istilik cihazlarında təzyiqin qəflət artmasının aradan qaldırılmasına yönəlmiş mühəndislik həlləri təqdim olunur və çatışmayan cəhətləri göstərilir. Sonda hündürmərtəbəli yaşayış binalarında istilik sistemlərinin istismarı üçün yeni üsul və sxemlər təklif olunur və enerjiyə qənaət edən texnologiyanın tətbiqinin iqtisadi səmərəliliyi qiymətləndirilir.

Açar sözlər: istilik sistemi, rekuperasiya, enerji səmərəliliyi, bıçaq mexanizmləri, artıq təzyiq, enerjiyə qənaət, çoxmərtəbəli bina.

Alasgharov G.A., Maharramov R.E.

Azerbaijan University of Architecture and Construction
Email: gulagha.alasgarov@azmiu.edu.az

Method of increasing the energy efficiency of heating systems of high-rise buildings

SUMMARY

The possibilities of increasing the energy efficiency of heating systems in high-rise buildings are considered. The article presents the main methods of operating heating systems in high-rise buildings and traditional engineering solutions aimed at eliminating increased pressure in heating devices. The main shortcomings of existing solutions are indicated. A method for operating heating systems in high-rise buildings and a device for implementing it are proposed. The economic effect of the application of energy-saving technology is assessed.

Keywords: heating system, recuperation, energy efficiency, blade mechanisms, excess pressure, energy saving, multi-storey building.

Аласкеров Г.А., Магерамов Р.Е.

Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства

Email: gulagha.alasgarov@azmiu.edu.az

Способ повышения энергоэффективности систем отопления высотных зданий

РЕЗЮМЕ

Рассматриваются возможности повышения энергоэффективности систем отопления в высотных зданиях. В статье представлены основные способы эксплуатации систем отопления высотных зданий и традицион-

ные инженерные решения, направленные на устранение повышенного давления в отопительных приборах. Показаны основные недостатки существующих решений. Предложены способ и устройство для эксплуатации систем отопления в высотных зданиях. Оценен экономический эффект от применения энергосберегающих технологий.

Ключевые слова: система отопления, рекуперация, энергоэффективность, лопастные механизмы, избыточное давление, энергосбережение, многоэтажный дом.

Məqaləyə AzMİU-nun "MS və QT" kafedrasının dosenti G.H. Feyziyeva rəy vermişdir.

UOT 517

EYYUBOVA R.M., QULIYEVA G.Z., ƏZIZOVA T.N.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti nəzdində İnşaat Kolleci

rasmiya.eyyubova@azmiu.edu.az, gulnaraquliyeva1986@mail.ru, Azizova.turana@mail.ru

İNŞAAT MÜHƏNDİSLİYİNDƏ İSTİFADƏ EDİLƏN MÜHƏNDİS RİYAZİYYATININ PRAKTİK ƏHƏMİYYƏTİ

Giriş. İnşaat mühəndisliyi sahəsində riyaziyyat həmişə etibarlı struktur və infrastruktur yaratmaqda əsas rol oynamışdır. Günümüzdə riyazi prinsiplərin praktiki tətbiqi və hesablama metodlarının inkişafı ilə, mühəndis riyaziyyatı inşaat mühəndisliyinin ayrılmaz bir hissəsi halına gəlmişdir. İnşaat mühəndisliyində istifadə olunan əsas riyazi metodları, onların praktiki tətbiqlərini və mühəndislik problemlərinin həllində oynadıqları həlledici rolunu araşdırır. Bu sahədə istifadə olunan riyaziyyatın xarakterik xüsusiyyətləri müxtəlif mühəndislik prinsiplərini dəstəkləyərək struktur analizindən, materialların gücünü qiymətləndirməkdən və layihələrin icrasına qədər bir çox sahədə tətbiq olunur. İnşaat mühəndisliyində riyaziyyat həm təqribi həm də dəqiq hesablamalar üçün istifadə olunur. Bəzi hallarda da-

ha sürətli nəticələr əldə etmək üçün təqribi metodlar tətbiq olunur, məsələn, təqribi strukturların gücü və dayanıqlığı kimi. Lakin daha mürəkkəb və kritik layihələrdə, məsələn, körpülərin və binaların dizaynında, dəqiq riyazi hesablamalar tələb olunur.

İnşaat mühəndisliyində istifadə edilən əsas riyazi konsepsiyalar aşağıdakılardır:

1. Struktur hesablamaları və təhlükəsizlik. İnşaat mühəndisliyində, binalar və digər struktur elementləri dizayn edilərkən, onların güc və dayanıqlılığı dəqiq hesablamalarla müəyyən edilir. Mühəndis riyaziyyatı, xüsusən statika və dinamika sahələrində geniş şəkildə istifadə olunur. Statikada, strukturun bir nöqtədəki və ya ümumilikdəki qüvvələrə necə cavab verdiyi hesablanır. Dinamikada isə, struktura təsir edən dəyişkən və hərəkətli qüvvələr nəzərə alınır.

Riyazi hesablamalar vasitəsilə, mühəndislər müxtəlif yük növlərini (ölçüləri, ağırlıqları, sürətləri və s.) təhlil edir və bu yükə görə strukturların nə dərəcədə dayanıqlı olduğunu müəyyən edirlər. Məsələn, bir binanın hər hansı bir zəlzələyə qarşı necə reaksiya verəcəyini qiymətləndirmək üçün diferensial tənliklər və vibrasiya analizi kimi mürəkkəb riyazi metodlar istifadə olunur. Bir çoxmərtəbəli binanın zəlzələ zamanı necə reaksiya verəcəyini öyrənmək üçün, binanın dinamik xüsusiyyətlərini qiymətləndirən frekans yəni vibrasiya dövrü və modulyasiya hesablamaları aparılır. Bu hesablamalar, binanın zəif nöqtələrini aşkar etməyə və gücləndirmələr aparmağa kömək edir, təhlükəsizlik təminatını artırır və potensial fəlakətlərin qarşısını alır. [5]

2. Materialların təhlili və seçimi. İnşaat mühəndisliyində istifadə olunan materialların seçimi də mühəndis riyaziyyatına əsaslanır. Strukturda istifadə olunacaq materialların möhkəmliyi, elastikliyi, və dözümlülüyü çox vacibdir. Mühəndis riyaziyyatı, materialın stres və deformasiya xüsusiyyətlərini müəyyən etməyə kömək edir. Məsələn, beton və polad kimi materiallar müxtəlif gərginliklər altında necə davranır, hansı şəraitdə çatlama riski yaranır və ya hansı şəraitdə elastik xassələr qorunur – bu cür sualların cavabları riyazi modellər və hesablamalarla tapılır. Mühəndis riyaziyyatı, həmçinin materialın qiyməti ilə strukturun dayanıqlığını əlaqələndirərək iqtisadi baxımdan ən optimal seçimi etməyə kömək edir.

3. Hidravlik və ətraf mühit hesablamaları. İnşaat mühəndisliyinin bir digər mühüm sahəsi də hidravlik sistemlərin layihələndirilməsidir. Su təchizatı, kanalizasiya sistemləri və ya su anbarları kimi layihələrdə, suyun axını, təzyiqi və digər parametrlər mühəndis riyaziyyatı ilə modeləşdirilir. Bu sahədə ən çox istifadə edilən riyazi metodlar arasında Bernulli tənliyi və hidrodinamik analiz yer alır. Bundan əlavə, inşaatın ətraf mühitə təsirlərinin qiymətləndirilməsi də mühəndis riyaziyyatının tətbiqini tə-

ləb edir. İnşaatın yeraltı su axımına, torpaq strukturlarına və hava keyfiyyətinə təsiri nəzərə alınmalı və bu təsirlər statistik modellərlə qiymətləndirilməlidir. [3] Riyazi modellər, layihələrin ekoloji dayanıqlılığını təmin etmək üçün vacibdir. Hidravlik hesablamalar suyun hərəkətini, təzyiqi, axını və digər su ilə əlaqəli parametrləri müəyyən etmək üçün istifadə olunur. Bu hesablamalar su təchizatı sistemləri, drenaj şəbəkələri, daşqın nəzarət strukturları və su təmizləmə qurğularının dizaynında mühüm rol oynayır. Məsələn, suyun müəyyən bir bölgəyə çatdırılması üçün boru kəmərlərinin düzgün dizaynı, suyun axış sürətinin və təzyiqinin düzgün hesablanması, daşqınların qarşısını almaq üçün strukturların gücünü və dayanıqlığını təmin etmək üçün hidravlik modellərdən istifadə edilir. Burada ən çox istifadə edilən formullardan biri Darcy-Weisbach tənliyidir. Bu tənlik boru kəmərinə suyun axış sürətini hesablamaq üçün istifadə edilir. Boru kəmərinə axın sürətini tapmaq üçün aşağıdakı formulu istifadə edirik:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

Burada: ΔP – təzyiq fərqi (Pa); f – fırlanma fraksiyasının əmsalı (Darcy fırlanma əmsalı); L – boru kəmərinin uzunluğu (m); D – borunun diametri (m); ρ – suyun sıxlığı (kg/m^3); v – axın sürəti (m/s).

Hidravlik şəbəkələrin təhlili üçün suyun axışının və təzyiqinin müəyyən bir bölgəyə çatdırılmasını təmin edən digər bir mühüm element şəbəkə analizi və şəbəkə modelidir. Bu model, axın sürətinin və təzyiqinin müxtəlif hissələrdə necə dəyişəcəyini müəyyən edir. Bunun üçün aşağıdakı prinsiplərdən istifadə olunur:

Axının Qorunması: Axın, şəbəkədəki hər hansı bir nöqtədə qorunur. Yəni, hər hansı bir borunun daxil olan axın miqdarı çıxan axın miqdarına bərabər olmalıdır.

$$Q_{in}=Q_{out}$$

burada Q - axın miqdarıdır (m^3/s).

Təzyiqin Qorunması (Bernoulli Tənliyi): Bernoulli tənliyi, boru kəmərinə təzyiqin, sürətin və yüksəklik fərqlərinin necə dəyişdiyini təyin edir. Bu tənlik, borudakı axın şərtlərinin təzyiqi necə təsir etdiyini göstərir.

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{const}$$

Bu tənlikdən istifadə edərək, axın sürəti və təzyiq fərqlərini hesablayaraq boru kəmərinin dizaynını optimallaşdırmaq mümkündür.

Burada: P – təzyiq (Pa); ρ – sıxlıq (kg/m^3); v – axın sürəti (m/s); g – yerin cazibə sürəti (m/s^2); h – yüksəklik (m).

İnşaat mühəndisliyi layihələrində ətraf mühitin qorunması və ekosistemlərə olan təsirin minimuma endirilməsi üçün ətraf mühit hesablamaları mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu hesablamalar layihələrin ətraf mühitə təsirini qiymətləndirir, məsələn, su və hava çirkliliyi, səs-küy və torpaq istifadəsi. Ətraf mühit hesablamaları həmçinin layihələrin davamlılıq prinsiplərinə uyğun şəkildə dizayn edilməsini təmin edir. Məsələn, təbii resursların səmərəli istifadəsi, tullantıların azaldılması və ekosistemə zərərin qarşısının alınması. Hidravlik hesablamalar infrastrukturun təhlükəsizliyini, ətraf mühit hesablamaları isə inşaatın ekosistemə zərər verməməsini təmin edir. Nəticə olaraq, hidravlik və ətraf mühit hesablamaları inşaat mühəndisliyində həm strukturun funksionallığını təmin etmək, həm də ekoloji dayanıqlılığı qorumaq baxımından vacib alətlərdir [4].

4. Zaman və məkanın optimallaşdırılması. İnşaat layihələrinin səmərəli və vaxtında həyata keçirilməsi üçün zamanın və məkanın düzgün idarə edilməsi üçün mühəndis riyaziyyatı tətbiq olunur. Optimallaşdırma alqoritmləri, inşaatın büdcəsini, zamanını və resurslarını balanslaşdırmaq üçün mühüm vasitədir. Mühəndis riyaziyyatı, layihə menecerlərinə riskləri müəyyən etmək və bunları minimuma endirmək üçün lazımi alətləri təqdim edir. İnşaat

layihələrinin təchizat zəncirinin optimallaşdırılması, materialların zamanında alınması və iş gücünün səmərəli istifadəsi üçün idarəetmə riyaziyyatı və proqramlaşdırma metodları (məsələn, kritik yol analizi - CPM) istifadə olunur. Bu metodlar, layihənin mərhələlərini ən səmərəli şəkildə planlaşdırmağa kömək edir. Bir tikinti layihəsi üçün lazım olan materiallar və iş gücü nəzərə alınaraq, mühəndislər kritik yol analizi ilə layihənin tamamlanma vaxtını optimallaşdırırlar [1].

5. Tikinti xərcləri və resursların idarə edilməsi. İnşaat layihələrinin ən böyük çağırışlarından biri də maliyyə resurslarının düzgün idarə edilməsidir. Mühəndislik layihələrində, materialların və işçi qüvvəsinin optimallaşdırılması, layihə dövrü ərzində xərclərin nəzarət altında saxlanması, lineer proqramlaşdırma və optimallaşdırma kimi metodlarla həyata keçirilir. Bu, yalnız maliyyə səmərəliliyini artırmaqla yanaşı, layihələrin gecikməsinin və ya artıq xərclərin qarşısını alır. Mühəndislərin materialların möhkəmliyini və dayanıqlığını qiymətləndirmək üçün apardıqları riyazi hesablamalar strukturlar üçün ən uyğun materialın seçilməsinə kömək edir. Bütün bu prosesdə optimizasiya metodları mühüm rol oynayır. Material xərclərini minimuma endirmək üçün, mühəndislər çox vaxt lineer proqramlaşdırma, genetik alqoritmlər və məsələ həlli optimallaşdırma metodlarından istifadə edirlər. Bir layihədə iki müxtəlif material seçimi (beton və polad) nəzərdən keçirilir. Riyazi optimallaşdırma vasitəsilə, mühəndislər, hansı materialın daha səmərəli və qənaətlili olduğunu hesablayaraq, xərcləri azalda bilirlər [2].

NƏTİCƏ

İnşaat mühəndisliyində mühəndis riyaziyyatının əhəmiyyəti inkar edilməzdir. Müasir mühəndislik problemlərinin həllində, riyazi metodların tətbiqi, dayanıqlı, təhlükəsiz və innovativ inşaat həllərinin yaradılmasına imkan verir. Gələcəkdə, rəqəmsal texnologiyaların və

hesablama metodlarının daha da inkişafı ilə, mühəndis riyaziyyatının inşaat sektorunda rolu daha da artacaq. Kompleks inşaat layihələrinin riyazi modelləşdirilməsi, optimallaşdırılması və simulyasiyası, mühəndis riyaziyyatının da im inkişaf edən və əvəzolunmaz bir sahə olduğunu təsdiqləyir. Mühəndis riyaziyyatının təhlil və hesablamalarda istifadəsi, həm də inşaat layihələrinin daha dayanıqlı və uzunmüddətli olmasına şərait yaradır. Gündəlik inşaat proseslərinin effektivliyini artırmaq, təhlükəsizlik standartlarına uyğunluğu təmin etmək, və ekoloji təsirləri minimuma endirmək üçün riyazi modellərin və hesablamaların tətbiqi vacibdir. Bununla yanaşı, inşaat mühəndisləri bu riyazi alətləri istifadə edərək layihə resurslarını daha səmərəli idarə edə, vaxtı optimallaşdırma və büdcəni uyğun şəkildə planlaya bilərlər. Beləliklə, mühəndis riyaziyyatının tətbiqi, həm mühəndislərin işini asanlaşdırır, həm də nəticə etibarilə daha etibarlı, dayanıqlı və uzunömürlü infrastruktur layihələrinin həyata keçirilməsini təmin edir.

ƏDƏBİYYAT

- 1 H.Ə. Məmmədov, Q.Ə. Rüstəmov, R.Q. Rüstəmov Mühəndis riyaziyyatı Matlab/Simulinkdə modelləşdirmə, Bakı 2015;
- 2 Cook R.D., Malkus D.S., Plesha M.E. & Witt R.J. Concepts and Applications of Finite Element Analysis. New York: Wiley 2007;
- 3 Cengel Y.A. & Palm W.J. Differential Equations for Engineers and Scientists, New York: McGraw-Hill 2013;
- 4 Arya C. Design of Structural Elements: Concrete, Steelwork, Masonry and Timber Designs to British Standards and Eurocodes, London: Taylor & Francis, 2009;
- 5 Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., & Zhu J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013

İnşaat mühəndisliyində istifadə edilən mühəndis riyaziyyatının praktik əhəmiyyəti

XÜLASƏ

İnşaat mühəndisliyi sahəsi, müasir cəmiyyətin inkişafında əsas rol oynayan mühəndislik sahələrindən biri olub, binaların, körpülərin, yol infrastrukturalarının və digər mühəndislik layihələrinin layihələndirilməsi, tikilməsi və saxlanılmasında mühüm vəzifələri yerinə yetirir. İnşaat mühəndisliyində riyaziyyatın tətbiqi, layihələrin struktur təhlükəsizliyinin təmin olunmasından tutmuş, resursların səmərəli istifadəsinə qədər bir çox sahədə mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Riyaziyyat, strukturların daşıyıcı qabiliyyətinin hesablanması, başlayaraq, material seçimi, yük paylanması, tikinti xərclərinin optimallaşdırılması və vaxt cədvəllərinin tərtibinə qədər müxtəlif sahələrdə mühüm vasitə kimi çıxış edir. Eyni zamanda, riyazi yanaşmalar mühəndislərə təhlükə risklərini azaltmaq, resurslardan səmərəli istifadə etmək və dövlət tənzimləmələrinə uyğunluq təmin etməkdə dəstək olur.

Açar sözlər: inşaat mühəndisliyi, mühəndis riyaziyyatı, struktur analiz, differensial tənliklər, sonlu element metodu, optimallaşdırma

Practical importance of engineering mathematics used in civil engineering

SUMMARY

Civil engineering is one of the engineering disciplines that plays a key role in the development of modern society, performing important tasks in the design, construction and maintenance of buildings, bridges, road infrastructure and other engineering projects. The application of mathematics in civil engineering is of great importance in many areas, from ensuring the structural safety of projects to the efficient use of resources. Mathematics acts as an important tool in various fields, starting from

calculating the bearing capacity of structures to material selection, load distribution, optimization of construction costs and preparation of time schedules. At the same time, mathematical approaches support engineers in reducing hazard risks, using resources efficiently and ensuring compliance with government regulations.

Keywords: *civil engineering, engineering mathematics, structural analysis, differential equations, finite element method, optimization.*

Məqaləyə AzMIU-nun "Nəqliyyat və logistika" kafedrasının dosenti R.Ə. Allahverdiyev rəy vermişdir.

UOT 622.276.53

ƏLƏKBƏROV A.H.

AzMIU

alakbarovakshin@hotmail.com

DƏNİZ HİDROTEKNİKİ QURĞULARINDA TƏK SVAY DAYAĞININ VƏ SVAY CƏRGƏLƏRİNİN BÜNÖVRƏ QRUNTLARINDA YARATDIĞI GƏRGİNLİKLİ-DEFORMASIYA ZONASININ NİÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ

Giriş. Dəniz mühitində çalınma motodu ilə tikilən svay dayaqları daha çox dəmir-betondan, metaldan, az hallarda isə ağacdən və başqa materiallardan hazırlanmış özüllərlə bünövrə qrunta bərkidilir. Həmin qurğuların zəif bünövrə qruntları üzərində layihələndirilmə hallarında onların çəkirləri və üzərinə təsir edən yüklər dayanıqlı strukturlu qrun təbəqəsinə çalınma metodu ilə vurulan svaylarla ötürülür[1]. Qazma-tökmə metodu ilə tikilən svay özülləri də belə məsələlərdə xüsusi rol oynayırlar. Həm çalınma, həm də qazma-tökmə üsulu ilə tikilən svayların bünövrə qruntlarına təsirlərindəki fərqli cəhət odur ki, çalınma svay dayaqları vurulduqca, bünövrədəki qruntları gərginlikli-deformasiya vəziyyətində saxlayır, qazma-tökmə svay dayaqları tikildikdə isə, inşaat prosesində svayı əhatə edən qruntda gərginlikli vəziyyət yaranmır. Belə ki, çalınma svay dayaqlarının tikintisi dövründə bünövrədəki qrun t h ə m zərbənin təsirinə məruz qalır, həm də çalınma dərinliyi boyunca sıxılma təsinə məruz qalmış olar. Qazma-tökmə növü svaylar tikildikcən svay dayaqlarının yerləşmiş olduqları qrun kütlələri qazılmaqla kənara çıxarılır [2]. Belə svay dayaqlarının qazılmış qu-

yularına qoyulan anker karsının(borusunun) və töküləcək sement, yaxud beton məhlulunun malik olduğu çəkisinin təsir yükləri bünövrədəki qruntlara təsir etmiş olur.

Problemin qoyuluşu. Dəniz hidrotexniki qurğularının bünövrəsini təşkil edən qrun t laylarından üstəki təbəqəsi sıx (bərk), altdakı təbəqə isə dayanıqsız strukturlu qruntlardan təşkil olunarsa, təklidə və cərgələrdə vurulan svayların bərk təbəqə üzrə yerləşməsi (şəkil 1) qurğuya yönələn təsirlərin yük formasında zəif qrun t təbəqəsinin səthinə ötürülməsi, bu cür svayların yükləyici qabiliyyətinə yoxlanılması etibarlılıq baxımından praktiki əhəmiyyətli [6]. İndiyədək aparılmış tədqiqat işlərində bu cür məsələlərin həlli ilə az rastlaşılır. Xüsusilə sahilyanı ərazilərdə liman hidrotexniki qurğularındakı svayların vurulduğu bünövrə qrun tunda zəif təbəqəli qrun tın səthinə ötürülən müntəzəm yükün intensivliyini, svayların həndəsi yerləşmə mövqelərindən asılı müəyyənləşdirmək olduqca mürəkkəb və çətindir.

Problemin həlli. Tərsənə və yanalma tipli qurğularda həm tək-tək vurulan svayların, həm də rostverqli cərgə svaylarının qrun t mühitinə görə daha dəqiq hesablanma bilməsi olduqca

vacibdir. Mərkəzi oxu üzrə N şaquli qüvvəsinin təsirinə məruzqalan düşən tək svayın aşağıdakı ucundan (bərk qrunnt layına h_2 dərinliyində çalınmış) başlamaqla, zəif qrunnt təbəqəsinin səthinə ötürülən təzyiq həmin təzyiq səthinin dairəvi formada (şəkil 1, a) olduğu nəzərə alınaraq aşağıdakı düsturla təyin oluna bilər [4]:

$$P = \frac{4N}{\pi(0,891a)^2}, \quad (1)$$

harada ki, a - zəif vəziyyətdəki qrunnt təbəqəsinin səthində olan təzyiq sahəsinin diametri olub, svay dayağının aşağı ucu səviyyəsindən bu təbəqənin səthində olan h_1 dərinliyinin 1,5 misli qədər götürülür: $a=1,5h_1$.

P təzyiqini taparkən svay dayağının özünün çəkisini də nəzərə almaq vacibdir. Onda (1) düsturunu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$P = \frac{4 \left(N + g \frac{\pi d^2}{4} l \right)}{\pi (0,891 \times 1,5h_1)^2} = \frac{4N + \gamma \pi d^2 \ell}{1,7866h_1^2 \pi} \quad (2)$$

burada: d - silindr formasına malik svay dayağının eninə kəsiyinin diametri; l - svay dayağının tam uzunluğu; γ - svay dayağı materialının həcmi çəkisidir.

Svaylı cərgələrdən zəif vəziyyətdə olan təbəqə qrunntunun səth müstəvisinə ötürülən təzyiq yükünün intensivliyi məlumdur ki, aşağıdakı şəkildə tapılır:

$$P = 4N/\pi a^2 \quad (3)$$

a - cərgədəki svayların mərkəzindən keçən oxlar arasında olan məsafədir (şəkil 1, b); N - bir ədəd svay dayağına düşən şaquli istiqamətdə yuxarıdan aşağıya doğru yönələn təzyiq qüvvəsidir.

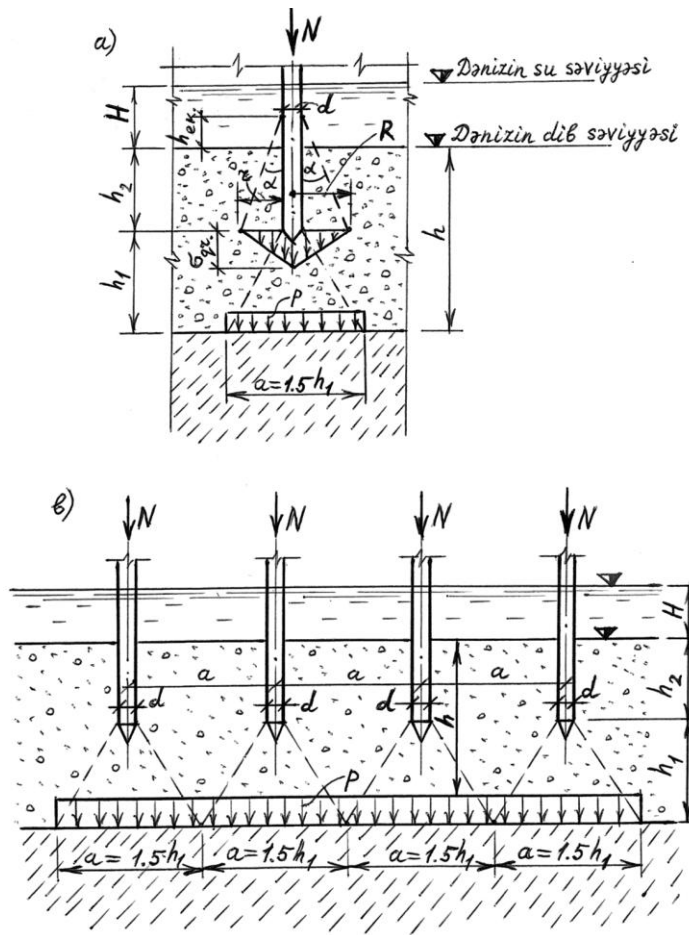
Lakin belə təzyiq yüklərini dəqiqliyi ilə təyin etməkdən ötrü svayların hər birindən düşən yükü nəzərə almaqla p təzyiqi tapılır:

$$P = \frac{4 \left(N + \gamma \frac{\pi d^2}{4} \ell \right)}{\pi a^2} = \frac{4N}{\pi a^2} + \gamma \ell \left(\frac{d}{a} \right)^2. \quad (4)$$

Zəif olan qrunnt təbəqəsinin üzərinə yönələn təzyiq yükünü tapmaqla, həmin qrunnt mühitinin hesabi-mexaniki parametrlərinə əsasən bu cür svaylardan düşən yükləri daşıyıb-daşımaması müəyyən oluna bilər. Belə prosesə Fransadakı Sena çayında subasar zonada tikilən svay özüllərinin üzərində yerləşən qurğularda baş verən qəzanı misal göstərə bilərik. Bu qəzanın baş verdiyi vaxt svay dayağından zəif təbəqəli qrunnt mühitinin səthinə ötürülən təzyiq yükünün düzgün hesablanma bilməməsi və bu yükün nəzərə alınmaması qurğunun yük təsirini qəbul edən hissəsində çökməsi ilə nəticələnmişdir.

Dəniz hidrotexniki qurğularında svay özülləri üçün ən önəmli məsələlərdən biri də bu svayların bünövrəsindəki qrunnt mühitində yaranan gərginlikli - deformasiya zonasının əhatə dairəsinin müəyyənləşdirməsidir. Çalınma metodu ilə tikilə bilən svay dayaqları şaquli istiqamətdə vurulduqca bünövrə qrunntunun səthindən başlamaqla, svayın xaricində şaquli səth xəttinə nəzərən α bucağı ilə əhatələnən (orta hesabla 30° -lik) qrunnt mühitini gərginlikli-deformasiya vəziyyətində saxlamış olur [5]. Ancaq realıq onu göstərir ki, dəniz suyunun da ağırlığı birinci lay bünövrə qrunntunun səthinə düşdüyündən, bu su mühitini həmin laya görə əvəz edə bilən ekvivalent qrunntun səthində $\alpha=30^\circ$ əhatə bucağının götürülməsi vacib hesab edilməlidir.

Belə gərginlikli-deformasiya vəziyyəti svayın tam çalınmasından sonra aşağı ucunun səviyyəsində davam etmiş olur. Svay dayağının həmin ucluğundan aşağıdakı dərinliklərdə normal gərginliyin maksimal ordinatı svayın mərkəzi oxu boyunca altında yaranır və aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir (şəkil 2, a):



Şəkil 1. Dəniz hidrotexniki qurğularının çalınma metodu ilə tikilən tək svay dayağının və svaylı cərgələrin altı yerləşən zəif qrun təbəqəsinin səth müstəvisinə ötürülən təzyiq yükünün təyin olunma sxemi

$$\sigma_{qr} = \frac{N + \gamma \frac{\pi d^2}{4} \ell}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4N}{\pi d^2} + \gamma \ell \quad (5)$$

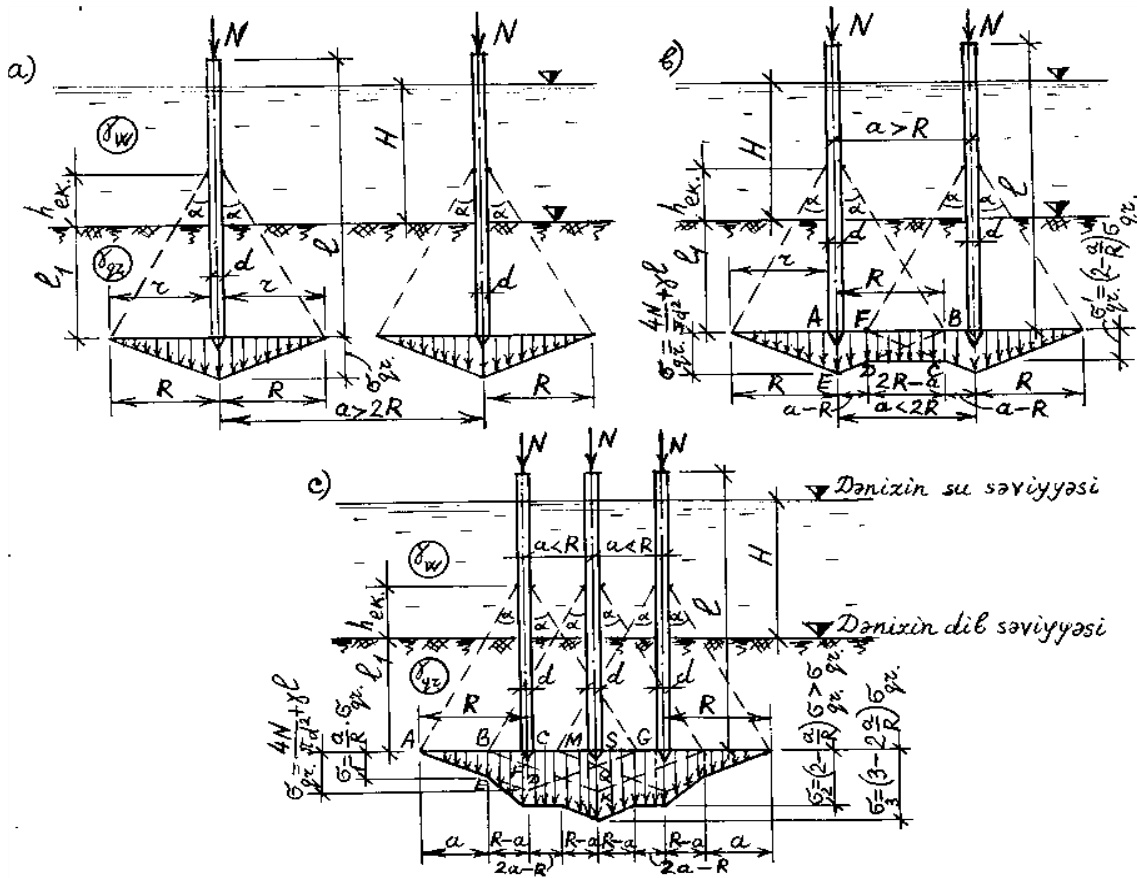
burada: ℓ - svay dayağının tam hündürlüyüdür. Gərginlikli-deformasiya zonasının silindrik formalı svay dayaqlarının xarici səthindən əhatə olunma radiusunu A.A. Ludun tədqiqatları ilə aşağıdakı düsturla hesablamaq olar [3]:

$$r = \sqrt{\frac{1}{2}(\ell_1 + h_{ek})tg\alpha} \quad (6)$$

Həmin radius həndəsi yolla dəqiq $r = \ell_1 tg\alpha$ düsturu ilə tapıla bilər. Svay dayağının mərkəzi oxundan həmin zonanın əhatə olunma radiusunu isə aşağıdakı düsturla tapmaq olar:

$$R = \frac{1}{2}d + r = \frac{d}{2} + (\ell_1 + h_{ek})tg\alpha, \quad (7)$$

burada, h_{ek} - dəniz suyunun bünövrədəki 1-ci qrun təbəqəsinə ekvivalent olan dərinliyi; $h = H\gamma_w/\gamma_{qr}$; H - dənizin dərinliyi; γ_w və γ_{qr} - dəniz suyunun və bünövrə qrununun həcmi çəkiləridir; ℓ_1 - svayın bünövrə qrununa çalınma dərinliyidir.



Şəkil 2. Dəniz HTQ-də tək svayın və svay cərgələrinin ümumi hal üçün gərginlikli-deformasiya zonalarının təyin olunma sxemləri

Svay dayaqlarının aşağıdakı ucunun altında gərginliklərin epürlərinin kəsişməsinin $R < a < 2R$ şərti daxilində (şəkil 2, b), epürlərin kəsişmə sahəsindən alınmış $BCDF$ düzbucaqlısında $FD = BC = \sigma_{qr}$ ordinatı aşağıdakı kimi tapıla bilər.

a – svay dayaqlarının mərkəzi oxlarının arasındakı üfqi məsafədir. Epürlərdəki $\triangle ABE$ və $\triangle FBD$ düzbucaqlı üçbucaqlarının oxşarlıq əlamətlərindən yazmaq olar:

$$\frac{FD}{AE} = \frac{FB}{AB}; \quad \frac{\sigma'_{qr}}{\sigma_{qr}} = \frac{2R-a}{R} = 2 - \frac{a}{R}.$$

Məsələnin baxılan bu halında $1 < a/R < 2$ olar.

(6) və (7) -ni sonuncu düsturda nəzərə ala-

raq, σ_{qr} ordinatını tapa bilərik:

$$\sigma'_{qr} = \left(2 - \frac{a}{R}\right) \sigma_{qr} = 2 \left[1 - \frac{a}{2(\gamma_{qr} \ell_1 + \gamma_w H) \operatorname{tg} \alpha + \gamma_{qr} d} \right] \times (8) \times \left(\frac{4N}{\pi d^2} + \gamma \ell \right) < \sigma_{qr}$$

Yekun normal gərginlik epürünü məsələnin bu halında almaq üçün epürlərdə kəsişən ordinatların cəmlənmə üsulundan istifadə edilir [8]. Yəni, bir şaquli xətt boyunca üst-üstə

düşmüş ordinatlar cəmlənməklə, digər hissələrə əlavə edilməlidir.

Dəniz hidrotexniki qurğularının üç cərgəli vurulan svay dayaqları üçün cərgələrin (svayların) arasındakı a məsafəsinin, normal gərginlik epürünün yayılmasının R əhatə radiusundan kiçik olan halında ($a < R$), yekun gərginliyin epürü qurulur (şəkil 2, c).

Yuxarıdakı qeyd edilən qaydalarda yekun gərginliyin epürünün qurulma prosesindən sonra kontur xəttinin sınıq xətlili formada alınması məlum olur. Normal gərginliyin həmin sınıq xətlili epürdə üç ədəd məhcul ordinat (σ , σ_1 , σ_2 və σ_3) vardır. Həmin ordinatların hər biri düzbucaqlı üçbucaqlardakı oxşarlıq qanununa əsasən təyin olunur.

$\Delta ACD \sim \Delta ABE$ olduğu üçün:

$$\frac{BE}{CD} = \frac{AB}{AC}; \quad \frac{\sigma_1}{\sigma_{qr}} = \frac{a}{R}$$

və ya

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{a}{R} \sigma_{qr} = \\ &= \frac{2a\gamma_{qr}}{2(\gamma_{qr}\ell_1 + \gamma_w H)tg\alpha + \gamma_{qr}d} \times \\ &\quad \times \left(\frac{4N}{\pi d^2} + \gamma\ell \right) \end{aligned} \quad (9)$$

$\Delta BSK \sim \Delta BCF$ olduğu üçün:

$$\begin{aligned} \frac{CF}{CK} &= \frac{BC}{BS}; \quad \frac{CF}{\sigma_{qr}} = \frac{R-a}{R} = 1 - \frac{a}{R}; \\ CF &= \left(1 - \frac{a}{R} \right) \cdot \sigma_{qr}; \\ \sigma_2 &= CD + CF; \quad CD = \sigma_{qr}; \\ \sigma_2 &= \sigma_{qr} + \left(1 - \frac{a}{R} \right) \cdot \sigma_{qr} = \\ &= \left(2 - \frac{a}{R} \right) \cdot \sigma_{qr} > \sigma_{qr} \end{aligned} \quad (10)$$

$\Delta CGD \sim \Delta SGQ$ olduğundan:

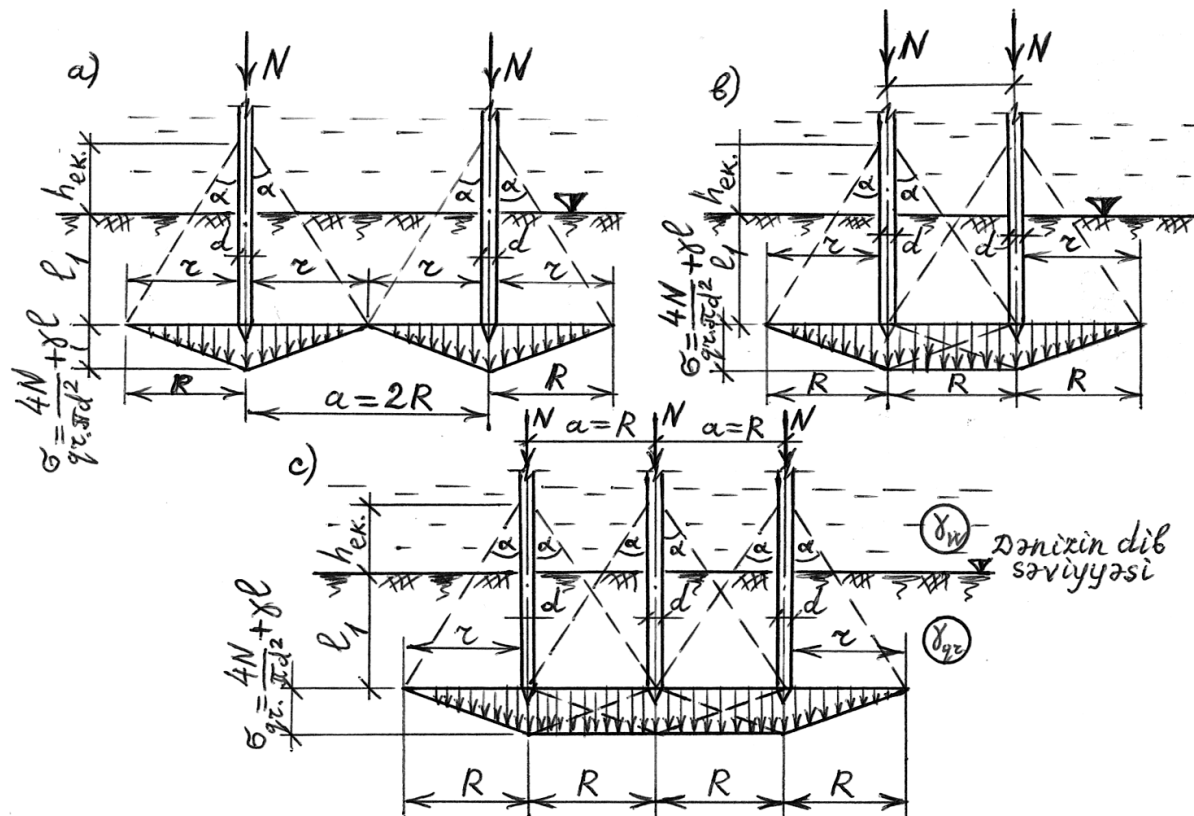
$$\begin{aligned} \frac{SQ}{CD} &= \frac{SG}{CG}, \quad \frac{SQ}{\sigma_{qr}} = \frac{R-a}{R} = 1 - \frac{a}{R}; \\ SQ &= \left(1 - \frac{a}{R} \right) \cdot \sigma_{qr}; \quad \sigma_2 = SK + 2SQ; \quad SK = \sigma_{qr}; \\ \sigma_3 &= \sigma_{qr} + 2 \left(1 - \frac{a}{R} \right) \cdot \sigma_{qr} = \\ &= \left[1 + 2 \left(1 - \frac{a}{R} \right) \right] \sigma_{qr} = \left(3 - 2 \frac{a}{R} \right) \sigma_{qr} \end{aligned} \quad (11)$$

(5) və (7) ifadələrini (11)-də yerinə yazsaq, alarıq:

$$\sigma_1 = \left(3 - \frac{4a}{2(\ell_1 + h_{ek})tg\alpha + d} \right) \left(\frac{4N}{\pi d^2} + \gamma\ell \right) \quad (12)$$

Tək svay dayaqlarının və svaylı cərgələrin yerləşmə mövqelərinin xüsusi hallarda araşdırılması olduqca böyük əhəmiyyət edir. Tək svay dayaqları üçün $a=2R$ olduğu halda normal gərginlik epürələrinin kənar nöqtələri üst-üstə düşmüş olur (şəkil 3, a) və svaylardan heç birinin yüklənmə qabiliyyətində azalma baş vermir. İki cərgə ilə vurulan svaylarda $a=R$ olduğu halda həmin şərti (11) düsturunda yerinə yazaraq $\sigma_3 = \sigma_{qr}$ olduğunu (şəkil 3, b) və svaylar arasındakı məsafə boyunca normal gərginliyin qiyməti sabit qalır.

Dərin salınan svay dayaqlarından kənar tərəflərə doğru normal gərginliyin epürələri düzbucaqlı üçbucaq formasında olurlar [7]. Üç cərgə ilə çalınan svaylarda $a=R$ olduqda, (5), (9), (10) və (11) ifadələrindən normal gərginliyin sabit qaldığı məlum olur: $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_{qr}$. Belə ki, bu halda svay dayaqları arasındakı məsafə boyunca alt hissəsindəki zonada gərginlik epürünün ordinatı sabit vəziyyətdə qalır (şəkil 3, c). Tədqiqatlarla bünövrə qrununun belə vəziyyətlərdə stabil yüklənməsinin müəyyənləşdirilməsi, layihələndirilmə prosesi üçün olduqca əlverişli şərait yaradır.



Şəkil 3. Tək svay dayağının və svaylı cərgələrin xüsusi hallarda gərginlikli və deformasiyalı zonalarının müəyyənləşdirilmə sxemləri

Həmçinin belə tədqiqat işləri imkan verir ki, svay dayaqlarının aşağı ucunun səviyyəsinə başlayaraq ixtiyari dərinlikdə yaranacaq məsələlərin daha dəqiq həll olunması svay özül-
lərinin üstündə quraşdırılan dəniz hidrotex tex-
niki qurğularının dayanıqlığının və möhkəm-
liyinin təminatı üçün olduqca əhəmiyyət kəsb
edir. Bu tədqiqat metodikası eləcədə körpü-
lərin, digər hidrotexniki qurğuların və yüksək
mərtəbəli binaların bünövrədə svay özülləri ilə
möhkəmləndirilmə məsələlərində həlledici rol
oynaya bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov K.M., Musayev Z.S., Məmmədov M.K. Dəniz neft-qaz mədən hidrotexniki qurğuları. Bakı, "Təhsil" NPM, 2004, 308 s.
2. Abasov R.F., Məmmədov K.M., Musayev

Z.S. Dəniz hidrotexniki qurğuları, neftin, qazın saxlanması və nəqli. Bakı, "ARDNŞ"-in mətbəəsi, 2010, 448 s.

3. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты /Гостстрой СССР. –Москва: ЦИТП Гостстроя СССР, 1986, 48с.
4. Мустафаев А.А. Фундаменты на просадочных и набухающих грунтах. Москва: «Высшая школа», 1989, 590 с.
5. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Москва: «Стройиздат», 1981.
6. Смирнов Г.Н. Горюнов Б.Ф. Курлович Е.В. Порты и портовые сооружения. Москва: «Стройиздат», 1979.
7. Завриев К.С., Шпиро Г.С. Расчет фундаментов мостовых опор глубокого заложения. Москва: «Транспорт», 1970.
8. Цытович Н.А. Механика грунтов. Москва: «Стройиздат», 1963.

XÜLASƏ

Dəniz hidrotexniki qurğularının bünövrəsində çalınma metodu ilə tikilən tək svay dayaqının və svay cərgələrinin bərk qrunտ mühitində gərginlikli-deformasiya zonası müəyyən edilir. Həmçinin zəif qrunт təbəqəsinin səthinə svaylar vasitəsilə ötürülən yükün intensivliyi təyin olunur. Dəniz mühitinin bünövrə qrunтunda yaratdığı gərginlikli-deformasiya təsiri nəzərə alınmaqla, çalınma metodu ilə tikintisi həyata keçirilən svay dayaqlarının aşağı ucları səviyyəsində sabit qala bilən normal gərginlikli vəziyyət üçün svayların mərkəzi oxları arasındakı məsafələri tapmaq mümkün olur.

Açar sözlər: *tək svay dayaqı, svay cərgələri, gərginlikli-deformasiya zonası, əhatə radiusu, normal gərginlik epürü, sabit gərginlikli yüklənmə*

РЕЗЮМЕ

Определена напряженно - деформированная зона одиночной свайной опоры и рядов свай, возводимых методом забивки в основании морских гидротехнических сооружений в среде прочного грунта. Также определена интенсивность нагрузки, передаваемой сваями на поверхность слабого слоя грунта. Учитывая напряженно-деформированное воздействие морской среды на грунт основания, можно найти расстояния между центральными осями свай для нормального напряженного состояния, которое

может оставаться постоянным на уровне нижних концов свайных опор, возводимых методом забивки.

Ключевые слова: *Одиночная свайная опора, ряды свай, зона напряженно-деформированного состояния, радиус покрытия, эпюра нормальных напряжений, постоянная нагрузка*

SUMMARY

The stress-strain zone of a single pile support and pile rows constructed by the driving method in the foundation of offshore hydraulic structures is determined in the solid soil environment. The intensity of the load transmitted by the piles to the surface of the weak soil layer is also determined. Taking into account the stress-strain effect of the marine environment on the foundation soil, it is possible to find the distances between the central axes of the piles for a normal stress state that can remain constant at the level of the lower ends of the pile supports constructed by the driving method.

Keywords: *single pile support, pile rows, stress-strain zone, coverage radius, normal stress diagram, constant stress loading.*

*Məqaləyə Neftqazəlmətdəqiqatlayihə
İstitutunun Neftqazmədən qurğularının
diaqnostikası şöbəsinin aparıcı elmi işçisi
dos. L.F. Aslanov rəy vermişdir.*

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING
MEMARLIQ VƏ ŞƏHƏRSALMA

UOT 71.

YUSİFOVA A.E.

*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin
nəzdində "İnşaat" kolleci publik hüquqi şəxs*

**UŞAQ MƏKANLARININ SSENARİ YANAŞMA
METODU İLƏ MODELLEŞMƏSİ**

Pedaqoji dizaynın psixoloji və pedaqoji aspektləri göz qarşısında alaraq, əsas məqsədlərə kömək olan bir dizayn mədəniyyəti üçün bir sahədə yaratmanızı təmin edir. İştirakçıların fərdi inkişafının inkişafı, psixoloji bir iqlim yaradılması və yaradıcı bir fəaliyyət atmosferi və komanda üzvlərinin məhsuldarlığı, fərdi inkişaf ilə maraqlanan və kollektiv məqsəd və hədəflərə çatmağa icma üzvlərinin meydana gəlməsində dizayn bu anda pedaqoji fəaliyyətin əhəmiyyətli bir komponenti olaraq qəbul edilməkdədir [1].

T. Novikov bildirib ki, "Dizayn modelləşdirməsi hər bir bilik dolğunluğu olan müvafiq obyektlərin idarə olunmasını təmin edir" [2]. İnsan biliklərinin hazırkı mərhələsi modelləşdirmə ideyalarının intensiv inkişafı ilə xarakterizə olunur. Müasir sosial-mədəni vəziyyətə görə, təhsil müəssisələrində təhsil məzmununun alternativ modellərinin inkişafı, təhsil və yeni dəyərlərin öyrənilməsi Rusiya təhsil sistemində təhsilin inkişafı federal proqramının əsas istiqamətlərindən biri kimi müəyyənləşdirilir.

Modelləşdirmə metodu strukturun, idarəetmə metodlarının, məntiqin işlənməsini yaxşılaşdırmaq üçün real obyektlərin və hadisələrin qurulması və ya qurulması üçün obyekt modellərinin tikintisi və öyrənilməsini tələb edir. Bu model innovasiya rejimində müəyyən bir prosesi müəyyənləşdirmək və proqnozlaşdırmaq üçün müxtəlif yeniliklərin ümumi təsirini təmin edir [3].

Model tədrisində əvəz və bənzərlik dərəcəsi ilə obyektin xüsusiyyətlərini bilmək məqsədi əks etdirən tədqiqatçı sistemi yaratmaq və ya seçmək, tədqiq etmək, bu mövzuda məlumat əldə etmək üçün dolayı yoldur və unikal biliklərə çevrilmiş məlumatları təmin etdirmək, obyekt və təcrübi təsdiqləməni təmin etmək üçün istifadə olunur. Bir modelin yaradılması kütlə və fərd arasındakı əlaqənin ümumi elmi prinsipini müəyyənləşdirir. Model - birləşmələr və qarşılıqlı təsirlər yaratmaqla yeni bir keyfiyyət əldə etmək olar.

Bir model reallığı abstraksiya səviyyəsinə, yəni ideal bir görüntüyə əks etdirən bir tərifdir. Sözü geniş mənasında bir model "əvəz", "əvəzetmə" (zehni və ya şərti: hər hansı bir obyekt, proses və ya fenomenin təsviri, tərfi, sxemi və s.) kimi istifadə olunan hər hansı bir görüntüdür.

Model formalarının nümayəndəliyi çox müxtəlifdir və məqsədə uyğun gəlir: zehni və sxematik, izahat, diaqram, rəsm, plan, proqram, xəritə. Modelləşdirmə ehtimalı onun görünüş modeli (model istehsal edən) özünü göstərməməsi, orijinal modellərin nəticələrinin tikinti və istismara verilməsi, bu xəritələşmə obyektlərin və digər obyektlərin "əsl" və açıq və ya örtülü iş çərçivəsində onların arasında (ümumiyyətlə nəzəri və ya empirik) ümumiləşdirilməsinə dair əvvəlcədən öyrənilməsinə əsaslanır. Bu səbəblə, ekoloji mədəniyyətin kosmos inkişafının uğurlu simulyasiyası üçün sadəlik modellərini meydana gətirərkən sərhədlərini göstərən, proseslər, hadisələrin və hipotezlər bu anki nəzəriyyə-

lərə tələb edir.

Proqram öyrənmə yolu olaraq akademik məlumatın metoddan olaraq modelləşdirmə üzərində sıxlaşarkən vəsaitin, peşə yetkinlik inkişaf və ekoloji düşüncə, tələbələr ekoloji şüurun formalaşması, NB Vernigor modelləşdirmə metodunun mahiyyəti, model çalışılan obyektin ətraflı xüsusiyyətlərini təsvir etmək olaraq ümumiləşdirilmiş obyekt haqqında məlumat qaynağıdır, məlumatı ümumiləşdirilmiş, mücərrəd bir obyektədən bilinməyən bir müddətə yönləndirmək funksiyalarını yerinə yetirir. Homogen bir obyekt, rəhbərlik və müxtəlif funksiyaları qazandıran modelinin transformasiyasıdır üçün əsasdır, elm adamları bu şəkildə modelləşdirmə üsulları tətbiq sərhədlərini genişlətdilər.

Modelləşdirmə funksiyalarının müxtəlifliyi və çox səviyyəli strukturu ilə məşğul olur. Modelləşdirmə tədris prosesi və tədris metodu kimi tədqiqat metodu hesab olunur. Buna görə, model fərqli funksiyalarla təchiz edilir. Araşdırma vasitəsinin funksiyası, gələcəkdəki yetişdirmə sisteminin layihəsi, bir yaradıcılıq obyektini olaraq, şəxsiyyət inkişafının funksiyalarını əldə edir [4].

Yeni metodologiya təbiətin şagirdlərinin ənənəvi tanışlığından tamamilə fərqlənir. Bu, onilliklər ərzində mövcud olan bir texnikadır. Modelin məzmunu, ekoloji yanaşmanın tələbələri təbiətə təbliğ etməkdir. Tələbələrin ətraf mühitə qarşı ekssentrik münasibətin yaxşı, özünü məhdudlaşdıran və yaradılış dəyərlərinə qarşı bir qarşılıqlı olaraq özəlləşdirməyə təşviq etmək, ekoloji təhsilin, mənəviyyatın duyğu və fəaliyyət sahələrinin inkişafına vurğu, təbiətə humanist yanaşma inkişaf etdirmək. Modelin növbəti komponenti olan metodlar məzmunun həyata keçirilməsi və məqsədə nail olmaq üçün ən yaxşı yolları barədə bir fikir verir. Metodlar tələbələrin ətraf mühitlə qarşılıqlı mədəni qarşılıqlı əlaqələr formalarını necə inkişaf etdirmək və həyat keyfiyyətinin yeni səviyyəsinə çatmağı necə təşviq edə biləcəyini göstərir. İnkişafın itələyici gücü, hansı texnologiyanın yönləndirildiyini

aradan qaldırmaq üçün əhatə edən dünya ilə tələbələr əlaqələrində eko-mədəni balanssızlıqdır.

Ətraf təhsili texnologiya hazırlanmış yalnız ekosistemlərin mövzusunda şagirdləri genişləndirmək üçün, təbii obyektlər işləyişini düzənləyən, eyni zamanda onların şəhərvətli kürə, empatik həssaslığın inkişafını təşviq qanunlarıdır. Şagirdlərə öz özünü tanıma yollarını öyrətmək və onları praktik ekoloji fəaliyyətlərə daxil etmək, təşəbbüsü dəstəkləmək, təbiətin təfəkkür edilməsi üçün vəziyyətlər yaratmaq və onunla təmas qurmaq üçün də lazımlıdır.

Model interaktiv prosesində doldurur və inkişaf edir. Buna baxmayaraq, tədris məkanının tərtibi şərtidir. Mövzunun təhsil sahəsini dizayn, mövzuyla əlaqədar təhsil mühitinin (mədəniyyəti) ustalaşmaq prosesinin bir proyeksiyasıdır.

Bu dizaynın məqsədi, təhsilin mənası ilə müəyyənləşdirilir və fon axtarışı, basqın dizayn paradigmasına uyğun olaraq həyata keçirilir. Bu, mövzunun təhsil sahəsinin dizaynının, təhsil mühitinin dizaynına aparan təhsil mühitini idarə etməyi məqsəd qoyan bir fəaliyyət olduğuna inanmaq üçün zəmin verir. Eyni zamanda, mütəşəkkil təhsil prosesində qarşılıqlı məsuliyyət mədəni daşıyıcı olan müəllim mövzudur. Qarşılıqlı təsir bir-birinin obyektlərinin təsirləri, qarşılıqlı kondisiyalaşdırma və birləşmə, digərinin bir obyektini olan prosesləri əks etdirən fəlsəfi bir kateqoriyadır.

Təhsilli qarşılıqlı şəraitində özünü inkişaf etdirmə, pedaqoqun başlanğıcdakı inkişaf səviyyəsinə və şagirdin ünsiyyətə keçməsinə asılıdır və nəticələrinin özləri tərəfindən təsis edilməsiylə müəyyənləşdirilir. Modelləşdirmə sahəsi dialektik qarşılıqlı əlaqədə (müəllim və tələbənin fəaliyyəti) təşkil edir.

Təhsil fəaliyyəti mövzuları arasındakı dialektik qarşılıqlı, tamamilə məşhur bir xarakterə malikdir və addım-addım yuxarıda göstərilən mərhələlərin hər birində həyata keçirilir.

Tədris mövzusunun qarşılıqlı əlaqəsi davamlı olaraq ikitərəfli bir proses kimi dizayn etməyi nəzərdə tutur. Beləcə, modelləşdirmə ictimai ətraf tətbiqdə inkişaf və fərdin ekomədəni dəyərlərin həyata keçirilməsinə aid korporativ idarəetmə və təhsil texnologiyası, uşaq illərin və yetkin cəmiyyətin davamlı ortaq layihə fəaliyyətlərinin bir sistem olaraq tətbiq olunmalıdır və fərdin ekoloji mədəniyyətinin inkişaf sahəsinin modelinin reallaşdırılması, aksiyoloji və təkamül təməlinə söykənir.

Bioloji ekoloji mədəniyyətin inkişafı üçün sahəni modelləşdirmə kontekstində bu yanaşmaların hər biri müstəqillik qazanır. Axioloji yanaşma modelin semantik istiqamətlənməsini tələbələrin eko-mədəni dəyərlərinin daxililəşdirilməsi üçün müəyyənləşdirir. Birlikdə keçirilən təkamülün yanaşma təbii və təhsil prosesinin ictimai Simbiyotik əlaqə üzərində diqqət və ətrafda, uşağın ortaq inkişaf və ətrafındakı ictimai və təbii ətraf mühit, prioritetli əməkdaşlıq idealları, istiqamətləndirilmiş şəxsiyyət, insani pedaqoji olaraq təhsil prosesinin nəzərə alınmasını asanlaşdırır.

Ssenari yanaşma özünü inkişaf etdirən bir sistemin modelleməsini tələb edir, tələbələr ekoloji mədəniyyətinin inkişaf edən modelinin davamlı, dinamik, sistemik xarakterini müəyyən edir. Subyektiv və fəaliyyət yanaşması, sosial və ekoloji performans tələbələr özünü reallaşdırma üçün bir boşluq olacağını təhsil sahəsi, bir inkişafı nəzərdə tutur adam, təbiətə qarşı müsbət subyektiv mövqe, praktikada eko-mədəni dəyərlərin tətbiq olunması müsbət bir təcrübə mövzusu mövqe meydana gəlməsini təmin etdi.

Onların inkişafında nöqsanların xüsusiyyətlərini və düzəldilməsi alaraq məktəbəqədər uşaq, qoruma və onların sağlamlığı yaxşılaşdırmağa inkişafı üçün qrup kosmos, quru və vəsaitlər, avadanlıq və vasitələrin təhsil potensialına maksimum reallaşması üçün obyekt fəza bir mühit yaratmaqdır.

Inkişaf edən mövzu-məkan qəbulu (məktəbəqədər qrup, fəsil) aşağıdakıları təmin et-

məlidir:

- təlim prosesində istifadə olunan müxtəlif təlim proqramlarının həyata keçirilməsi;
- bir əsas təhsil təşkilatı halında, bunun üçün tələblər;
- təhsil prosesinin həyata keçirildiyi milli-mədəni iqlim şəraitini nəzərə alınması.

Qrupun inkişaf etməkdə olan obyekt-məkan mühiti, mənalı olaraq doymuş, çevrilə, çox funksiyalı, dəyişən, əlçatan və təhlükəsiz olmalıdır.

Məktəbəqədər bir təşkilatda mövzu inkişaf mühitini təşkil edərkən, ən əhəmiyyətli şərt öz fərqləndirici xüsusiyyətlərinə sahib uşaqların yaş xüsusiyyətlərini və ehtiyaclarını nəzərə almaqdır.

Həyatın üçüncü ildəki uşaq üçün, aktiv hərəkət halında buluna biləcəkləri sərbəst və geniş bir sahədə vardır – qalxmaq.

Həyatın dördüncü ilində uşağın parlaq xüsusiyyətlərə sahib ətraflı bir hekayə-rol oyunu mərkəzinə ehtiyacı vardır, uşaq böyük kimi görünmə meylli, əhəmiyyətli və böyük olmaq üçün edirlər.

Orta məktəb çağında, öz oyun dünyasını yaradan həmyaşıdları ilə oynamağa ehtiyac var. Bundan əlavə, inkişaf edən mühitdə müxtəlif həyat illərində psixoloji neoplazmların formalaşması nəzərə alınmalıdır. Eyni zamanda, mühüm bir vəziyyət, mövzusunun inkişaf etdiyi mühit çox funksiyalıdır. Bütün yaş qruplarında uşaqlar istirahət və istirahət üçün rahat bir yer olmalıdır. Mövzu inkişaf mühitinin məzmunu, uşağın inkişaf mühitindəki marağını davam etdirmək üçün bir yönümlü periodik olaraq zənginləşdirilməlidir. Ayrıca hər qrupda xüsusi bölgələr, uşaqların yaş xüsusiyyətlərini və ehtiyaclarını qarşılamalıdır uşaqların təhsil oyun və fəaliyyətlər kosmos qrupu üçün materialların müxtəlif ehtiva edərlər fərqləndirici xüsusiyyətlərə sahib bütün fəaliyyətlərdə uşağın tək başına aktiv məqsədli hərəkət üçün yaradılmalıdır. Məzmununun təhsil funksiyası və uşaqların əxlaqi bir seçki ilə qarşı-qarşıya olduğu vəziyyətlərin yaradılması fokuslanmalıdır in-

kişaf etməkdə ətraf mühitin inşası istiqamətində imtina və ya yoldaş problemləri kömək təklif və ya keçmək, özünü bir pay almaq və ya hərəkət edirlər. Ətraf mühit əməkdaşlıq mərkəzi, müsbət əlaqələr, davranışların təşkili, diqqətli davranışdır. Media həqiqətinin genişlənməsi, insanların zövqünün, estetik seçimləriniz, dəyər sisteminin çevrilməsinin, iyerarxiyanın ictimai şüurda dəyişməsinin dəyişməsinə gətirib çıxardı. Məlumat axını daim artır, epidemiya yayılır sürəti artır. Teatr senografisi çalışması nəticəsində memarlıq və dizaynında teatral anlayışların enterpolasyonunu mümkün edən metodoloji analogiyalar ortaya çıxarılmışdır. Bu iki sənətin (teatr və ətraf dizaynı) sintetik sintez xüsusiyyəti, ifadə vasitələrinin bənzərliyi, bədii materiallar, dizayn hədəfləri, ekoloji senografinin təməl anlayışlarını təyin etməsinə və özünə xas xüsusiyyətləri, özünü, məzmununu, komponentlərini ortaya çıxarmasını təmin etmişdir.

Ətraf mühitin ətraf mühitə baxışının vizual əhəmiyyətini müəyyən edən ekoloji təşkilatın bütün məkan həllidir. Orta əsr misere-səhnəsi insan bədəninin dinamik qabiliyyətlərinə uyğun olaraq qurulmuşdur. Ayrı bir qranit dekorativ sənətlər, ətraf mühitin arxitektura xüsusiyyətləri, texniki xüsusiyyətləri, inşaatçı kompozisiyanın plastik qabiliyyətləri, səhnənin inkişafıyla özünü göstərir.

Bədii kosmik yaradıcılığının bütün yolları yaxından əlaqəli olmasına baxmayaraq, xüsusi bir material növü, məsələn uşaqların sahəsi hakim ola bilər.

Uşaqlar üçün sahə ətraf mühitin dizaynı bütün sinxronik bütün tərəfləri daşıyır. Uşağın kosmik mühitinin görüntüsü, dünyadakı uşağın vizual əhəmiyyətini təsdiq edən, görmə qabiliyyətinə əsaslanan bir sıra bütün ətraf mühit materiallarına əsaslanır. Uşaq mühiti dizaynının xarakterik olması, uşağın təbii məlumatları, hər şeyi oyun hərəkət kimi qəbul etdiyində, bədii bir fikir yaratmaqdan ibarətdir.

Uşaq sahəsi ətraf mühitin sintetik mahiyyətini əks etdirir:

- xüsusi bir torpaq sahəsi olan simvollar və mövzularda ekoloji aksiyaların inkişafının süjet-dramatik sistemi;
- akustik, səs-musiqi sistemi, intonasiya, səs effekti, "səssizlik zonaları" və ümumilikdə ümumi əhval;
- ssenari - ətraf mühitin təşkilinin məkan etibarlılığı kimi vizual əhəmiyyəti.

Bir uşağı cəlbedici olan dominant, ətrafdakı obyektlər atmosferi birbaşa əlaqələndirir. Ətraf mühitin kontekstində qəbul edilən, fantaziya ilə tamamilə görməli şəkildə yaradılmış fantaziyalar yaradılır. Uşağın ətraf mühitinə açıq rəngli vəziyyəti yüngülləşdirmə qanunlarına əsaslanır. Bu mühitdə işıq ümumi bir işıq kimi işləyir, odanın işıq doymasını təmin edir. Ssenarinin xüsusiyyətlərinə süni və təbii işıq şərtləri "pilləli xarici işıq" (bütün nüanslar əlamətləri işıqlandırma tərtibatı (bir yönlü işıq sel işıq, və s.), rəngli edən təyin edilmiş bir mühit yaratmaq əks etdirən) olaraq ifadə edilir. Rəng həssas nağıl, cizgi filmi tanıdıcı obyektlərin obyektiv dünyaya rəng palitrası müxtəlifliyinin təzahürüdür.

Ətraf mühit sahəsinin təşkilatın iki hissəyə bölünməsi ilə başlanır: hərəkət olur və qəbul edilir. Bir birliyi meydana gətirən bu iki hissənin əlaqələri, milli, janr və digər xüsusiyyətləri əks etdirir. Bir uşağı cəlbedici olan dominant, ətrafdakı obyektlər atmosferi birbaşa əlaqələndirir. Ətraf mühitin kontekstində qəbul edilən, fantaziya ilə tamamilə görməli şəkildə yaradılmış fantaziyalar yaradılır. Uşağın ətraf mühitinə açıq rəngli vəziyyəti yüngülləşdirmə qanunlarına əsaslanır. Bu mühitdə işıq ümumi bir işıq kimi işləyir. Ssenarinin xüsusiyyətlərinə süni və təbii işıq şərtləri "pilləli xarici işıq" (bütün nüanslar əlamətləri işıqlandırma tərtibatı (bir yönlü işıq sel işıq və s.), rəngli edən təyin edilmiş bir mühit yaratmaq əks etdirən) olaraq ifadə edilir. Rəng həssas nağıl, cizgi filmi tanıdıcı obyektlərin obyektiv dünya rəng palitrası müxtəlifliyinin təzahürüdür.

ƏDƏBİYYAT

1. Информационный бюллетень Международной академии наук. Русский раздел 2011, №1
2. Novikova TG Pedaqoji dizayn və yenilik qiymətləndirilməsi. Moskva: GOU TSDSDOD, 2003. 68.
3. Электронный периодический журнал «Бюллетень Международной академии наук, русский раздел, 2011, №1.
4. Lyz-NA, Na (radikal analizi) işığında yüksək təhsilin müasir konsepsiyaları. 10, 2008. 25-30.

Yusifova A.E.

**"Construction" College under the
Azerbaijan University of Architecture
and Construction is a public legal entity**

**Modeling of children's spaces using the
scenario approach method**

Summary

The scenario approach requires modeling a self-developing system, determining the continuous, dynamic, nature of the developing model of the ecological culture of students. The method of modeling children's spaces requires the construction and study of real objects or object models for their construction in order to improve the development

of structure, management methods, logic. The creation of a model determines the general scientific principle of the relationship between the mass and the individual.

Юсифова А.Э.

**Азербайджанский Университет
Архитектуры и Строительства
Колледж «Строительство» в составе
публичного юридического лица
Моделирование детских пространств
методом сценарного подхода**

Резюме

Сценарный подход требует моделирования саморазвивающейся системы, выявления непрерывного, динамического характера развивающейся модели экологической культуры учащихся. Метод моделирования детских пространств требует построения и изучения реальных объектов или моделей объектов для построения с целью улучшения развития структуры, методов управления и логики. Создание модели определяет общенаучный принцип взаимоотношений массы и индивидуума.

*Məqaləyə AzMİU-nun "Dizayn"
kafedrasının müdiri Y.Ə. Hacıyev
rəy vermişdir.*